



**Universidad Zaragoza**



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

## **PROYECTO FIN DE CARRERA**

**Ingeniería Industrial**

**COMPARATIVA TECNICO-ECONOMICA DE  
REDES SUBTERRANEAS DE BAJA TENSION  
E INSTALACIONES DE ENLACE  
SEGÚN NORMATIVA TECNICA PARTICULAR APLICABLE DE  
EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE ELECTRICIDAD**

Autor: Manuel Sánchez Ayala  
Director: José María Yusta Loyo

SEPTIEMBRE 2012



*“Comparativa Técnico-Económica de Redes Subterráneas de Baja Tensión e Instalaciones de Enlace según la Normativa Técnica Particular aplicable de empresas distribuidoras de electricidad.”*

## **RESUMEN**

A lo largo del presente proyecto final de carrera se ha realizado el estudio comparativo técnico y económico de las diferentes Normativas Técnicas Particulares de las principales empresas eléctricas españolas de distribución en Baja Tensión, que afectan al diseño y montaje de las líneas subterráneas e instalaciones de enlace que forman parte o están conectadas a su red de distribución.

Dicho estudio se ha aplicado al diseño de una red de distribución subterránea en baja tensión cuyo fin es suministrar energía eléctrica a un conjunto de edificios así como a la acometida y las instalaciones de enlace de uno de los edificios, adecuando los cálculos a la Normativa Técnica Particular de distintas empresas distribuidoras.

Finalmente se ha realizado un estudio de las soluciones obtenidas para cada empresa de distribución, concluyendo con un análisis técnico-económico de los resultados.

El objetivo principal del proyecto es implementar una herramienta que agilice el trabajo de ingenieros proyectistas, instaladores electricistas, promotores y empresas constructoras que realicen instalaciones eléctricas en distintas zonas de España y que deban conocer las diferencias existentes entre las Normativas Técnicas Particulares de las principales empresas distribuidoras de baja tensión.





## INDICE

---

ÍNDICE_____	Pág. 5
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS_____	7
1. INTRODUCCIÓN_____	13
2. EL ESTADO DE LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN ESPAÑA_____	15
3. REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN_____	25
3.1 Introducción	25
3.2 Comparativa técnica de NTP's para Líneas Subterráneas	27
3.2.1 Variaciones respecto al REBT	28
3.2.2 NTP Erz-Endesa	29
3.2.3 NTP Fecsa-Endesa	35
3.2.4 NTP Sevillana-Endesa	39
3.2.5 NTP Iberdrola	44
3.2.6 NTP Unión Fenosa	48
3.3 Comparativa económica de NTP's para Líneas Subterráneas	53
3.4 Resolución de un ejemplo de línea subterránea según diferentes NTP's	73
4. ACOMETIDAS E INSTALACIONES DE ENLACE_____	83
4.1 Introducción	83
4.2 Comparativa técnica de NTP's para acometidas e IE's	87
4.2.1 Variaciones respecto al REBT	89
4.2.2 NTP Erz-Endesa	91
4.2.3 NTP Fecsa-Endesa	102
4.2.4 NTP Sevillana-Endesa	113
4.2.5 NTP Iberdrola	121
4.2.6 NTP Unión Fenosa	131
4.3 Comparativa económica de NTP's para acometidas e IE's	139
4.4 Resolución de un ejemplo de acometida e instalaciones de enlace según diferentes NTP's	161
5. CONCLUSIONES_____	171
BIBLIOGRAFÍA_____	179
ANEXO 1: Caract. Ppales de las LSBT según las NTP's de Compañía y el REBT_____	185
ANEXO 2: Caract. Ppales de las Acometidas y las IE's según el REBT_____	217
ANEXO 3: Cálculos_____	231
ANEXO 4: Presupuestos_____	251
ANEXO 5: Planos_____	285



## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

---

<u>TABLAS:</u>	Pág.
- 2.1. <i>Actividades del sector eléctrico y condición de regulada o liberalizada.</i>	18
- 2.2. <i>Actividades del sector eléctrico y Agente que la desarrolla.</i>	19
- 2.3. <i>Estructura del mercado eléctrico peninsular por empresas distribuidoras</i>	21
- 3.1. <i>Tabla Comparativa respecto al REBT para líneas subterráneas de distribución</i>	28
- 3.2. <i>Resistividad del conductor en función de su temperatura según el REBT</i>	31
- 3.3. <i>Resistencia y Reactancia de los conductores a utilizar en el cálculo de líneas subterráneas según la Normativa Técnica Particular de ERZ-ENDESA</i>	32
- 3.4. <i>Valores del momento eléctrico de la línea de distribución para distintos valores del factor de potencia según la Normativa Técnica Particular de ERZ-ENDESA</i>	34
- 3.5. <i>Resistividad del conductor en función de su temperatura según el REBT</i>	36
- 3.6. <i>Resistencia y Reactancia de los conductores a utilizar en el cálculo de líneas subterráneas según la Normativa Técnica Particular de FECSA-ENDESA</i>	36
- 3.7. <i>Valores del momento eléctrico de la línea de distribución para distintos valores del factor de potencia según la Normativa Técnica Particular de FECSA-ENDESA</i>	38
- 3.8. <i>Resistividad del conductor en función de su temperatura según el REBT</i>	45
- 3.9. <i>Resistencia y Reactancia de los conductores a utilizar en el cálculo de líneas subterráneas según la Normativa Técnica Particular de IBERDROLA</i>	45
- 3.10. <i>Intensidad Máxima Admisible por conductores de aluminio en canalización enterrada según el REBT.</i>	46
- 3.11. <i>Intensidad Máxima Admisible por conductores de aluminio en canalización enterrada según la normativa Técnica Particular de IBERDROLA.</i>	47
- 3.12. <i>Secciones de las fases y del neutro autorizadas según el REBT</i>	48
- 3.13. <i>Resistividad del conductor en función de su temperatura según el REBT</i>	49
- 3.14. <i>Resistencia y Reactancia de los conductores a utilizar en el cálculo de líneas subterráneas según la Normativa Técnica Particular de UNIÓN FENOSA</i>	50
- 3.15. <i>Coefficiente de simultaneidad a aplicar en los conjuntos de viviendas según la ITC-BT-10 del REBT</i>	55
- 3.16. <i>Valores de resistividad del conductor de cobre y de aluminio para distintos valores de temperatura y valores del coeficiente de variación de resistencia por temperatura</i>	67
- 3.17. <i>Cálculo de la reactancia inductiva del conductor a partir de la resistencia en función de la sección.</i>	67
- 3.18. <i>Precios en PVP (€) de los distintos métodos de derivación mediante seccionamiento para redes subterráneas de baja tensión. (Junio de 2012)</i>	71
- 3.19. <i>Precios en PVP (€) de los distintos métodos de derivación tipo "T" para redes subterráneas de baja tensión. (Junio de 2012)</i>	71
- 3.20. <i>Comparativa económica de los ejemplos resueltos en función de la compañía distribuidora.</i>	75
- 4.1. <i>Tabla Comparativa respecto al REBT para acometidas e instalaciones de enlace.</i>	89
- 4.2. <i>Tabla de secciones permitidas en acometidas subterráneas según el REBT y ERZ-ENDESA</i>	92
- 4.3. <i>Tabla de secciones permitidas en acometidas subterráneas según el REBT y FECSA-ENDESA</i>	103

- 4.4. <i>Tabla de secciones permitidas en acometidas subterráneas según el REBT y SEVILLANA-ENDESA</i>	114
- 4.5. <i>Tabla de secciones permitidas en acometidas subterráneas según el REBT e IBERDROLA</i>	122
- 4.6. <i>Tabla de secciones permitidas en acometidas subterráneas según el REBT y UNIÓN FENOSA</i>	132
- 4.7. <i>Precios en PVP (€) de los distintos métodos de derivación mediante seccionamiento para acometidas subterráneas de baja tensión. (Junio de 2012)</i>	141
- 4.8. <i>Precios en PVP (€) de los distintos métodos de derivación tipo "T" para acometidas subterráneas de baja tensión. (Junio de 2012)</i>	141
- 4.9. <i>Resistencia y Reactancia del Conductor (<math>\Omega/\text{km}</math>) utilizado en el cálculo de la influencia económica de la caída de tensión máxima admisible en la acometida.</i>	145
- 4.10. <i>Precio en PVP (€) de las Cajas Generales de Protección en función del esquema permitido por las empresas distribuidoras. (Junio de 2012)</i>	148
- 4.11. <i>Precio en PVP (€) de las Cajas de Protección y Medida en función del esquema permitido por las empresas distribuidoras. (Junio de 2012)</i>	149
- 4.12. <i>Precio en PVP (€) de las Protección contra Sobre tensiones (Junio de 2012)</i>	159
- 4.13. <i>Comparativa económica de los ejemplos resueltos en función de la compañía distribuidora para acometidas e instalaciones de enlace.</i>	163
- 4.14. <i>Tabla resumen de las secciones de cable y diámetro de tubo admitidos por las empresas distribuidoras.</i>	169

<u>FIGURAS:</u>	Pág.
- 2.1. <i>Esquema físico general de la generación, transporte, distribución y consumo de la energía eléctrica.</i>	15
- 2.2. <i>Esquema del Sector Eléctrico Español hasta el año 1.997</i>	16
- 2.3. <i>Esquema actual del Sector Eléctrico Español</i>	16
- 2.4. <i>de Influencia de las Principales Empresas Distribuidoras Españolas</i>	11
- 2.5. <i>Estructura del mercado eléctrico peninsular por empresas distribuidoras (CNE-2010)</i>	22
- 3.1. <i>Esquema resumen de las Redes de Distribución en Baja Tensión</i>	25
- 3.2. <i>Coeficientes de simultaneidad a utilizar en función de la parte de la instalación a calcular</i>	30
- 3.3. <i>Esquema resumen de las derivaciones aceptadas por ERZ-ENDESA</i>	33
- 3.4. <i>Caída de Tensión Máxima Admisible en la Línea aceptado por ERZ-ENDESA</i>	34
- 3.5. <i>Esquema resumen de las derivaciones aceptadas por FECSA-ENDESA</i>	37
- 3.6. <i>Caída de Tensión Máxima Admisible en la Línea aceptado por FECSA-ENDESA</i>	38
- 3.7. <i>Esquema resumen de cálculo de la potencia de la Red de distribución según SEVILLANA-ENDESA</i>	40
- 3.8. <i>Esquema resumen de las derivaciones aceptadas por SEVILLANA-ENDESA</i>	42
- 3.9. <i>Caída de Tensión Máxima Admisible en la Línea aceptado por SEVILLANA-ENDESA</i>	43
- 3.10. <i>Esquema resumen de las derivaciones aceptadas por IBERDROLA</i>	46
- 3.11. <i>Caída de Tensión Máxima Admisible en la Línea aceptado por IBERDROLA</i>	47
- 3.12. <i>Resumen de las derivaciones aceptadas por UNIÓN FENOSA</i>	50
- 3.13. <i>Caída de Tensión Máxima Admisible en la Línea aceptado por UNIÓN FENOSA</i>	52
- 3.14. <i>Diferencias entre suministro y tipo de suministro, y coeficientes de simultaneidad a utilizar en función de la parte de la instalación a calcular.</i>	56
- 3.15. <i>Coeficiente de simultaneidad particular de cada suministro a aplicar según el REBT para viviendas unifamiliares en función del número de viviendas, para unifamiliares alimentados desde centralización de contadores (<math>Coef_{SUM}</math> variable) y para unifamiliares con alimentación independiente (<math>Coef_{SUM} = 1</math>)</i>	57
- 3.16. <i>Coeficiente de simultaneidad de la Red de Baja Tensión a aplicar en función de la compañía de distribución que opere en la zona de la instalación de la red para viviendas unifamiliares con alimentación independiente (desde Caja de Protección y Medida)</i>	58
- 3.17. <i>Número de Líneas a instalar en función de la compañía de distribución que Opere en la zona de la instalación de la red para viviendas unifamiliares con alimentación independiente (desde Caja de Protección y Medida)</i>	59
- 3.18. <i>Intensidades Máximas admisibles para líneas directamente enterradas en Función de la sección y el material del conductor</i>	60
- 3.19. <i>Coste neto del conductor en función de la sección y el material del conductor (Junio de 2012)</i>	60
- 3.20. <i>Número de Líneas a instalar en función del material de los conductores (cobre o aluminio) para viviendas unifamiliares con alimentación independiente (desde Caja de Protección y Medida)</i>	61
- 3.21. <i>Coste neto del conductor en función de la sección utilizada (Junio de 2012)</i>	62
- 3.22. <i>Coste neto del conductor necesario en función del número de viviendas realizando la instalación con cable de 240mm<sup>2</sup> y adecuando la sección del cable.</i>	63
- 3.23. <i>Número de Líneas de 240mm<sup>2</sup> a instalar en función de la longitud de la línea, para las distintos valores de caída de tensión máxima admisible admitidos por las distintas compañías distribuidoras, en el caso de 10 viviendas unifamiliares con alimentación independiente.</i>	65
- 3.24. <i>Intensidad Máxima admisible en el conductor de 240mm<sup>2</sup> de aluminio en</i>	66

<i>función de su longitud para distintos valores de caída de tensión aceptados por las compañías distribuidoras.</i>	
- 3.25. <i>Variación de la resistencia específica del conductor en función de la temperatura de funcionamiento de la línea para distintas secciones de conductor de aluminio.</i>	68
- 3.26. <i>Variación de la reactancia específica del conductor en función de la temperatura de funcionamiento de la línea para distintas secciones de conductor de aluminio.</i>	68
- 3.27. <i>Variación de la caída de tensión específica del conductor en función de la temperatura de funcionamiento de la línea para distintas secciones de conductor de aluminio.</i>	69
- 3.28. <i>Esquema de derivación mediante caja de seccionamiento (con entrada y salida de línea de distribución)</i>	69
- 3.29. <i>Esquema de derivación tipo "T"</i>	70
- 3.30. <i>Esquema resumen del proceso seguido en el diseño de redes de distribución y estudio comparativo de las soluciones obtenidas aplicando distintas NTP's de empresas distribuidoras</i>	74
- 3.31. <i>Diferencias económicas en las redes de distribución diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.</i>	76
- 3.32. <i>Diferencias económicas entre las partidas dedicadas a los trabajos de excavación, relleno, y protección en zanja (malla señalizadora y rasilla testigo) de las redes de distribución diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.</i>	77
- 3.33. <i>Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación del tubo de protección de las redes de distribución diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.</i>	78
- 3.34. <i>Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de hornacinas prefabricadas en las redes de distribución diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.</i>	79
- 3.35. <i>Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de conductores o circuitos en las redes de distribución diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.</i>	80
- 3.36. <i>Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de los sistemas de derivación en las redes de distribución diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.</i>	81
- 4.1. <i>Conjunto derivación de la red, acometida y caja general de protección</i>	83
- 4.2. <i>Instalaciones de enlace en un edificio tipo.</i>	84
- 4.3. <i>Diferencias entre derivación en "T" y derivación mediante caja de seccionamiento con entrada y salida de red.</i>	91
- 4.4. <i>Caída de Tensión Máxima Admisible por ERZ-ENDESA en la acometida</i>	93
- 4.5. <i>Cajas Generales de Protección admitidas por ERZ-ENDESA</i>	94
- 4.6. <i>Cajas de Protección y Medida (CPM) para un solo usuario admitidas por ERZ-ENDESA</i>	95
- 4.7. <i>Cajas de Protección y Medida (CPM) para dos usuarios admitidas por ERZ-ENDESA</i>	96
- 4.8. <i>Esquema del Equipo de Medida Indirecta según ERZ-ENDESA</i>	98
- 4.9. <i>Dimensiones mínimas del local de contadores según ERZ-ENDESA</i>	99
- 4.10. <i>Dimensiones mínimas del armario de contadores según ERZ-ENDESA</i>	100
- 4.11. <i>Derivación mediante Caja de Seccionamiento admitido por FECSA-ENDESA</i>	102
- 4.12. <i>Caída de Tensión Máxima Admisible por FECSA-ENDESA en la acometida</i>	104
- 4.13. <i>Cajas Generales de Protección admitidas por FECSA-ENDESA</i>	105
- 4.14. <i>Cajas de Protección y Medida (CPM) para un solo usuario admitidas por FECSA-ENDESA</i>	106
- 4.15. <i>Esquema del Equipo de Medida Indirecta según FECSA-ENDESA</i>	109
- 4.16. <i>Dimensiones mínimas del local de contadores según FECSA-ENDESA</i>	110

- 4.17. Dimensiones mínimas del armario de contadores según FECOSA-ENDESA	111
- 4.18. Diferencias entre derivación en "T" y derivación mediante caja de Seccionamiento con entrada y salida de red permitido por Sevillana-Endesa	113
- 4.19. Caída de Tensión Máxima Admisible por SEVILLANA-ENDESA en la acometida	115
- 4.20. Cajas Generales de Protección admitidas por SEVILLANA-ENDESA	116
- 4.21. Cajas de Protección y Medida (CPM) para un solo usuario admitidas por SEVILLANA-ENDESA	117
- 4.22. Cajas de Protección y Medida (CPM) para dos usuarios admitidas por SEVILLANA-ENDESA	118
- 4.23. Esquema del Equipo de Medida Indirecta según SEVILLANA-ENDESA	120
- 4.24. Derivación en "T" permitida por IBERDROLA	121
- 4.25. Caída de Tensión Máxima Admisible por IBERDROLA en la acometida	123
- 4.26. Cajas Generales de Protección admitidas por IBERDROLA	124
- 4.27. Cajas de Protección y Medida (CPM) para un solo usuario admitidas por IBERDROLA	125
- 4.28. Cajas de Protección y Medida (CPM) para dos usuarios admitidas por IBERDROLA	126
- 4.29. Esquema del Equipo de Medida Indirecta según IBERDROLA	128
- 4.30. Dimensiones mínimas del local de contadores según IBERDROLA	130
- 4.31. Dimensiones mínimas del armario de contadores según IBERDROLA	131
- 4.32. Derivación en "T" permitida por GAS NATURAL FENOSA	132
- 4.33. Caída de Tensión Máxima Admisible por UNIÓN FENOSA en la acometida	133
- 4.34. Cajas Generales de Protección admitidas por UNIÓN FENOSA	134
- 4.35. Cajas de Protección y Medida (CPM) para un solo usuario admitidas por UNIÓN FENOSA	135
- 4.36. Cajas de Protección y Medida (CPM) para dos usuarios admitidas por UNIÓN FENOSA	136
- 4.37. Esquema del Equipo de Medida Indirecta según UNIÓN FENOSA	138
- 4.38. Esquema de derivación mediante caja de seccionamiento (con entrada y salida de línea de distribución)	140
- 4.39. Esquema de derivación tipo "T"	140
- 4.40. Precio neto de cable de aluminio con aislamiento 0.6/1 kV para acometidas subterráneas (Junio de 2012)	142
- 4.41. Coste neto del conductor necesario en función de la potencia a transportar realizando la instalación con cable autorizado por las compañías distribuidoras y adecuando la sección del cable según las secciones autorizadas por el REBT.	143
- 4.42. Intensidades Máximas admisibles para acometidas directamente enterradas en función de la sección y el material del conductor	144
- 4.43. Coste neto del conductor en función de la sección y el material del conductor (Junio de 2012)	144
- 4.44. Intensidad máxima admisible en la acometida de <b>240mm<sup>2</sup></b> en función de la longitud del conductor para distintas caídas de tensión máximas admisibles por las compañías de distribución	146
- 4.45. Intensidad máxima admisible en la acometida de <b>150mm<sup>2</sup></b> en función de la longitud del conductor para distintas caídas de tensión máximas admisibles por las compañías de distribución	146
- 4.46. Intensidad máxima admisible en la acometida de <b>95mm<sup>2</sup></b> en función de la longitud del conductor para distintas caídas de tensión máximas admisibles por las compañías de distribución.	147
- 4.47. Intensidad máxima admisible en la acometida de <b>50mm<sup>2</sup></b> en función de la longitud del conductor para distintas caídas de tensión máximas admisibles por las compañías de distribución.	147
- 4.48. Coste neto del conductor en función de la sección y el material del conductor	151

	<i>para las Líneas Generales de Alimentación (1ª parte) (Junio de 2012)</i>	
- 4.49.	<i>Coste neto del conductor en función de la sección y el material del conductor para las Líneas Generales de Alimentación (2ª parte)(Junio de 2012)</i>	152
- 4.50.	<i>Coste de la canalización de la derivación individual en función del diámetro de tubo mínimo admitido para las Derivaciones Individuales (Junio de 2012)</i>	153
- 4.51.	<i>Coste neto del conductor en función de la sección y el material del conductor para las Derivaciones Individuales (1ª parte) (Junio de 2012)</i>	154
- 4.52.	<i>Coste neto del conductor en función de la sección y el material del conductor para las Derivaciones Individuales (2ª parte) (Junio de 2012)</i>	155
- 4.53.	<i>Coste neto del conductor (por fase) para una derivación individual trifásica con cable RZ1-k (Cu) 0.6/1 kV en función de la potencia que debe transportar la línea para una sección mínima de derivación individual de 6 mm<sup>2</sup> y una sección mínima de 10 mm<sup>2</sup>. (Junio de 2012)</i>	156
- 4.54.	<i>Gráfica representativa de Sobretensión Permanente</i>	157
- 4.55.	<i>Gráfica representativa de Sobretensión Transitoria</i>	158
- 4.56.	<i>Emplazamiento de los elementos de protección contra sobretensiones Transitorias y permanentes en la instalación eléctrica.</i>	159
- 4.57.	<i>Esquema resumen del proceso seguido en el diseño de acometidas e Instalaciones de enlace y estudio comparativo de las soluciones obtenidas aplicando distintas NTP's de empresas distribuidoras</i>	162
- 4.58.	<i>Diferencias económicas entre las acometidas e instalaciones de enlace Diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.</i>	164
- 4.59.	<i>Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de las derivaciones y cajas generales de protección diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.</i>	165
- 4.60.	<i>Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de las acometidas diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.</i>	166
- 4.61.	<i>Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de las líneas generales de alimentación diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.</i>	167
- 4.62.	<i>Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de las centralizaciones de contadores diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.</i>	168
- 4.63.	<i>Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de las derivaciones individuales diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.</i>	169
- 4.64.	<i>Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de las protecciones contra sobretensiones diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.</i>	170
- 5.1.	<i>Diferencias económicas en las redes de distribución diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución (CONCLUSIONES)</i>	174
- 5.2.	<i>Diferencias económicas entre las acometidas e instalaciones de enlace Diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución (CONCLUSIONES).</i>	177



# 1. INTRODUCCIÓN

---

Debido a la situación económica actual, muchas empresas instaladoras de electricidad, proyectistas, constructoras y promotoras, están llevando a cabo su actividad fuera de las comunidades autónomas, provincias o localidades en las que habitualmente venían trabajando.

En un principio cabría esperar que dentro del territorio español se aplicaran las mismas condiciones técnicas en el diseño y construcción de líneas de distribución en Baja Tensión y acometidas e instalaciones de enlace, ya que dichas instalaciones deben cumplir el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Sin embargo, debido a que históricamente distintas empresas distribuidoras han tenido el monopolio hasta hace pocos años en España, dependiendo de la empresa distribuidora que opere en la zona donde se va a realizar la instalación eléctrica se deberá considerar unas condiciones particulares u otras.

Cada empresa distribuidora posee su Normativa Técnica Particular aplicable en su zona de influencia. Dichas Normativas Técnicas Particulares están redactadas siguiendo los mínimos que exige el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, pero para conseguir una homogeneización en las redes de distribución y las instalaciones de enlace, las empresas distribuidoras exigen distintas especificaciones particulares sobre la construcción, montaje y diseño de las instalaciones eléctricas.

La existencia de las Normativas Técnicas Particulares de las distintas empresas distribuidoras dificulta el trabajo de ingenieros proyectistas e instaladores electricistas, ya que deben conocer con detalle dichas especificaciones particulares para realizar el proyecto y la ejecución de las instalaciones.

Hasta la fecha no existía ningún estudio comparativo entre las principales empresas distribuidoras que indicara las diferencias técnicas y económicas a tener en cuenta en las instalaciones realizadas según las distintas Normativas Técnicas Particulares.

El objetivo del presente proyecto final de carrera es el estudio comparativo de las diferentes Normativas Técnicas Particulares de las principales empresas eléctricas españolas de distribución en Baja Tensión, que afectan al diseño y montaje de las líneas subterráneas e instalaciones de enlace que forman parte o están conectadas a su red de distribución.

Dicho estudio se ha aplicado al diseño de una red de distribución subterránea en baja tensión cuyo fin es suministrar energía eléctrica a un conjunto de edificios, adecuando los cálculos a la Normativa Técnica Particular de distintas empresas distribuidoras.

Finalmente se ha realizado un estudio de las soluciones obtenidas para cada empresa de distribución, concluyendo con un análisis técnico-económico de los resultados.

Para la realización del proyecto final de carrera se ha seguido la siguiente metodología:

- En el *capítulo 2* se ha realizado un estudio de la situación actual de la distribución de la energía eléctrica en España, indicando el alcance que tienen las Normativas Técnicas Particulares de las empresas distribuidoras de Baja Tensión.

- En el *capítulo 3* se ha realizado la comparativa técnico-económica de las Normativas Técnicas Particulares aplicables a las redes de distribución en Baja Tensión. Para ello, en primer lugar se ha explicado en qué consisten las redes de distribución en baja tensión. A continuación se ha elaborado una tabla resumen de las diferencias a tener en cuenta entre las distintas empresas distribuidoras, explicando de forma detallada dichas diferencias técnicas. Después, se ha realizado la comparativa económica de las distintas Normativas Técnicas en sus apartados dedicados a las Redes de Distribución en Baja Tensión. Por último se ha resuelto un ejemplo de línea subterránea de distribución en Baja Tensión aplicando las Normativas Técnicas Particulares de distintas empresas distribuidoras, realizando un estudio comparativo de las soluciones proyectadas.
- En el *capítulo 4* se ha realizado la comparativa técnico-económica de las Normativas Técnicas Particulares aplicables a las acometidas y las instalaciones de enlace de Baja Tensión. Para ello, en primer lugar se ha explicado en qué consisten las acometidas y las instalaciones de enlace en baja tensión. A continuación se ha elaborado una tabla resumen de las diferencias a tener en cuenta entre las distintas empresas distribuidoras, explicando de forma detallada dichas diferencias técnicas. Después, se ha realizado la comparativa económica de las distintas Normativas Técnicas en sus apartados dedicados a las acometidas y las instalaciones de enlace en Baja Tensión. Por último se ha resuelto un ejemplo de acometida e instalaciones de enlace en Baja Tensión para un edificio de viviendas aplicando las Normativas Técnicas Particulares de distintas empresas distribuidoras, realizando un estudio comparativo de las soluciones proyectadas.
- En los *Anexos* del presente proyecto final de carrera se presentan los cálculos, planos y presupuestos realizados en el estudio de los ejemplos resueltos.

El presente proyecto final de carrera va dirigido principalmente a ingenieros proyectistas, instaladores electricistas, empresas constructoras y promotoras que diseñan y ejecutan instalaciones en distintas zonas geográficas de España y que deben ajustar las instalaciones a las Normativas Técnicas Particulares de las empresas distribuidoras.

De este modo, el estudio realizado permite:

- *A Ingenieros Proyectistas:* Identificar de forma rápida las diferencias técnicas entre las instalaciones eléctricas según las distintas empresas distribuidoras a tener en cuenta en el momento de realizar el cálculo y diseño de las redes de distribución, las acometidas y las instalaciones de enlace en Baja Tensión.
- *A Instaladores Electricistas:* Ejecutar instalaciones en distintas zonas de España, ajustándose a las Normativas Técnicas Particulares de las empresas distribuidoras de electricidad en Baja Tensión tanto en instalaciones que precisan proyecto, pero dicho proyecto se encuentra poco definido, como en instalaciones que no precisan proyecto. Además, conocer la normativa de la empresa distribuidora permite al instalador realizar presupuestos más ajustados a la realidad, sin riesgo a tener que hacer cambios de última hora en la instalación.
- *A Constructoras y Promotoras:* Conocer las principales diferencias económicas a la hora de presupuestar y ejecutar una obra en una u otra zona debido a las Normativas Técnicas Particulares de las empresas distribuidoras.

## 2. EL ESTADO DE LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN ESPAÑA

El esquema físico general de la generación, transporte y consumo de la energía eléctrica no ha variado desde que comenzó a distribuirse la electricidad.

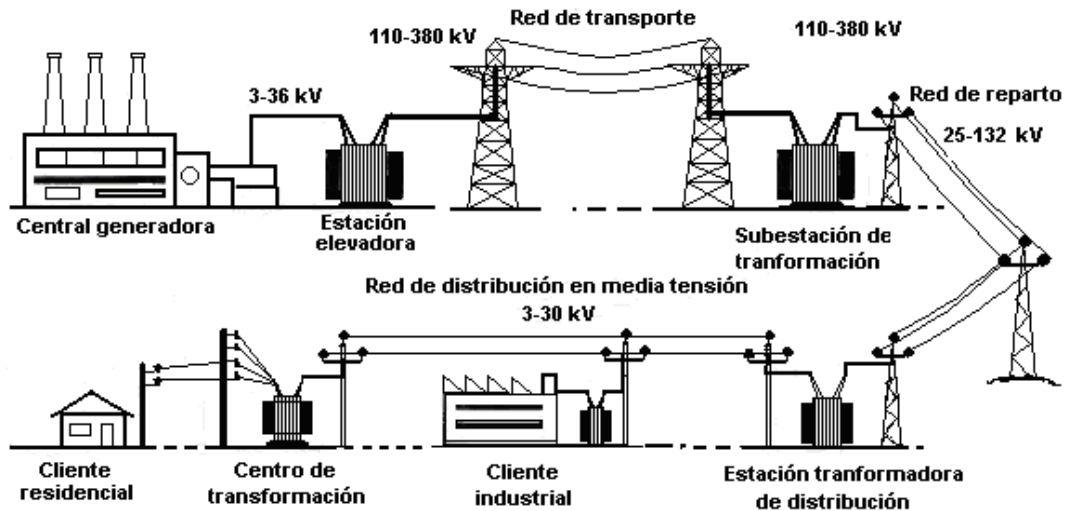


FIGURA 2.1. Esquema físico general de la generación, transporte, distribución y consumo de la energía eléctrica.

Como puede comprobarse en la figura 2.1., tras realizarse la producción de energía eléctrica, se eleva la tensión de ésta en las estaciones elevadoras para poder realizar el transporte a largas distancias con la menor pérdida de energía por efecto Joule. Después se realiza la reducción de la tensión para las redes de reparto a distancias medias. Por último se vuelve a reducir la tensión para el reparto a los consumidores en Baja Tensión. Existen consumidores conectados a las líneas de alta tensión (industrias), media tensión (industrias, grandes centros comerciales), y a las redes de baja tensión (viviendas, comercios, pequeñas industrias)

No ocurre lo mismo con la organización del sector eléctrico español y con los agentes que intervienen en el sector, ya que han sufrido importantes cambios desde 1997 con la Ley 54 de Noviembre del mismo año.

Hasta 1997, la organización del sector eléctrico español era como se indica la figura 2.2.

Como puede observarse, los consumidores finales únicamente podían obtener el suministro de electricidad mediante contratos con las propias compañías distribuidoras que operaban en la zona.

Existía por tanto un caso de monopolio, ya que los clientes no podíamos elegir con qué empresa contratar los servicios de suministro de energía eléctrica.

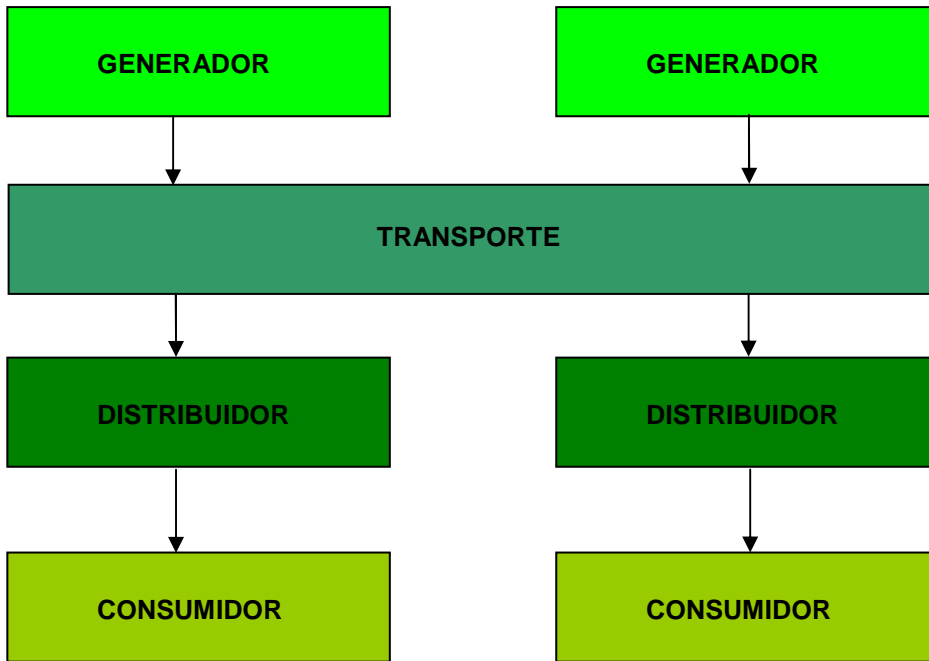


FIGURA 2.2. Esquema del Sector Eléctrico Español hasta el año 1.997

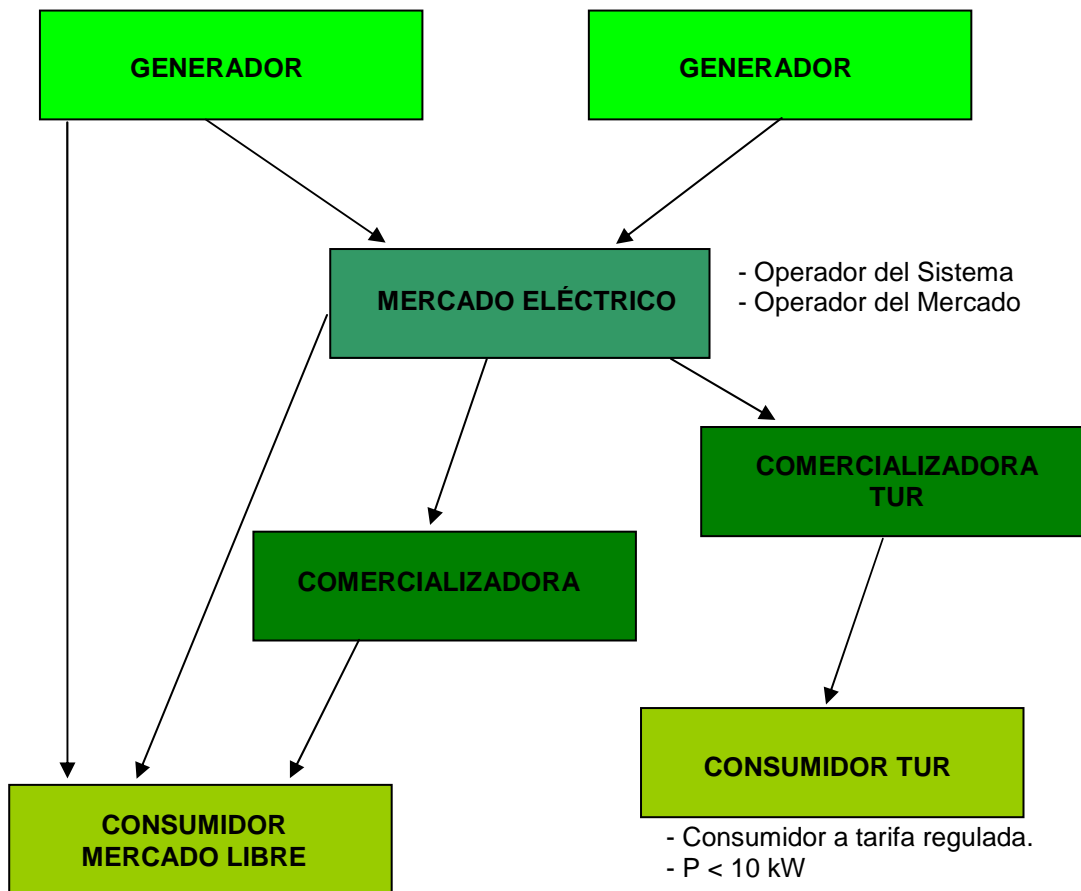


FIGURA 2.3. Esquema actual del Sector Eléctrico Español

Desde finales del año 1997 se ha ido produciendo una liberalización continua del sistema eléctrico español y, en la actualidad, el sector eléctrico posee el esquema que se ha representado en la figura 2.3.

Como puede observarse en la figura, las empresas distribuidoras ya no se dedican a la comercialización de la energía eléctrica, sin embargo, algunas de estas empresas distribuidoras han creado sociedades comercializadoras paralelas para poder seguir realizando la venta de la electricidad.

Son las empresas comercializadoras y las empresas comercializadoras TUR (con tarifa de último recurso fijada por el Estado) las que se encargan de contratar con el cliente el suministro eléctrico. Además, el consumidor final también puede conseguir el suministro de electricidad mediante un contrato bilateral con un generador o comprando directamente al mercado mayorista.

Las nuevas funciones de las empresas distribuidoras son:

- Maniobrar y mantener la Red de Distribución.
- Atender las solicitudes de conexión a la red dentro de su zona.
- Ayudar, como proveedores, al control de la tensión de red.
- Atender en condiciones de igualdad la demanda de nuevos suministro eléctricos y la ampliación de las existentes.
- Dimensionar la red para atender la demanda, considerando las previsiones de crecimiento.

En el nuevo esquema del sistema eléctrico español aparecen los siguientes agentes:

- PRODUCTORES Y AUTOPRODUCTORES DE ELECTRICIDAD.
  - o Productores Régimen Ordinario.
  - o Productores Régimen Especial.
- COMERCIALIZADORAS:
  - o Comercializadoras Mercado Libre
  - o Comercializadoras Tarifa Último Recurso.
- CONSUMIDORES
  - o Consumidores Mercado Libre.
  - o Consumidores a Tarifa Último Recurso.
- DISTRIBUIDORES
  - o Distribución Media Tensión.
  - o Distribución Baja Tensión.
- OPERADOR DEL SISTEMA (Red Eléctrica de España)
- OPERADOR DEL MERCADO (OMEL)
- COMISIÓN NACIONAL DE LA ENERGÍA.

En la tabla siguiente se muestra, para cada actividad del sector eléctrico, los diferentes agentes que la desarrolla y su condición de regulada o liberalizada.

ACTIVIDAD	CLASIFICACION
<b>PRODUCCION</b>	
<i>Regimen ordinario</i>	Liberalizada
<i>Regimen especial</i>	Regulada/ Liberalizada
<i>Servicios complementarios</i>	Regulada/ Liberalizada
<b>REDES ELECTRICAS</b>	
<b>TRANSPORTE</b>	
<i>Planificación expansión</i>	Regulada
<i>Construcción</i>	Liberalizada
<i>Planificación mantenimiento</i>	Regulada
<i>Mantenimiento</i>	Liberalizada
<i>Operación del transporte</i>	Regulada
<b>DISTRIBUCION</b>	
<i>Planificación expansión</i>	Liberalizada
<i>Construcción</i>	Liberalizada
<i>Planificación mantenimiento</i>	Regulada
<i>Mantenimiento</i>	Regulada
<i>Operación de la distribución</i>	Regulada
<b>TRANSACCIONES</b>	
<b>MERCADO DE PRODUCCION</b>	
<i>Contratación estandarizada</i>	Liberalizada
<i>Contratación libre</i>	Liberalizada
<i>Intercambios internacionales</i>	Liberalizada
<b>MERCADO MINORISTA</b>	
<i>Ventas a consumidores a cualificados</i>	Liberalizada
<i>Ventas a consumidores a tarifa</i>	Regulada
<b>ACTIVIDADES SUPLEMENTARIAS</b>	
<i>Liquidaciones</i>	Regulada
<i>Facturación</i>	Regulada/ Liberalizada
<i>Medición</i>	Regulada
<b>COORDINACION</b>	
<b>OPERACIÓN TECNICA DEL SISTEMA</b>	Regulada
<b>OPERACIÓN ECONOMICA DEL MERCADO</b>	Regulada
<b>DEMANDA DE ELECTRICIDAD</b>	
<b>CONSUMIDORES A TARIFA INTEGRAL</b>	Regulada
<b>CONSUMIDORES CUALIFICADOS</b>	Liberalizada

TABLA 2.1. Actividades del sector eléctrico y condición de regulada o liberalizada.

ACTIVIDAD	AGENTE/INSTITUCION
<b>PRODUCCION</b>	
<i>Regimen ordinario</i>	Empresas Generadoras
<i>Regimen especial</i>	Productores en Régimen Especial
<i>Servicios complementarios</i>	Generadores/P.R.Especial/Consumidores
<b>REDES ELECTRICAS</b>	
<b>TRANSPORTE</b>	
<i>Planificación expansión</i>	Operador del Sistema
<i>Construcción</i>	Red Electrica,S.A. / E. Transportistas / Otras
<i>Planificación mantenimiento</i>	Operador del Sistema / Operador del Transporte
<i>Mantenimiento</i>	Empresas de Transporte
<i>Operación del transporte</i>	Red Electrica de España , S. A.
<b>DISTRIBUCION</b>	
<i>Planificación expansión</i>	Empresas Distribuidoras
<i>Construcción</i>	Empresas Distribuidoras
<i>Planificación mantenimiento</i>	Empresas Distribuidoras
<i>Mantenimiento</i>	Empresas Distribuidoras
<i>Operación de la distribución</i>	Empresas Distribuidoras
<b>TRANSACCIONES</b>	
<b>MERCADO DE PRODUCCION</b>	
<i>Contratación estandarizada</i>	Agentes del Mercado / OMEL
<i>Contratación libre</i>	Agentes del Mercado
<i>Intercambios internacionales</i>	Agentes del Mercado
<b>MERCADO MINORISTA</b>	
<i>Ventas a consumidores a cualificados</i>	Empresas Comercializadoras
<i>Ventas a consumidores a tarifa</i>	Empresas Distribuidoras
<b>ACTIVIDADES SUPLEMENTARIAS</b>	
<i>Liquidaciones</i>	OMEL / CNE
<i>Facturación</i>	Empresas Distribuidoras / E. Comercializadoras , Omel
<i>Medición</i>	Operador del Sistema / Empresas Distribuidoras
<b>COORDINACION</b>	
<b>OPERACIÓN TECNICA DEL SISTEMA</b>	Red Eléctrica de España , S.A.
<b>OPERACIÓN ECONOMICA DEL MERCADO</b>	Cia.Operadora del Mercado Español de Electricidad , S.A.(OMEL)
<b>DEMANDA DE ELECTRICIDAD</b>	
<b>CONSUMIDORES A TARIFA INTEGRAL</b>	Consumidores
<b>CONSUMIDORES CUALIFICADOS</b>	Consumidores

TABLA 2.2. Actividades del sector eléctrico y Agente que la desarrolla.

Como se ha visto en las tablas 2.1. y 2.2., las empresas distribuidoras se dedican a:

- La planificación de la expansión de las redes eléctricas.
- La construcción de redes eléctricas.
- La planificación del mantenimiento de las redes eléctricas.
- El mantenimiento de las redes eléctricas.
- La operación de la distribución de electricidad.

De todas las actividades del sector eléctrico que desarrollan las empresas distribuidoras, la planificación de la extensión de las redes eléctricas y la construcción de nuevas redes se encuentran liberalizadas. Esto quiere decir que, en algunas ocasiones, las líneas de distribución en baja tensión son realizadas por terceros y cedidas después a las empresas distribuidoras que se dedicarán al mantenimiento y operación de dichas líneas.

Para que una empresa distribuidora acepte la cesión de las redes de distribución realizadas por terceros, éstas deben estar realizadas conforme a su Normativa Técnica Particular.

La Normativa Técnica Particular de una empresa distribuidora en baja tensión recoge los mínimos exigibles por la empresa respecto al cálculo, diseño y ejecución de las líneas de distribución, las acometidas y las instalaciones de enlace de los consumidores.

Esta normativa particular está redactada siguiendo los mínimos que exige el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, sin embargo, en el propio reglamento se recoge, en su artículo nº14:

*“Las empresas distribuidoras podrán proponer especificaciones sobre la construcción y montaje de acometidas, líneas generales de alimentación, instalaciones de contadores y derivaciones individuales, señalando en ellas las condiciones técnicas de carácter concreto que sean precisas para conseguir mayor homogeneidad en las redes de distribución y las instalaciones de los abonados.*

*Dichas especificaciones deberán ajustarse, en cualquier caso, a los preceptos del Reglamento, y deberán ser aprobadas por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, en caso de que se limiten a su ámbito territorial, o por el Ministerio competente, en caso de aplicarse en más de una Comunidad Autónoma. Las normas particulares deberán publicarse en el correspondiente Boletín Oficial.”*

Cada una de las grandes empresas distribuidoras posee su propia Normativa Técnica Particular, y las empresas distribuidoras más modestas cuyas instalaciones de distribución están conectadas a las redes de otras empresas más grandes, dependen de la Normativa Técnica Particular de las empresas a las que están conectadas.

La figura 2.4. representa las zonas de influencia de las principales empresas distribuidoras, no obstante, las distintas empresas distribuidoras pueden construir líneas de distribución fuera de sus “fronteras” o zonas principales de influencia, por ejemplo en nuevos polígonos industriales.

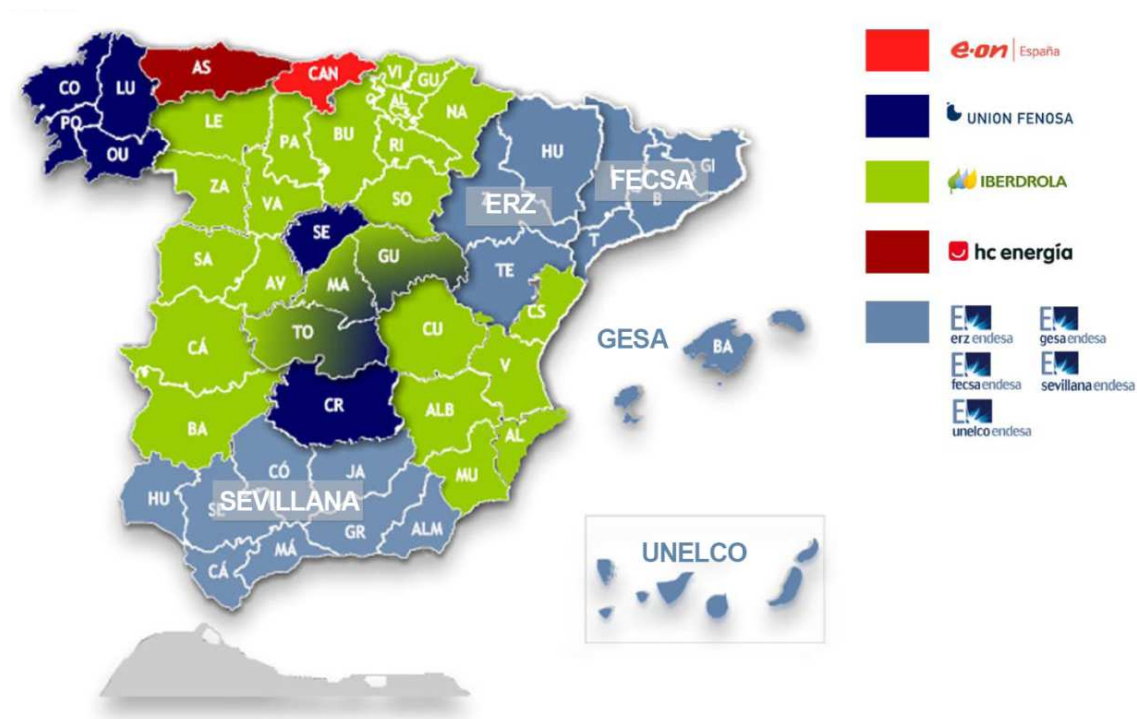


FIGURA 2.4. Zona de Influencia de las Principales Empresas Distribuidoras Españolas



Aunque existen registradas en el Ministerio de Industria un total de 349 empresas distribuidoras, las principales empresas de distribución en baja tensión son:

- ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.L. (Con sus distintas normativas en función de la zona geográfica):
  - o ERZ-ENDESA
  - o FECSA-ENDESA
  - o SEVILLANA ENDESA
  - o GESA ENDESA
  - o UNELCO ENDESA
- IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.
- UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN, S.A.
- HIDROCANTÁBRICO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A. (HC ENERGÍA)
- E.ON DISTRIBUCIÓN, S.L.

En la tabla 2.3. y en la figura 2.5. se puede observar la estructura de la distribución eléctrica en España según los datos de la CNE de 2010.

<b>Nº DE CONSUMIDORES POR EMPRESAS DISTRIBUIDORAS</b>		
	<b>Nº CONSUMIDORES</b>	<b>% MERCADO</b>
IBERDROLA	10.591.253	38,19%
ENDESA	10.196.454	36,76%
UNIÓN FENOSA	3.816.490	13,76%
H CANTÁBRICO	692.075	2,50%
E. ON	610.681	2,20%
RESTO DISTRIBUIDORAS	1.829.609	6,60%
TOTAL	27.736.562	

<b>ENERGÍA SUMINISTRADA POR EMPRESAS DISTRIBUIDORAS</b>		
	<b>ENERGÍA (GWh)</b>	<b>% MERCADO</b>
IBERDROLA	91.463	37,46%
ENDESA	90.620	37,11%
UNIÓN FENOSA	34.054	13,95%
H CANTÁBRICO	9.006	3,69%
E. ON	5.515	2,26%
RESTO DISTRIBUIDORAS	13.533	5,54%
TOTAL	244.191	

TABLA 2.3. Estructura del mercado eléctrico peninsular por empresas distribuidoras (CNE-2010)

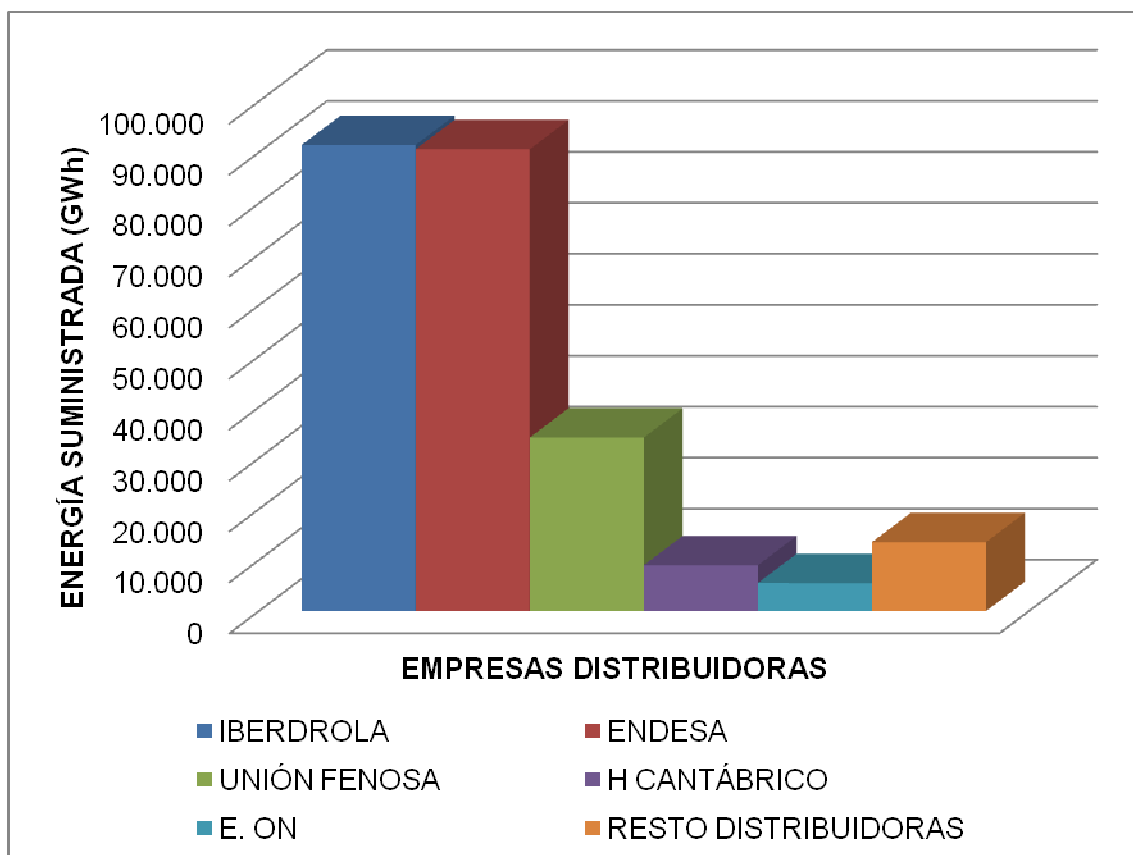
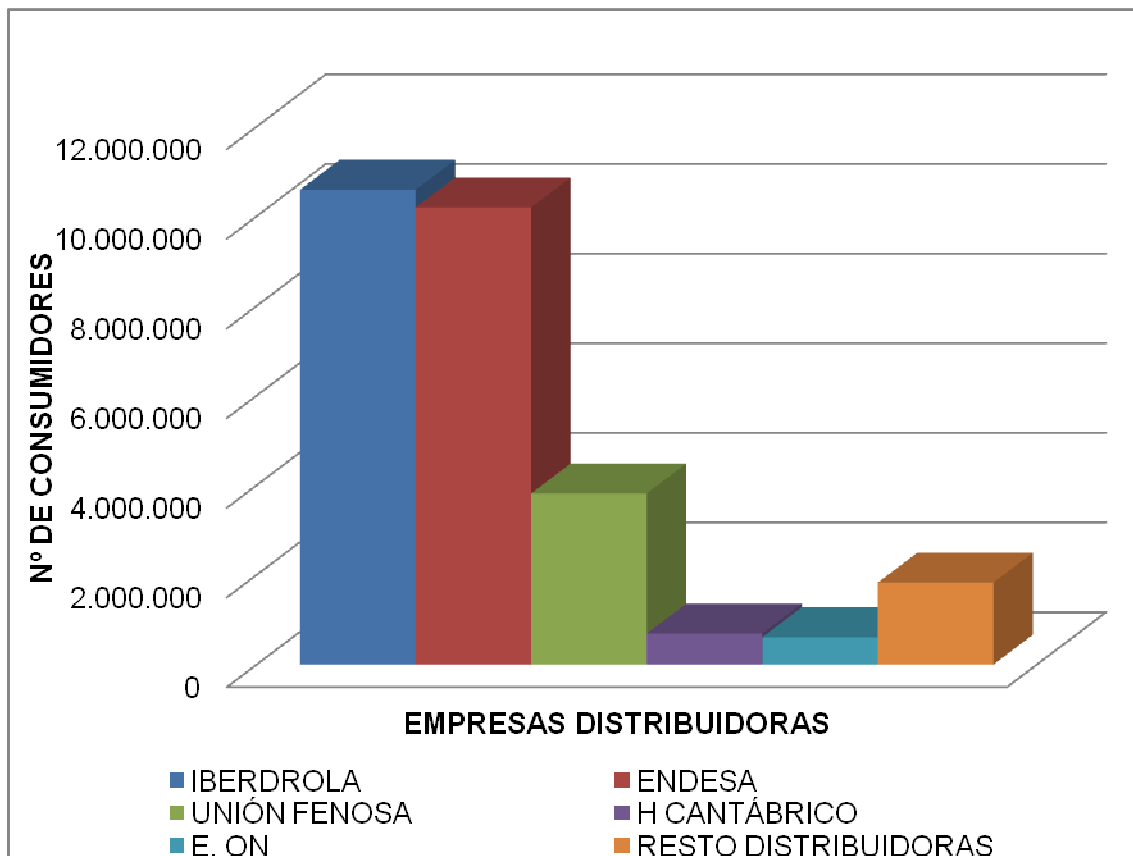


FIGURA 2.5. Estructura del mercado eléctrico peninsular por empresas distribuidoras (CNE-2010)

A lo largo del presente proyecto final de carrera se estudiarán las diferencias existentes entre las Normativas Técnicas Particulares de:

- Erz-Endesa
- Fecsa-Endesa
- Sevillana-Endesa
- Iberdrola
- Unión Fenosa

Como puede observarse dichas empresas distribuidoras cubren aproximadamente el 90% de los suministros peninsulares.



### 3. REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

Una red de distribución se define como la parte de la instalación eléctrica, normalmente propiedad de la empresa distribuidora que opera en la región, que transmite la electricidad entre el centro de transformación y la caja general de protección del suministro.

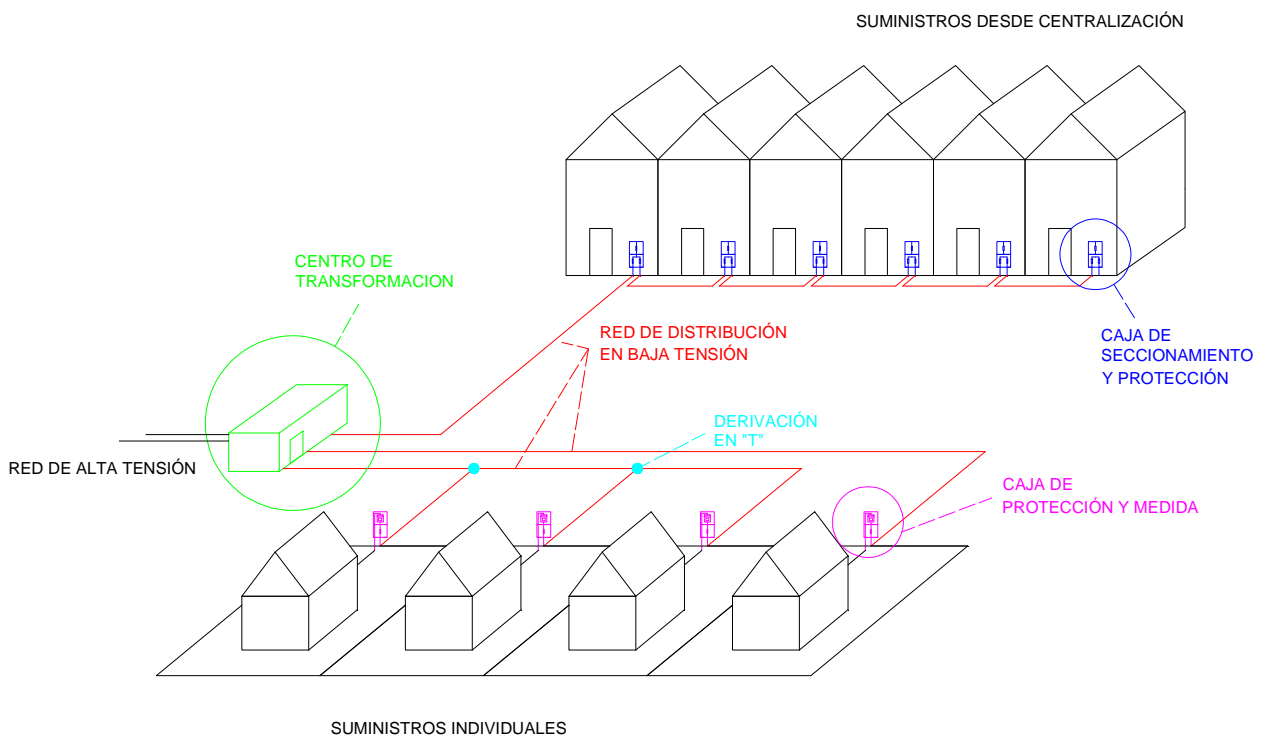


FIGURA 3.1. Esquema resumen de las Redes de Distribución en Baja Tensión

En la figura 3.1. se puede observar un esquema simplificado de una red de distribución en baja tensión desde el centro de transformación hasta los dispositivos de protección mediante derivaciones tipo "T", derivaciones mediante caja de seccionamiento con entrada y salida, y con alimentación directa desde el propio centro de transformación.

En algunos casos, las redes de distribución y las acometidas de baja tensión están construidas por la propia empresa de distribución, sin embargo, la mayor parte de las redes de distribución y de las acometidas son realizadas por terceros y cedidas a las empresas distribuidoras, pasando a formar parte de su red de distribución. Una vez realizada la cesión de la instalación, la empresa distribuidora se hace responsable de su explotación, operación y mantenimiento.

Para conseguir una mayor homogeneización de las redes de distribución, las empresas distribuidoras exigen, bajo el amparo del artículo 14 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), que las instalaciones de redes de distribución se realicen de acuerdo con su Normativa Técnica Particular (NTP).

Según su instalación, las redes de distribución pueden clasificarse en:

- REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION (LSBT):
  - o Directamente enterrados
  - o Bajo Tubo
  - o En galerías:
    - Galerías visitables
    - Galerías o zanjas Registrables
  - o En atarjeas o canales revisables.
  - o En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared.
  
- REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN (LABT)
  - o Posadas sobre fachadas
  - o Tensadas sobre apoyos

A lo largo de este capítulo se profundizará en el estudio comparativo de las características técnicas y económicas de las líneas subterráneas de baja tensión (LSBT) y las condiciones que deben cumplir según la Normativa Técnica Particular aplicable de la empresa distribuidora que opere en la zona donde va a ejecutarse la instalación:

- *ERZ-ENDESA*
- *FECSA-ENDESA*
- *SEVILLANA-ENDESA*
- *IBERDROLA*
- *UNIÓN FENOSA*

Por último, se realizará la resolución de un ejemplo de líneas de distribución subterránea de baja tensión según diferentes Normativas Técnicas Particulares de empresas distribuidoras, comprobando las principales diferencias existentes entre las distintas soluciones.

## 3.2. COMPARATIVA TÉCNICA DE NTP's PARA LSBT

---

A lo largo de este apartado, se realizará el estudio de las principales características técnicas que deben cumplir las líneas subterráneas de baja tensión según las Normativas Técnicas Particulares de las principales empresas distribuidoras.

Las empresas distribuidoras recogen en su Normativa Técnica Particular las condiciones técnicas que deben cumplir las instalaciones subterráneas instaladas en su zona de influencia en su cálculo, diseño, construcción y montaje. Concretamente, el alcance de dichas normativas particulares respecto a las líneas subterráneas es el siguiente:

- Método de cálculo de la previsión de carga:
  - o Previsión de carga de la línea.
  - o Previsión de carga del suministro individual.
  
- Características de los conductores a utilizar:
  - o Secciones permitidas.
  - o Materiales autorizados.
  - o Resistencia y reactancia a considerar en el cálculo.
  
- Tipos y características de los métodos de conducción de las líneas eléctricas.
  - o Canalizaciones permitidas.
  - o Características de las canalizaciones.
  
- Características mínimas de la instalación:
  - o Cruzamientos, proximidades y paralelismos.
  - o Puesta a tierra y continuidad del neutro.
  - o Tipo de derivación autorizada.
  
- Cálculo para el dimensionado de las líneas:
  - o Criterios de dimensionado.
  - o Coeficientes de corrección a aplicar en el cálculo.

Se ha elaborado una tabla comparativa en la que a primera vista el ingeniero proyectista y el instalador pueden observar las principales diferencias en el diseño y ejecución de las instalaciones de distribución subterránea. Dicha tabla comparativa se sirve de las características mínimas que marca el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, comparándolas con las que finalmente exigen las compañías distribuidoras.

A continuación se explican las variaciones respecto al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de una forma más detallada.

Se ha recopilado en el ANEXO 1 los métodos de previsión de carga, los métodos de cálculo de las líneas subterráneas y las características de las líneas, exigido por las compañías y por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. De esta forma, el presente proyecto final de carrera puede servir de base para la realización de un proyecto de distribución eléctrica en baja tensión, o la ejecución de las líneas por parte de un instalador.

## 3.2.1. TABLA DE VARIACIONES RESPECTO AL REBT

LSBT	NTP ERZ-ENDESA	NTP FECSA-ENDESA	NTP SEVILLANA ENDESA	NTP IBERDROLA	NTP UNIÓN FENOSA
	<b>PREVISIÓN DE CARGAS</b>				
· PREVISIÓN DE CARGA DE LA LINEA	■	■	■	■	■
· PREVISIÓN DE CARGAS DE CADA SUMINISTRO	■	■	■	■	■
<b>CONDUCTORES</b>					
· SECCIONES DE LOS CONDUCTORES	■	■	■	■	■
· MATERIAL DE LOS CONDUCTORES	■	■	■	■	■
· TENSION DE AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES	■	■	■	■	■
· SECCIÓN DEL NEUTRO	■	■	■	■	■
· RESISTENCIA Y REACTANCIA DEL CONDUCTOR	■	■	■	■	■
<b>CANALIZACIÓN</b>					
· DIRECTAMENTE ENTERRADOS	■	■	■	■	■
· CANALIZACIÓN BAJO TUBO	■	■	■	■	■
· EN GALERÍAS	■	■	■	■	■
· EN ATARJEAS O CANALES REVISABLES	■	■	■	■	■
· EN BANDEJAS, SOPORTES O PALOMILLAS	■	■	■	■	■
<b>REQUISITOS DE LA INSTALACIÓN</b>					
· CRUZAMIENTOS	■	■	■	■	■
· PROXIMIDADES	■	■	■	■	■
· PARALELISMOS	■	■	■	■	■
· PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO	■	■	■	■	■
· CONTINUIDAD DEL NEUTRO	■	■	■	■	■
· DERIVACIONES: "S": seccionamiento; "T": derivación en T	S/T	S	T	T	T
<b>DIMENSIONADO DE LAS LINEAS</b>					
· CRITERIO INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES	■	■	■	■	■
· COEFICIENTE DE CORRECCIÓN DE TEMPERATURA	■	■	■	■	■
· COEFICIENTE DE CORRECCIÓN DE RESISTIVIDAD TERMICA	■	■	■	■	■
· COEFICIENTE DE CORRECCIÓN DE PROFUNDIDAD DE ZANJA	■	■	■	■	■
· COEFICIENTE DE CORRECCIÓN DE AGRUPACIÓN DE CABLES	■	■	■	■	■
· COEFICIENTE DE CORRECCIÓN DE CABLE ENTUBADO	■	■	■	■	■
· CRITERIO DE LA POTENCIA A SUMINISTRAR	■	■	■	■	■
· CAIDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE	5%	7%	5%	5%	5%
· CRITERIO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO	■	■	■	■	■

■	Sin variaciones respecto al REBT
■	Con variaciones respecto al REBT

TABLA 3.1. Tabla Comparativa respecto al REBT para líneas subterráneas de distribución



### 3.2.2. NORMATIVA TÉCNICA PARTICULAR DE ERZ-ENDESA

Como puede observarse en la tabla 3.1. del apartado 3.2.1, las principales diferencias entre las características exigidas por ERZ-ENDESA y las características mínimas que exige el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y que por tanto hay que tener en cuenta en el momento de realizar un proyecto de distribución o llevar a cabo la ejecución de la instalación subterránea, son las siguientes:

- Previsión de Carga de la Línea:

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión no indica explícitamente el método de cálculo de la previsión de carga de las líneas de distribución, por lo que podría entenderse que su cálculo se puede realizar como suma de las potencias de cada acometida o suministro en particular que alimenta dicha línea, obteniendo estos valores utilizando los coeficientes de simultaneidad individual, según la ITC-BT-10.

$$P_{Tc} = P_{SUM.1} + P_{SUM.2} + \dots + P_{SUM.n}$$

Siendo:

- $P_{Tc}$ : Potencia total del circuito o línea subterránea.
- $P_{SUM.i}$ : Potencia individual de cada Suministro o acometida del edificio que alimenta la línea.i

El método detallado puede seguirse en el ANEXO 1, apartado 1.1, relativo al cálculo de la previsión de carga para una línea de baja tensión según el REBT.

Por otro lado, la Norma Técnica Particular de ERZ-ENDESA utiliza el denominado **Coefficiente de Simultaneidad de la Red de Baja Tensión** para determinar la Previsión de carga de las líneas de distribución.

$$Coef_{RBT} = \frac{P_{VIVIENDAS} + P_{LOCALES} + P_{INDUSTRIAS} + P_{SERV.GEN.} + P_{GARAJES}}{P_{SUM.1} + P_{SUM.2} + \dots + P_{SUM.n}} \geq 0,6$$

Siendo:

- $P_{VIVIENDAS}$ : Potencia debida a las viviendas que alimenta la línea subterránea.
- $P_{LOCALES}$ : Potencia debida a los locales que alimenta la línea subterránea.
- $P_{INDUSTRIAS}$ : Potencia debida a las industrias que alimenta la línea subterránea.
- $P_{SERV.GEN.}$ : Potencia debida a los servicios generales que alimenta la línea subterránea.
- $P_{GARAJES}$ : Potencia debida a los garajes que alimenta la línea subterránea.
- $P_{SUM.i}$ : Potencia individual de cada Suministro o acometida del edificio que alimenta la línea.

El procedimiento de cálculo de dicho coeficiente y su utilización puede consultarse de forma más detallada en el apartado 2.1. del ANEXO 1.

Por lo tanto, para el caso de instalaciones calculadas según la Normativa Técnica Particular de ERZ-ENDESA, hay que diferenciar entre:

- Coeficiente de Simultaneidad Particular de cada suministro
- Coeficiente de Simultaneidad de la Red de Baja Tensión.

En la figura 3.2. se puede observar de forma gráfica dónde hay que aplicar cada uno de los coeficientes anteriores.

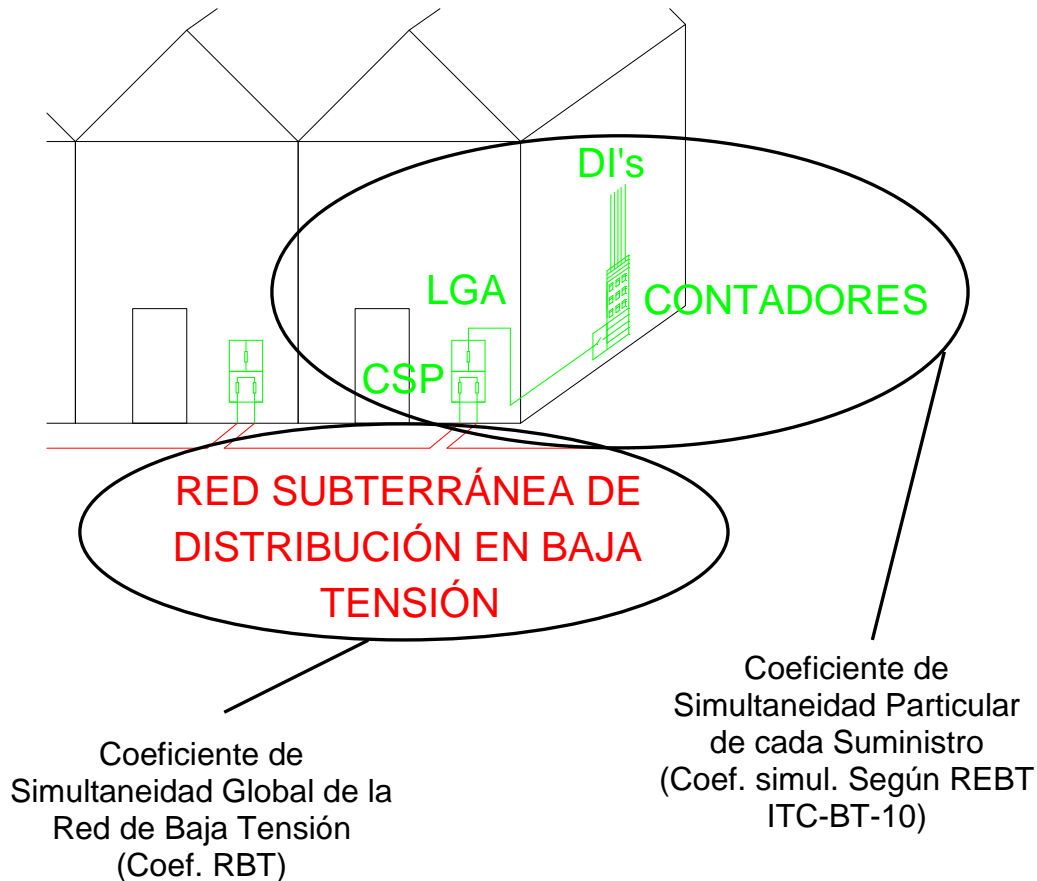


FIGURA 3.2. Coeficientes de simultaneidad a utilizar en función de la parte de la instalación a calcular

- Secciones de los Conductores:

Según la ITC-BT-07 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, dedicada a las redes subterráneas para distribución de baja tensión, está permitida la utilización de cable de un mínimo de  $6\text{mm}^2$  de sección para conductores de cobre y de  $16\text{mm}^2$  de sección para conductores de aluminio.

Sin embargo, la Norma Técnica Particular de ERZ-ENDESA indica que es de obligado cumplimiento la utilización de cable de  $240\text{mm}^2$  de aluminio para líneas principales y, como mínimo, de  $150\text{mm}^2$ ,  $95\text{mm}^2$  o  $50\text{mm}^2$  para acometidas subterráneas o líneas secundarias.

- Material de los Conductores:

Como ya se ha comentado anteriormente, el REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, mientras que la NTP de ERZ-ENDESA exige la utilización exclusiva de conductores de aluminio.

- Resistencia y Reactancia del Conductor:

La guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su anexo 2, nos describe el método de cálculo de la resistencia y la reactancia del conductor, indicando que dichos valores dependen de la temperatura del cable.

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

Siendo:

$$T = T_0 + (T_{MAX} - T_0) * \left( \frac{I}{I_{MAX}} \right)^2$$

- $\alpha$ : Coef. de Variación de resistencia por Temp. del conductor en  $^{\circ}\text{C}^{-1}$
- $\rho_T$ : Resistividad del Conductor a la Temperatura T.
- $\rho_{20}$ : Resistividad del conductor a  $20^{\circ}\text{C}$
- T: Temp. Real estimada en el conductor en  $^{\circ}\text{C}$
- $T_{MAX}$ : Temp. Máx. adm. para el conductor según tipo de aislamiento en  $^{\circ}\text{C}$
- $T_0$ : Temp. Ambiente del conductor en  $^{\circ}\text{C}$
- I: Intensidad Prevista en el conductor en amperios.
- $I_{MAX}$ : Intensidad Máxima Admisible para el conductor según tipo de Instalación en amperios.

MATERIAL	$\rho_{20}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\rho_{70}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\rho_{90}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\alpha$ ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
COBRE	0,018	0,021	0,023	0,00392
ALUMINIO	0,029	0,033	0,036	0,00403

TABLA 3.2. Resistividad del conductor en función de su temperatura según el REBT

Dicho procedimiento se recoge en el apartado 1.3.3. del ANEXO 1 del presente proyecto final de carrera.

La norma técnica particular de ERZ-ENDESA nos indica que a efectos de simplificar el cálculo, se adopten los siguientes valores de resistencia y reactancia de los conductores:

SECCION DEL CONDUCTOR	RESISTENCIA ( $\Omega$ /km)	REACTANCIA ( $\Omega$ /km)
50 mm <sup>2</sup> AL	0,64	0,09
95 mm <sup>2</sup> AL	0,32	0,08
150 mm <sup>2</sup> AL	0,21	0,08
240 mm <sup>2</sup> AL	0,13	0,08

*TABLA 3.3. Resistencia y Reactancia de los conductores a utilizar en el cálculo de líneas subterráneas según la Normativa Técnica Particular de ERZ-ENDESA*

- Canalizaciones Utilizadas:

Para líneas subterráneas de baja tensión, el REBT nos permite la utilización de las siguientes canalizaciones:

- Directamente enterrados
- En canalizaciones entubadas
- En galerías (visitables y registrables)
- En atarjeas o canales revisables
- En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared

La compañía distribuidora ERZ-ENDESA únicamente contempla la utilización de cables directamente enterrados o en canalizaciones entubadas.

- Puesta a Tierra del Neutro:

Según el REBT el conductor neutro debe estar puesto a tierra una vez cada 500m como mínimo, mientras que ERZ-ENDESA exige que como mínimo, dicha puesta a tierra se realice cada 200m y en todos los finales tanto de las líneas principales como de las líneas secundarias.

- Derivaciones de Líneas Secundarias:

El REBT no nos indica explícitamente los métodos de derivación de las acometidas o de líneas secundarias.

Como puede observarse de forma gráfica en la figura 3.3., ERZ-ENDESA exige que las acometidas y las derivaciones de líneas secundarias se efectúen preferiblemente mediante cajas de seccionamiento o cajas de distribución para urbanizaciones, sin embargo, para acometidas, es posible la utilización de derivaciones en "T" directamente desde la línea subterránea de baja tensión, siempre que se trate de consumos individuales de potencia menor o igual a 15kW y hasta un máximo de tres derivaciones en "T" entre dos cajas consecutivas. No obstante, este tipo de derivaciones se podrá utilizar de forma excepcional, siempre previa consulta a la compañía distribuidora.

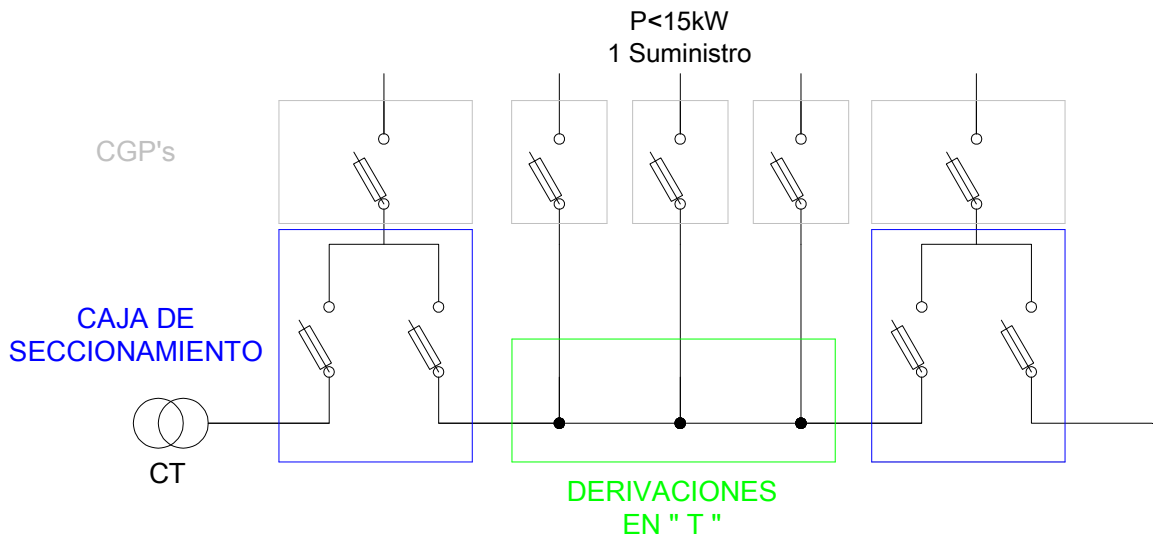


FIGURA 3.3. Esquema resumen de las derivaciones aceptadas por ERZ-ENDESA

- Coeficiente de Corrección de Profundidad de Zanja:

La compañía distribuidora ERZ-ENDESA no exige la utilización del coeficiente de corrección por profundidad de zanja. En el anexo 1, apartado 1.3.2., se recuerda, según el REBT, el coeficiente a utilizar.

- Coeficiente de Corrección de Cable Entubado:

Según el REBT, los coeficientes de corrección a utilizar para líneas bajo tubo son:

- 0.8 para líneas en interior de un mismo tubo
- 0.9 para líneas con cables unipolares situados en sendos tubos
- 1 para canalizaciones bajo tubo que no superen los 15m, utilizando aglomerados especiales.

En el caso de líneas subterráneas bajo tubo en zonas pertenecientes a la distribuidora ERZ-ENDESA, los coeficientes de corrección a utilizar son:

- 0.8 para el caso general de canalizaciones entubadas.
- 0.85 en caso de que las canalizaciones entubadas se correspondan únicamente con los cruces de calzada o vados de entrada de vehículos.

- Criterio de la Potencia a Suministrar:

ERZ-ENDESA exige, como indica en su Norma Técnica Particular, el cálculo de las líneas subterráneas de Baja Tensión utilizando el *Criterio del Momento Eléctrico*, además de los criterios de intensidad máxima admisible del conductor y de caída de tensión máxima.

$$M = \frac{P * L}{2} \quad M_1 = \frac{U^2}{10^5 * (R + X * tg \varphi)}$$

$$\Delta U = \frac{M}{M_1}$$

Sección del conductor	Valores de $M_1$ (kW/km), a 25°C		
	Cos $\varphi$ =1	Cos $\varphi$ =0,9	Cos $\varphi$ =0,8
50 mm <sup>2</sup>	2,50	2,34	2,08
95 mm <sup>2</sup>	5,00	4,46	4,21
150 mm <sup>2</sup>	7,62	6,42	5,93
240 mm <sup>2</sup>	12,32	9,48	8,42

TABLA 3.4. Valores del momento eléctrico de la línea de distribución para distintos valores del factor de potencia según la Normativa Técnica Particular de ERZ-ENDESA

El procedimiento de cálculo de líneas mediante este criterio, puede consultarse en el apartado 2.3.4. del ANEXO 1 del presente proyecto final de carrera.

- Caída de Tensión Máxima Admisible:

El REBT no nos indica la caída de tensión máxima admisible en Líneas Subterráneas de baja tensión. Deja su límite a la elección por parte de la compañía distribuidora.

ERZ-ENDESA exige como criterio de cálculo para determinar la sección del conductor que la caída de tensión en la línea debe ser inferior al 5% de la tensión nominal.

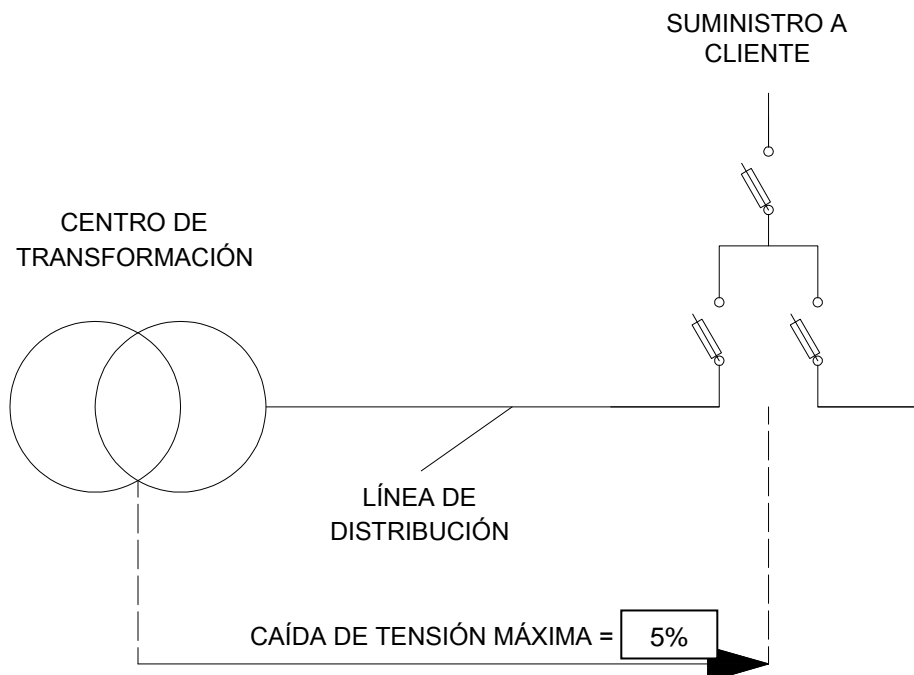


FIGURA 3.4. Caída de Tensión Máxima Admisible en la Línea aceptado por ERZ-ENDESA

### 3.2.3. NORMATIVA TÉCNICA PARTICULAR DE FECSA-ENDESA

Como puede observarse en la tabla 3.1. del apartado 3.2.1, las principales diferencias entre las características exigidas por FECSA-ENDESA y las características mínimas que exige el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y que por tanto hay que tener en cuenta en el momento de realizar un proyecto de distribución o llevar a cabo la ejecución de la instalación subterránea, son las siguientes:

- Secciones de los Conductores:

Según la ITC-BT-07 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, dedicada a las redes subterráneas para distribución de baja tensión, está permitida la utilización de cable de un mínimo de 6mm<sup>2</sup> para conductores de cobre y de 16mm<sup>2</sup> para conductores de Aluminio.

Sin embargo, la norma técnica particular de FECSA-ENDESA exige la utilización de cable de aluminio de 240mm<sup>2</sup> para las fases y de cable de aluminio de 150mm<sup>2</sup> para el neutro.

- Material de los Conductores

Como ya se ha comentado anteriormente, el REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, mientras que la NTP de FECSA-ENDESA exige la utilización exclusiva de conductores de aluminio.

- Resistencia y Reactancia del Conductor:

La guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su anexo 2, nos describe el método de cálculo de la resistencia y la reactancia del conductor, indicando que dichos valores dependen de la temperatura del cable.

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

Siendo:

$$T = T_0 + (T_{MAX} - T_0) * \left( \frac{I}{I_{MAX}} \right)^2$$

- $\alpha$ : Coef. de Variación de resistencia por Temp. del conductor en °C<sup>-1</sup>
- $\rho_T$ : Resistividad del Conductor a la Temperatura T.
- $\rho_{20}$ : Resistividad del conductor a 20°C
- T: Temp. Real estimada en el conductor en °C
- $T_{MAX}$ : Temp. Máx. adm. para el conductor según tipo de aislamiento en °C
- $T_0$ : Temp. Ambiente del conductor en °C
- I: Intensidad Prevista en el conductor en amperios
- $I_{MAX}$ : Intensidad Máxima Admisible para el conductor según tipo de Instalación en amperios

MATERIAL	$\rho_{20}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\rho_{70}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\rho_{90}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\alpha$ ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
COBRE	0,018	0,021	0,023	0,00392
ALUMINIO	0,029	0,033	0,036	0,00403

TABLA 3.5. Resistividad del conductor en función de su temperatura según el REBT

Dicho procedimiento se recoge en el apartado 1.3.3. del ANEXO 1 del presente proyecto final de carrera.

La Norma Técnica Particular de FECSA-ENDESA nos indica que a efectos de simplificar el cálculo, se adopten los siguientes valores de resistencia y reactancia de los conductores:

SECCION DEL CONDUCTOR	RESISTENCIA ( $\Omega/\text{km}$ )	REACTANCIA ( $\Omega/\text{km}$ )
150 AL	0,21	0,08
240 AL	0,13	0,08

TABLA 3.6. Resistencia y Reactancia de los conductores a utilizar en el cálculo de líneas subterráneas según la Normativa Técnica Particular de FECSA-ENDESA

- Canalizaciones Utilizadas:

Para líneas subterráneas de baja tensión, el REBT nos permite la utilización de las siguientes canalizaciones:

- Directamente enterrados
- En canalizaciones entubadas
- En galerías (visitables y registrables)
- En atarjeas o canales revisables
- En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared

La compañía distribuidora FECSA-ENDESA únicamente contempla la utilización de cables directamente enterrados o en canalizaciones entubadas.

- Puesta a Tierra del Neutro:

Según el REBT el conductor neutro debe estar puesto a tierra una vez cada 500m como mínimo, mientras que FECSA-ENDESA exige que como mínimo, dicha puesta a tierra se realice cada 200m, y en todos los finales tanto de las líneas principales como de las líneas secundarias.

- Derivaciones de Líneas Secundarias:

El REBT no nos indica explícitamente los métodos de derivación de las acometidas o de líneas secundarias.



Como puede observarse en la figura 3.5., FECSA-ENDESA indica que las acometidas y las derivaciones de líneas secundarias se efectuarán mediante cajas de seccionamiento o cajas de distribución para urbanizaciones.

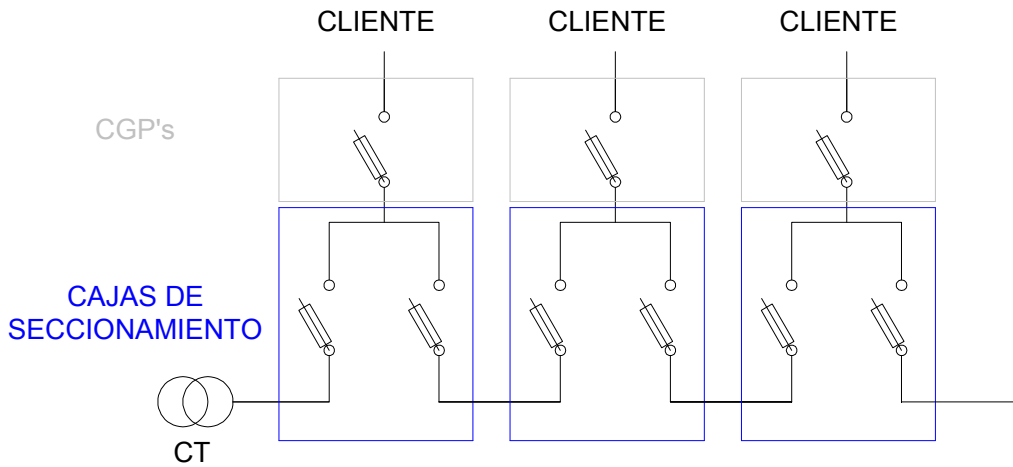


FIGURA 3.5. Esquema resumen de las derivaciones aceptadas por FECSA-ENDESA

- Coeficiente de Corrección de Cable Entubado:

Según el REBT, los coeficientes de corrección a utilizar para líneas bajo tubo son:

- 0.8 para líneas en interior de un mismo tubo
- 0.9 para líneas con cables unipolares situados en sendos tubos
- 1 para canalizaciones bajo tubo que no superen los 15m, utilizando aglomerados especiales.

En el caso de líneas subterráneas bajo tubo en zonas pertenecientes a la distribuidora FECSA-ENDESA, los coeficientes de corrección a utilizar son:

- 0.8 para en caso general de canalizaciones entubadas
- 0.85 en caso de que las canalizaciones entubadas se correspondan únicamente con los cruces de calzada o vados de entrada de vehículos.

- Criterio de la Potencia a Suministrar:

FECSA-ENDESA exige, como indica en su Norma Técnica Particular, el cálculo de las líneas subterráneas de Baja Tensión utilizando el *Criterio del Momento Eléctrico*, además de los criterios de intensidad máxima admisible del conductor y de caída de tensión.

$$M = \frac{P * L}{2} \qquad M_1 = \frac{U^2}{10^5 * (R + X * tg \varphi)}$$

$$\Delta U = \frac{M}{M_1}$$

Sección del conductor	Valores de $M_1$ (kW/km), a 25°C		
	$\text{Cos}\phi=1$	$\text{Cos}\phi=0,9$	$\text{Cos}\phi=0,8$
150 mm <sup>2</sup>	7,59	6,40	5,90
240 mm <sup>2</sup>	12,26	9,45	8,39

TABLA 3.7. Valores del momento eléctrico de la línea de distribución para distintos valores del factor de potencia según la Normativa Técnica Particular de FECSA-ENDESA

El procedimiento de cálculo de líneas mediante este criterio, puede consultarse en el apartado 3.3.4. de ANEXO 1 del presente proyecto final de carrera.

- Caída de Tensión Máxima Admisible:

El REBT no nos indica la caída de tensión máxima admisible en Líneas Subterráneas de baja tensión. Deja su límite a la elección por parte de la compañía distribuidora.

FECSA-ENDESA exige como criterio de cálculo para determinar la sección del conductor que la caída de tensión en éste debe ser inferior al 7% de la tensión nominal.

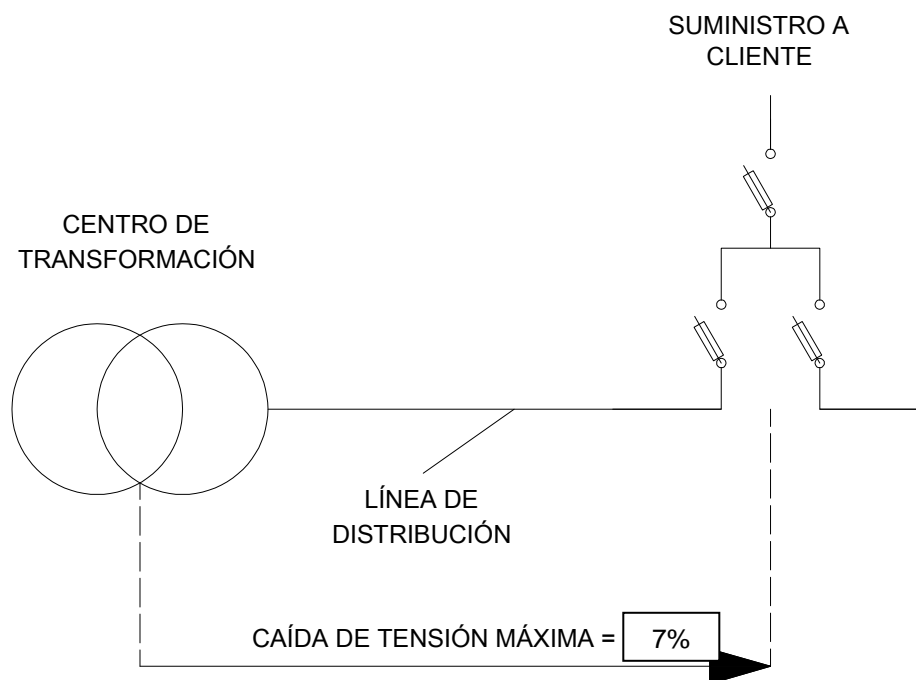


FIGURA 3.6. Caída de Tensión Máxima Admisible en la Línea aceptado por FECSA-ENDESA

### 3.2.4. NORMATIVA TÉCNICA PARTICULAR DE SEVILLANA-ENDESA

Como puede observarse en la tabla 3.1. del apartado 3.2.1, las principales diferencias entre las características exigidas por SEVILLANA-ENDESA y las características mínimas que exige el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y que por tanto hay que tener en cuenta en el momento de realizar un proyecto de distribución o llevar a cabo la ejecución de la instalación subterránea, son las siguientes:

- Previsión de Carga de la Línea:

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión no indica explícitamente el método de cálculo de la previsión de carga de las líneas de distribución, por lo que podría entenderse que su cálculo se puede realizar como suma de las potencias de cada acometida o suministro en particular que alimenta dicha línea, obteniendo estos valores utilizando los coeficientes de simultaneidad individual, según la ITC-BT-10.

$$P_{Tc} = P_{SUM.1} + P_{SUM.2} + \dots + P_{SUM.n}$$

Siendo:

- $P_{Tc}$ : Potencia total del circuito o línea subterránea.
- $P_{SUM.i}$ : Potencia individual de cada Suministro o acometida del edificio que alimenta la línea.i

El método detallado puede seguirse en el ANEXO 1, apartado 1.1, relativo al cálculo de la previsión de carga para una línea de Baja Tensión.

Por otro lado, la NTP de SEVILLANA-ENDESA nos indica que para realizar la previsión de cargas de las líneas subterráneas de distribución en baja tensión en las áreas residenciales e industriales debemos basarnos en el método indicado en la Instrucción de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía con fecha 14-10-2004, publicado en el BOJA de 5 de noviembre del mismo año.

Según nos indica la Instrucción de Industria, la potencia prevista en las líneas de baja tensión, a tener en cuenta para dimensionar la instalación de distribución en baja tensión, será, para cada línea, la obtenida al considerar un coeficiente de simultaneidad de 0,8 sobre la suma de las potencias previstas en las C.G.P. (acometida o suministro) que alimente, siempre que el número de éstas no sea inferior a cuatro. En el caso de que el número de C.G.P. alimentadas por la línea sea inferior a cuatro, el coeficiente a considerar será la unidad. Por tanto:

- Si el número de C.G.P's < 4:

$$P_{Tc} = P_{SUM.1} + P_{SUM.2} + \dots + P_{SUM.n}$$

- Si el número de C.G.P's  $\geq$  4:

$$P_{Tc} = 0,8 * (P_{SUM.1} + P_{SUM.2} + \dots + P_{SUM.n})$$

Cada suministro se calculará como se indica en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción Técnica Complementaria nº10, dependiendo del tipo de suministro o uso final de la instalación.

Siendo:

- $P_{TC}$ : Potencia total del circuito o línea subterránea.
- $P_{SUM.i}$ : Potencia individual de cada Suministro o acometida del edificio que alimenta la línea.i

$$P_{SUMi} = P_{VIVIENDAS} + P_{SERV.GEN} + P_{LOCALES} + P_{GARAJES} + P_{INDUSTRIAS}$$

- $P_{VIVIENDAS}$ : Potencia debida a las viviendas en el suministro i.
- $P_{LOCALES}$ : Potencia debida a los locales en el suministro i.
- $P_{INDUSTRIAS}$ : Potencia debida a las industrias en el suministro i.
- $P_{SERV.GEN.}$ : Potencia debida a los servicios generales en el suministro i.
- $P_{GARAJES.}$ : Potencia debida a los garajes en el suministro i.

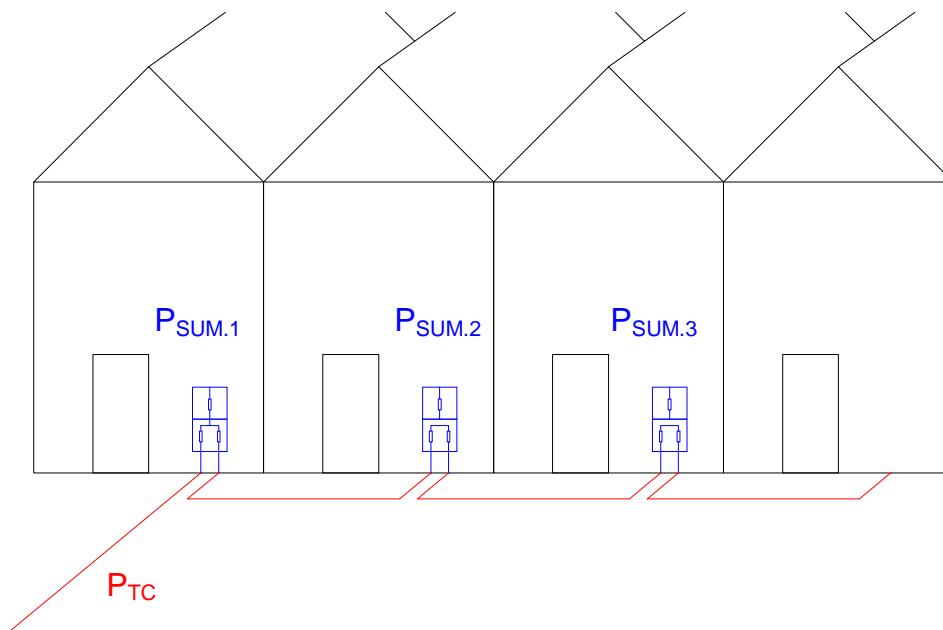


FIGURA 3.7. Esquema resumen de cálculo de la potencia de la Red de distribución según SEVILLANA-ENDESA

- Secciones de los Conductores:

Según la ITC-BT-07 dedicada a las redes subterráneas para distribución de baja tensión está permitida la utilización de cable de un mínimo de  $6\text{mm}^2$  de sección para conductores de cobre y de  $16\text{mm}^2$  para conductores de Aluminio.

Sin embargo, la Norma Técnica Particular de SEVILLANA-ENDESA exige la utilización de cable de aluminio de  $150$  y  $240\text{mm}^2$  para las fases y de cable de aluminio de  $95$  y  $150\text{mm}^2$  para el neutro. Para acometidas también podrán

emplearse secciones de 95 y 50mm<sup>2</sup> para las fases, siendo en estos dos casos la sección del neutro de 50mm<sup>2</sup>.

- Material de los Conductores:

Como ya he comentado anteriormente, el REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, mientras que la NTP de SEVILLANA-ENDESA exige la utilización exclusiva de conductores de aluminio.

- Canalizaciones Utilizadas:

Para líneas subterráneas de baja tensión, el REBT nos permite la utilización de las siguientes canalizaciones:

- Directamente enterrados
- En canalizaciones entubadas
- En galerías (visitables y registrables)
- En atarjeas o canales revisables
- En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared

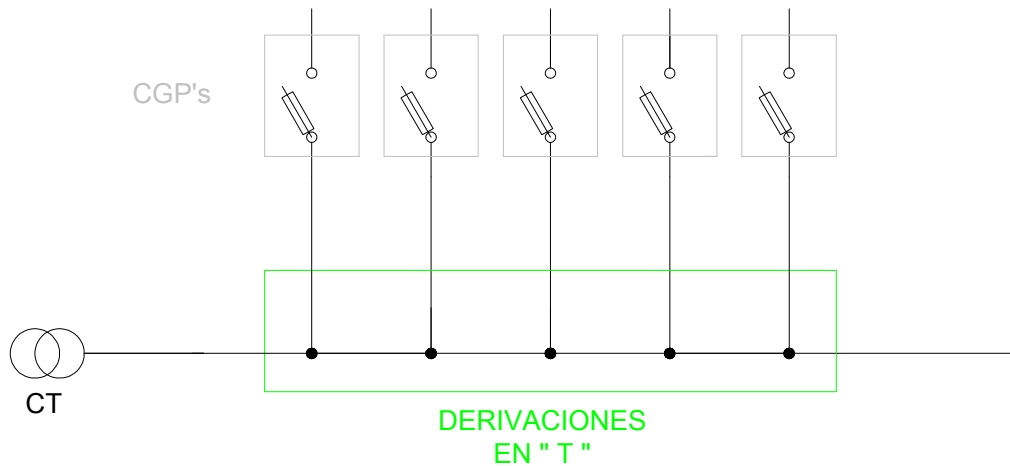
La compañía distribuidora SEVILLANA-ENDESA únicamente contempla la utilización de cables en canalizaciones entubadas, utilizando tubos de 160mm de diámetro.

- Puesta a Tierra del Neutro:

Según el REBT el conductor neutro debe estar puesto a tierra una vez cada 500m como mínimo, mientras que SEVILLANA-ENDESA exige que como mínimo, dicha puesta a tierra se realice cada 200m y en todos los finales tanto de las líneas principales como de las líneas secundarias.

- Derivaciones de Líneas Secundarias:

El REBT no nos indica explícitamente los métodos de derivación de las acometidas o de líneas secundarias.



*FIGURA 3.8. Esquema resumen de las derivaciones aceptadas por SEVILLANA-ENDESA*

Como puede observarse en la figura 3.8., SEVILLANA-ENDESA indica que las acometidas y las derivaciones de líneas secundarias se efectuarán preferiblemente mediante derivaciones en "T" directamente desde la línea subterránea de baja tensión.

En ciertas ocasiones podrán utilizarse derivaciones con caja de seccionamiento.

- Caída de Tensión Máxima Admisible:

El REBT no nos indica la caída de tensión máxima admisible en Líneas Subterráneas de baja tensión. Deja su límite a la elección por parte de la compañía distribuidora.

SEVILLANA-ENDESA exige como criterio de cálculo para determinar la sección del conductor que la caída de tensión en éste debe ser inferior al 5% de la tensión nominal.

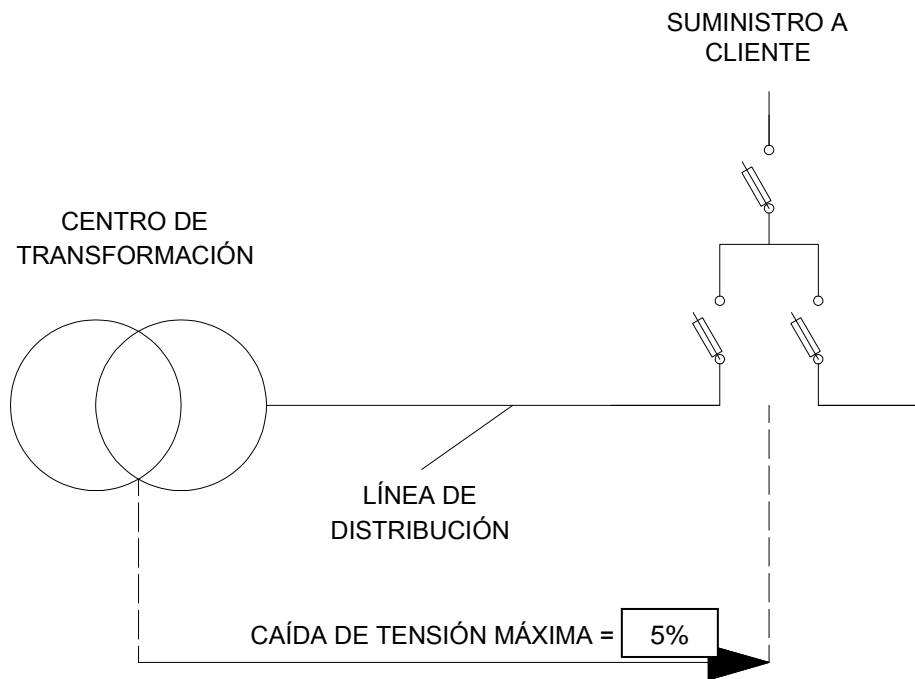


FIGURA 3.9. Caída de Tensión Máxima Admisible en la Línea aceptado por SEVILLANA-ENDESA

### 3.2.5. NORMATIVA TÉCNICA PARTICULAR DE IBERDROLA

Como puede observarse en la tabla 3.1. del apartado 3.2.1, las principales diferencias entre las características exigidas por IBERDROLA y las características mínimas que exige el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y que por tanto hay que tener en cuenta en el momento de realizar un proyecto de distribución o llevar a cabo la ejecución de la instalación subterránea, son las siguientes:

- Secciones de los Conductores:

Según la ITC-BT-07 dedicada a las redes subterráneas para distribución de baja tensión está permitida la utilización de cable de un mínimo de 6mm<sup>2</sup> para conductores de cobre y de 16mm<sup>2</sup> para conductores de Aluminio.

Sin embargo, la Norma Técnica Particular de IBERDROLA exige la utilización de cable de aluminio de 150 y 240mm<sup>2</sup> para las líneas principales. Para derivaciones secundarias también podrán emplearse secciones de 95mm<sup>2</sup> para las fases, siendo en este caso la sección del neutro de 50mm<sup>2</sup>. Para acometidas se podrá utilizar cables con secciones de 50mm<sup>2</sup> para las fases y el neutro.

- Material de los Conductores:

Como ya he comentado anteriormente, el REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, mientras que la NTP de IBERDROLA exige la utilización exclusiva de conductores de aluminio.

- Resistencia y Reactancia del Conductor:

La guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su anexo 2, nos describe el método de cálculo de la resistencia y la reactancia del conductor, indicando que dichos valores dependen de la temperatura del cable.

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

Siendo:

$$T = T_0 + (T_{MAX} - T_0) * \left( \frac{I}{I_{MAX}} \right)^2$$

- $\alpha$ : Coef. de Variación de resistencia por Temp. del conductor en °C<sup>-1</sup>
- $\rho_T$ : Resistividad del Conductor a la Temperatura T.
- $\rho_{20}$ : Resistividad del conductor a 20°C
- T: Temp. Real estimada en el conductor en °C
- $T_{MAX}$ : Temp. Máx. adm. para el conductor según tipo de aislamiento en °C
- $T_0$ : Temp. Ambiente del conductor en °C
- I: Intensidad Prevista en el conductor en amperios
- $I_{MAX}$ : Intensidad Máxima Admisible para el conductor según tipo de Instalación en amperios



MATERIAL	$\rho_{20}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\rho_{70}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\rho_{90}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\alpha$ ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
COBRE	0,018	0,021	0,023	0,00392
ALUMINIO	0,029	0,033	0,036	0,00403

TABLA 3.8. Resistividad del conductor en función de su temperatura según el REBT

Dicho procedimiento se recoge en el apartado 1.3.3. del ANEXO 1 del presente proyecto final de carrera.

La Norma Técnica Particular de IBERDROLA nos indica que a efectos de simplificar el cálculo, se adopten los siguientes valores de resistencia y reactancia de los conductores:

SECCION DEL CONDUCTOR	RESISTENCIA ( $\Omega/\text{km}$ )	REACTANCIA ( $\Omega/\text{km}$ )
50 AL	0,641	0,080
95 AL	0,320	0,076
150 AL	0,206	0,075
240 AL	0,125	0,070

TABLA 3.9. Resistencia y Reactancia de los conductores a utilizar en el cálculo de líneas subterráneas según la Normativa Técnica Particular de IBERDROLA

- Canalizaciones Utilizadas:

Para líneas subterráneas de baja tensión, el REBT nos permite la utilización de las siguientes canalizaciones:

- Directamente enterrados
- En canalizaciones entubadas
- En galerías (visitables y registrables)
- En atarjeas o canales revisables
- En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared

La compañía distribuidora IBERDROLA S.A. admite la instalación de cables directamente enterrados solamente en zonas no urbanas, para el resto de instalaciones se utilizarán canalizaciones entubadas.

- Derivaciones de Líneas Secundarias:

El REBT no nos indica explícitamente los métodos de derivación de las acometidas o de líneas secundarias.

IBERDROLA indica que las acometidas y las derivaciones de líneas secundarias se efectuarán preferiblemente mediante derivaciones en "T" directamente desde la línea subterránea de baja tensión.

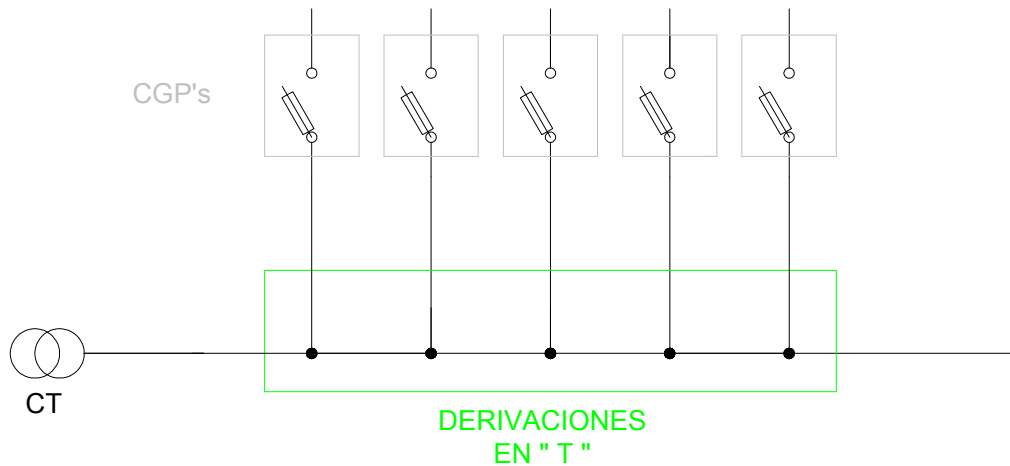


FIGURA 3.10. Esquema resumen de las derivaciones aceptadas por IBERDROLA

En ciertas ocasiones podrán utilizarse derivaciones con caja de seccionamiento.

- Criterio de Intensidades Máximas Admisibles:

El REBT nos indica, en la ITC-BT-07 la intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada.

SECCION NOMINAL mm2	CABLES UNIPOLARES			CABLES MULTIPOLARES		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

TABLA 3.10. Intensidad Máxima Admisible por conductores de aluminio en canalización enterrada según el REBT.

La tabla 3.7. nos indica la intensidad máxima admisible por conductores de aluminio en canalización enterrada para las siguientes condiciones:

- Tª del terreno: 25°C.
- Profundidad de la instalación: 0.70m.
- Resistividad térmica del terreno: 1 K·m/W.

La NTP de IBERDROLA nos indica que a efectos de cálculo se tomen los valores correspondientes suponiendo una Resistencia Térmica del Terreno de 1,5 K.m/W.

SECCION DEL CONDUCTOR	INT. MAX. ADMISIBLE 25°C	
	ENTERRADO	BAJO TUBO
50 AL	135	115
95 AL	200	175
150 AL	260	230
240 AL	340	305

TABLA 3.11. Intensidad Máxima Admisible por conductores de aluminio en canalización enterrada según la normativa Técnica Particular de IBERDROLA..

- Caída de Tensión Máxima Admisible:

El REBT no nos indica la caída de tensión máxima admisible en Líneas Subterráneas de baja tensión. Deja su límite a la elección por parte de la compañía distribuidora.

IBERDROLA exige como criterio de cálculo para determinar la sección del conductor que la caída de tensión en éste debe ser inferior al 5% de la tensión nominal.

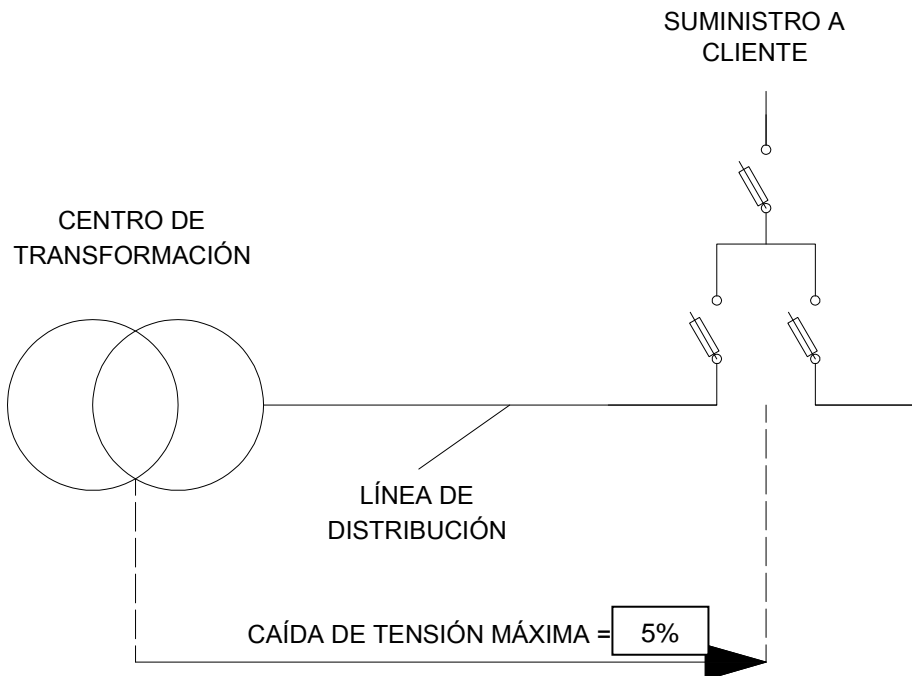


FIGURA 3.11. Caída de Tensión Máxima Admisible en la Línea aceptado por IBERDROLA

### 3.2.6. NORMATIVA TÉCNICA PARTICULAR DE UNIÓN FENOSA

Como puede observarse en la tabla 3.1. del apartado 3.2.1, las principales diferencias entre las características exigidas por UNIÓN FENOSA y las características mínimas que exige el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y que por tanto hay que tener en cuenta en el momento de realizar un proyecto de distribución o llevar a cabo la ejecución de la instalación subterránea, son las siguientes:

- Secciones de los Conductores:

Según la ITC-BT-07 dedicada a las redes subterráneas para distribución de baja tensión está permitida la utilización de cable de un mínimo de 6mm<sup>2</sup> de sección para conductores de cobre y de 16mm<sup>2</sup> para conductores de Aluminio.

Sin embargo, la Norma Técnica Particular de UNIÓN FENOSA exige la utilización de cable de aluminio de 150 y 240mm<sup>2</sup> para las líneas principales. Para derivaciones y acometidas secundarias también podrán emplearse secciones de 95 y 50mm<sup>2</sup> para las fases.

- Material de los Conductores:

Como ya he comentado anteriormente, el REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, mientras que la NTP de UNIÓN FENOSA exige la utilización exclusiva de conductores de aluminio.

- Sección del Neutro:

El REBT nos indica, en la tabla 1 de la ITC-BT-07 las secciones mínimas del neutro en función de los conductores de fase. Como puede observarse en la tabla 3.9., es posible reducir el neutro en redes de distribución.

CONDUCTORES DE FASE (mm <sup>2</sup> )	SECCIÓN DEL NEUTRO (mm <sup>2</sup> )
6 (Cu)	6
10(Cu)	10
16(Cu)	10
16(Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

TABLA 3.12. Secciones de las fases y del neutro autorizadas según el REBT

Sin embargo, según la NTP de UNIÓN FENOSA, la sección del neutro debe ser en todo caso la misma que la de los conductores de fase.

$$S_{NEUTRO} = S_{FASES}$$

- Resistencia y Reactancia del Conductor:

La guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su anexo 2, nos describe el método de cálculo de la resistencia y la reactancia del conductor, indicando que dichos valores dependen de la temperatura del cable.

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

Siendo:

$$T = T_0 + (T_{MAX} - T_0) * \left( \frac{I}{I_{MAX}} \right)^2$$

- $\alpha$ : Coef. de Variación de resistencia por Temp. del conductor en  $^{\circ}\text{C}^{-1}$
- $\rho_T$ : Resistividad del Conductor a la Temperatura T.
- $\rho_{20}$ : Resistividad del conductor a 20 $^{\circ}\text{C}$
- T: Temp. Real estimada en el conductor en  $^{\circ}\text{C}$
- $T_{MAX}$ : Temp. Máx. adm. para el conductor según tipo de aislamiento en  $^{\circ}\text{C}$
- $T_0$ : Temp. Ambiente del conductor en  $^{\circ}\text{C}$
- I: Intensidad Prevista en el conductor en amperios
- $I_{MAX}$ : Intensidad Máxima Admisible para el conductor según tipo de Instalación en amperios

MATERIAL	$\rho_{20}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\rho_{70}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\rho_{90}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\alpha$ ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
COBRE	0,018	0,021	0,023	0,00392
ALUMINIO	0,029	0,033	0,036	0,00403

TABLA 3.13. Resistividad del conductor en función de su temperatura según el REBT

Dicho procedimiento se recoge en el apartado 1.3.3. del ANEXO 1 del presente proyecto final de carrera.

La Norma Técnica Particular de UNIÓN FENOSA nos indica que a efectos de simplificar el cálculo, se adopten los valores de resistencia y reactancia de los conductores a 90 $^{\circ}\text{C}$ .

SECCION DEL CONDUCTOR	RESISTENCIA A 90°C ( $\Omega/\text{km}$ )	REACTANCIA A 90°C ( $\Omega/\text{km}$ )
50 AL	0,821	0,107
95 AL	0,410	0,100
150 AL	0,264	0,098
240 AL	0,160	0,094

TABLA 3.14. Resistencia y Reactancia de los conductores a utilizar en el cálculo de líneas subterráneas según la Normativa Técnica Particular de UNIÓN FENOSA

- Canalizaciones Utilizadas:

Para líneas subterráneas de baja tensión, el REBT nos permite la utilización de las siguientes canalizaciones:

- Directamente enterrados
- En canalizaciones entubadas
- En galerías (visitables y registrables)
- En atarjeas o canales revisables
- En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared

La compañía distribuidora UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A. admite las siguientes canalizaciones:

- Directamente enterrados
- En canalizaciones entubadas
- En galerías

- Derivaciones de Líneas Secundarias:

El REBT no nos indica explícitamente los métodos de derivación de las acometidas o de líneas secundarias.

UNIÓN FENOSA indica que las acometidas y las derivaciones de líneas secundarias se efectuarán preferiblemente mediante derivaciones en "T" directamente desde la línea subterránea de baja tensión.

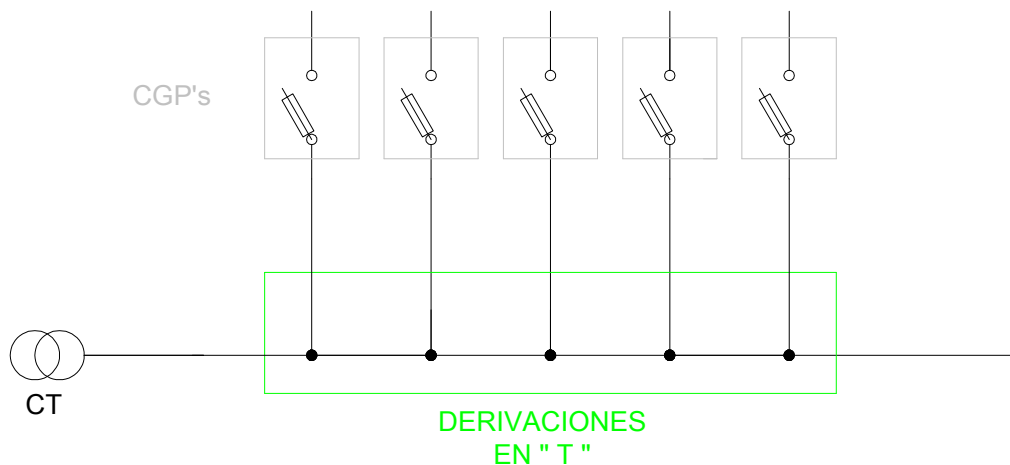


FIGURA 3.12. Esquema resumen de las derivaciones aceptadas por UNIÓN FENOSA

En ciertas ocasiones podrán utilizarse derivaciones con caja de seccionamiento.

- Criterio de la Potencia a Suministrar:

UNIÓN FENOSA exige, como indica en su Norma Técnica Particular, el cálculo de las líneas subterráneas de Baja Tensión utilizando el *Criterio de la Potencia a Transportar y las Pérdidas de Potencia*, además de los criterios de intensidad máxima admisible del conductor y de caída de tensión máxima autorizada.

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

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

Siendo:

- $\Delta P$ : Pérdida de potencia en vatios
- R: Resistencia del conductor en  $\Omega/m$
- L: Longitud de la línea en km.
- I: Intensidad de la línea en amperios

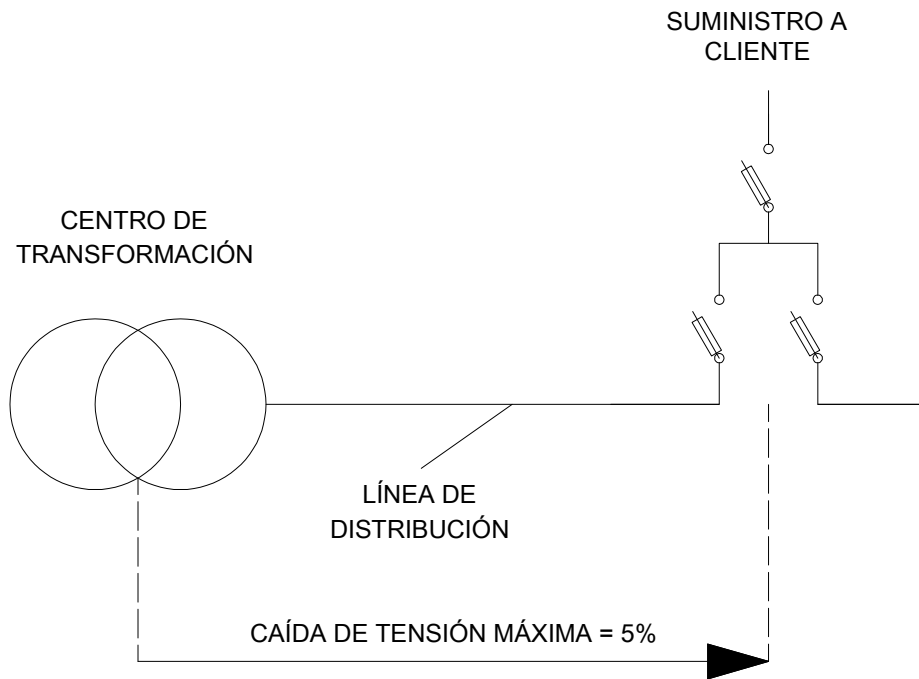
La pérdida de potencia en tanto por ciento será:

$$\Delta P\% = \frac{10^5 PLR}{U^2 \cos^2 \varphi}$$

- Caída de Tensión Máxima Admisible:

El REBT no nos indica la caída de tensión máxima admisible en Líneas Subterráneas de baja tensión. Deja su límite a la elección por parte de la compañía distribuidora.

UNIÓN FENOSA exige como criterio de cálculo para determinar la sección del conductor que la caída de tensión en éste debe ser inferior al 5% de la tensión nominal.



*FIGURA 3.13. Caída de Tensión Máxima Admisible en la Línea aceptado por UNIÓN FENOSA*



### 3.3. COMPARATIVA ECONÓMICA DE NTP's PARA LSBT

---

A lo largo de este apartado se realizará el estudio económico de las líneas subterráneas de baja tensión en función de las Normativas Técnicas Particulares de las principales empresas distribuidoras.

El coste económico directo aplicable a una red de distribución subterránea en baja tensión depende principalmente de los siguientes factores:

A) Factores que dependen de la empresa distribuidora que opera en la zona:

- Potencia transportada por la LSBT.
- Material de los conductores.
- Sección de los conductores.
- Canalización de la instalación.
- Caída de tensión máxima autorizada por la compañía distribuidora.
- Resistencia y reactancia de los conductores en el cálculo de LSBT.
- Tipo de derivación de la LSBT.
- Puesta a tierra del neutro.
- Sección del neutro.

B) Factores que dependen de las características de los suministros particulares:

- Distribución en planta de los suministros.
- Número y electrificación de las viviendas: (media: 5.750 W, alta: 9.200 W).
- Potencia asignada a los servicios generales y garajes.
- Número y potencia asignada a oficinas y comercios.
- Número y potencia asignada a industrias.
- Tipo de terreno donde se realiza la instalación.
- Accesibilidad a la zona.

Como se ha comentado anteriormente, el coste final de la instalación subterránea depende de una gran cantidad de factores.

A continuación se describe cómo influyen por separado cada uno de los factores que dependen de la empresa distribuidora que opera en la zona, en el presupuesto final de la instalación subterránea.

#### *i) Potencia Transportada por la LSBT:*

La potencia a transportar por la línea subterránea en baja tensión depende principalmente del método de cálculo, obteniéndose distintos coeficientes de red de baja tensión.

Las empresas distribuidoras exigen diferentes métodos de cálculo de la previsión de carga de las líneas.

Los coeficientes de red de baja tensión mínimos que se pueden obtener según las principales empresas distribuidoras son:

- 0,6 – ERZ ENDESA
- 0,8 – SEVILLANA ENDESA
- 1 – FECSA ENDESA, IBERDROLA Y UNIÓN FENOSA

El coeficiente de red de baja tensión influye directamente sobre la sección y el número de líneas subterráneas a utilizar, ya que cuanto mayor es el coeficiente, mayor tendrá que ser la sección de las líneas, y mayor número de ellas hará falta instalar. Esto supone un aumento de los costes de la instalación.

En primer lugar, es necesario diferenciar entre:

- **SUMINISTRO:** Cada acometida de edificio, independientemente del tipo de consumo.
- **TIPO DE SUMINISTRO:** Dependiendo del uso final del lugar de consumo, pueden ser:
  - o Viviendas
  - o Locales
  - o Industrias
  - o Servicios Generales
  - o Garajes

Por otro lado, también es necesario conocer la diferencia entre:

- **Coefficiente de Simultaneidad Particular de cada suministro (Coef<sub>SUM</sub>):** Es el coeficiente calculado para cada suministro (o acometida) a partir del ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

El cálculo de la potencia de cada suministro se calcula como sigue:

$$P_{SUMi} = P_{VIVIENDAS} + P_{SERV.GEN} + P_{LOCALES} + P_{GARAJES} + P_{INDUSTRIAS}$$

- **P<sub>VIVIENDAS</sub>:** Potencia debida a las viviendas.
- **P<sub>LOCALES</sub>:** Potencia debida a los locales.
- **P<sub>INDUSTRIAS</sub>:** Potencia debida a las industrias.
- **P<sub>SERV.GEN.</sub>:** Potencia debida a los servicios generales.
- **P<sub>GARAJES</sub>:** Potencia debida a los garajes.

#### LOCALES COMERCIALES Y OFICINAS:

La carga correspondiente a los locales comerciales y de oficinas se calculará considerando un mínimo de 100W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3.450W a 230V y un coeficiente de simultaneidad de 1.

#### INDUSTRIAS:

La carga correspondiente a industrias se calculará considerando un mínimo de 125W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 10.350W a 230V y un coeficiente de simultaneidad de 1.

#### SERVICIOS GENERALES:

La carga correspondiente a los servicios generales de los edificios será la suma prevista en ascensores, aparatos elevadores, centrales de calor y frío, grupos de presión, alumbrado del portal, caja de escalera y espacios comunes y en todo el servicio eléctrico general del edificio sin aplicar ningún factor de reducción por simultaneidad (coeficiente de simultaneidad = 1)

**GARAJES**

La carga correspondiente a los garajes de un edificio se calculará considerando un mínimo de 10 W por metro cuadrado y planta para garajes de ventilación natural y de 20W para los de ventilación forzada, con un mínimo de 3.450W a 230V y un coeficiente de simultaneidad de 1.

**VIVIENDAS:**

Nº viviendas (n)	Coefficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n > 21	15,3+(n-21)·0,5

**GRADOS DE ELECTRIFICACION EN VIVIENDAS:**

- Grado de Electrificación BASICA: 5.750W (230V)
- Grado de Electrificación ELEVADA: 9.200W (230V)

*TABLA 3.15. Coeficiente de simultaneidad a aplicar en los conjuntos de viviendas según la ITC-BT-10 del REBT*

- Coeficiente de Simultaneidad de la Red de Baja Tensión (Coef<sub>RBT</sub>): Es el coeficiente calculado para la línea de distribución. El Reglamento Electrotécnico no nos indica el método de cálculo de dicho coeficiente, sin embargo las compañías distribuidoras exigen que éste se determine de la siguiente manera:

**ERZ-ENDESA:**

$$Coef_{RBT} = \frac{P_{VIVIENDAS} + P_{LOCALES} + P_{INDUSTRIAS} + P_{SERV.GEN.} + P_{GARAJES}}{P_{SUM.1} + P_{SUM.2} + \dots + P_{SUM.n}} \geq 0,6$$

SEVILLANA-ENDESA:

- Si el número de C.G.P's < 4: ( $Coef_{RBT} = 1$ )

$$P_{Tc} = P_{SUM.1} + P_{SUM.2} + \dots + P_{SUM.n}$$

- Si el número de C.G.P's  $\geq 4$ : ( $Coef_{RBT} = 0.8$ )

$$P_{Tc} = 0,8 * (P_{SUM.1} + P_{SUM.2} + \dots + P_{SUM.n})$$

FECSA-ENDESA, IBERDROLA Y UNIÓN FENOSA:

$$P_{Tc} = P_{SUM.1} + P_{SUM.2} + \dots + P_{SUM.n} ; (Coef_{RBT} = 1)$$

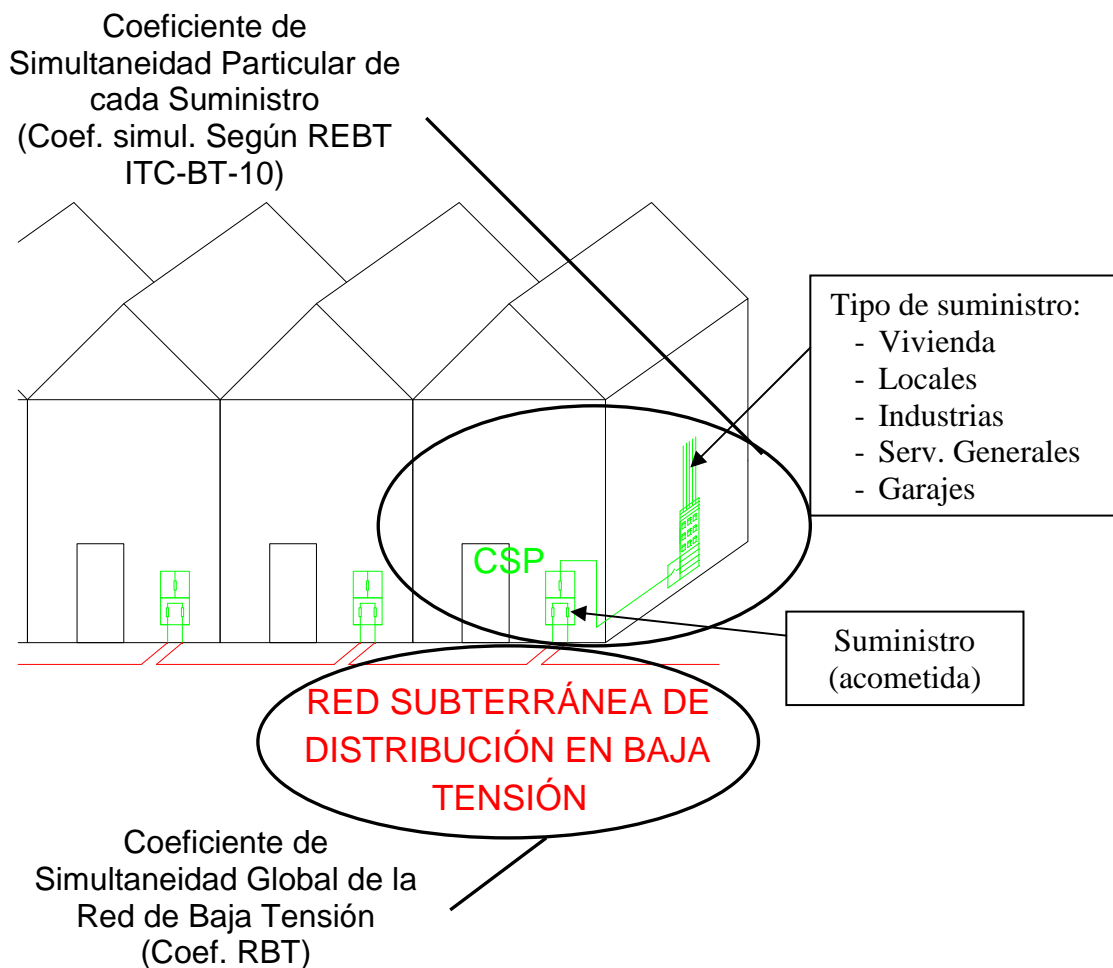


FIGURA 3.14. Diferencias entre suministro y tipo de suministro, y coeficientes de simultaneidad a utilizar en función de la parte de la instalación a calcular.

En la figura 3.14. se puede observar visualmente la diferencia entre suministro y tipo de suministro. Además, se distingue claramente entre el coeficiente de simultaneidad global de la red de baja tensión (que se calcula según las NTP's de las compañías distribuidoras de baja tensión y se utiliza en el cálculo de líneas de distribución) y el coeficiente de simultaneidad particular de cada suministro (que se calcula según la ITC-BT-10 del REBT y se utiliza en el cálculo de instalaciones de enlace)

A continuación se muestra gráficamente la influencia que tiene el coeficiente de red de baja tensión en el diseño final de una instalación subterránea para el caso de viviendas unifamiliares.

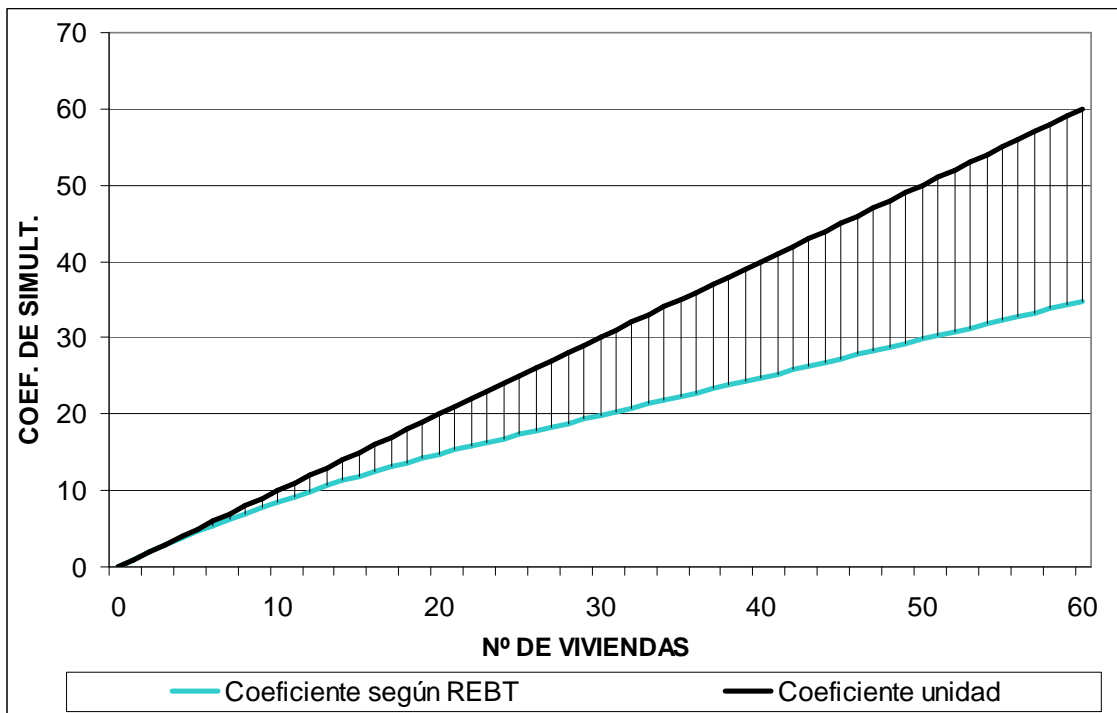


FIGURA 3.15. Coeficiente de simultaneidad particular de cada suministro a aplicar según el REBT para viviendas unifamiliares en función del número de viviendas, para unifamiliares alimentados desde centralización de contadores ( $Coef_{SUM}$  variable) y para unifamiliares con alimentación independiente ( $Coef_{SUM} = 1$ )

Como puede observarse en la figura 3.15. existen diferencias significativas en el cálculo del coeficiente de simultaneidad del suministro para viviendas unifamiliares, para el caso particular de instalaciones de líneas para Fecsa-Endesa, Iberdrola y Unión Fenosa, dependiendo de si la alimentación se realiza de forma independiente (con Caja de Protección y Medida para cada unifamiliar o por cada dos unifamiliares) o si se realiza mediante alimentación centralizada (con una única Caja de Protección y desde un cuarto de contadores común).

A medida que aumenta el número de viviendas, la diferencia entre el coeficiente de simultaneidad a aplicar entre un método y otro aumenta, por lo que la potencia de cálculo para viviendas unifamiliares con alimentación independiente es mucho mayor que la potencia de cálculo para viviendas con alimentación centralizada. Esto implica que la línea de distribución calculada para el caso de viviendas unifamiliares con alimentación independiente requiera soportar mayor potencia que la línea de distribución calculada en el caso de viviendas unifamiliares con alimentación desde centralización de contadores.

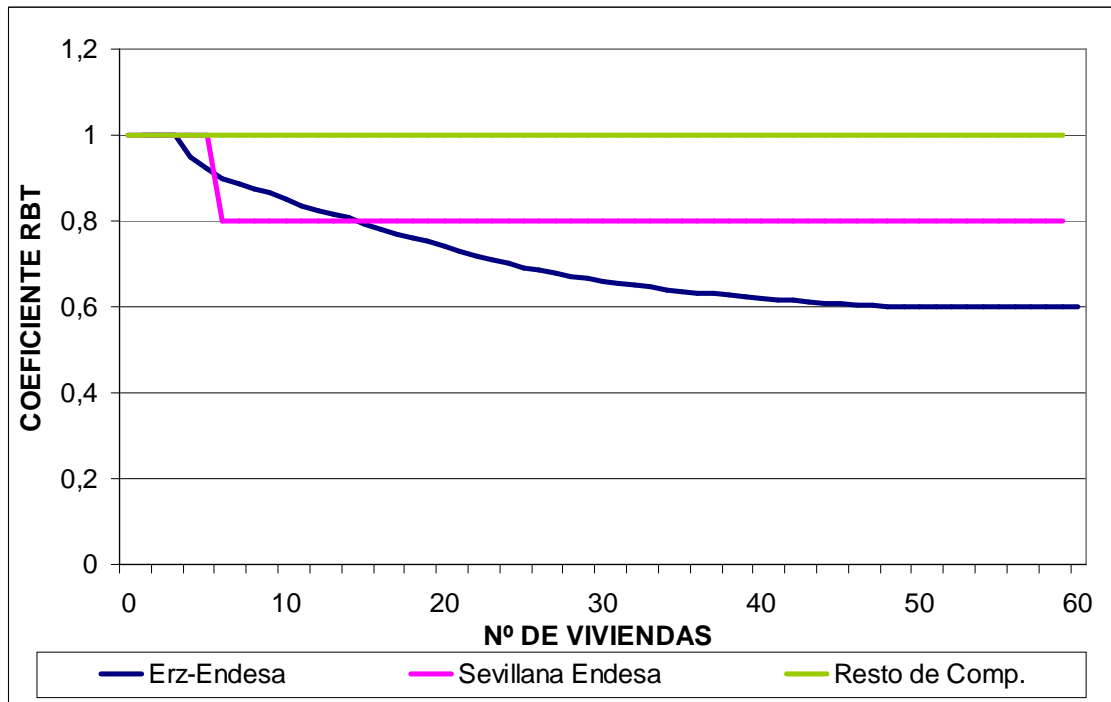


FIGURA 3.16. Coeficiente de simultaneidad de la Red de Baja Tensión a aplicar en función de la compañía de distribución que opere en la zona de la instalación de la red para viviendas unifamiliares con alimentación independiente (desde Caja de Protección y Medida)

En la figura 3.16. se representa el coeficiente de simultaneidad global de la red de baja tensión a aplicar en función de la compañía distribuidora, para el caso en concreto de viviendas unifamiliares con alimentación independiente.

Se observa que para un bajo número de viviendas, hasta 3, el coeficiente según todas las empresas distribuidoras es el mismo ( $\text{Coef}_{\text{RBT}} = 1$ ). A medida que el número de viviendas aumenta, 4, 5, 6 o 7 viviendas, la potencia a considerar en el dimensionado de la red de distribución es menor en el caso de ERZ-ENDESA. Para un número de viviendas de entre 8 y 14, la potencia a considerar en el dimensionado de la red de distribución es menor realizando los cálculos según Sevillana-Endesa. A partir de 15 viviendas unifamiliares, la potencia de cálculo es menor para el caso de instalaciones situadas en la zona de ERZ-ENDESA.

Las diferencias en el cálculo de la potencia según las distintas empresas distribuidoras, comentadas anteriormente, implican que, dependiendo de la zona donde se vaya a instalar la red de distribución, los conductores y el número de líneas a utilizar varían entre una zona u otra, por lo que el presupuesto final de la instalación sufrirá diferencias muy significativas.

En la figura 3.17. puede comprobarse gráficamente la influencia que tiene el método de cálculo de la potencia según las distintas empresas distribuidoras en el número de líneas necesarias suponiendo los siguientes datos, sin tener en cuenta la caída de tensión en las líneas, ya que este factor se estudiará más adelante:

- Viviendas unifamiliares alimentadas de forma independiente.
- Viviendas con electrificación elevada (9.200W)
- Factor de potencia estimado de 0,9.
- Sección de las líneas de  $240 \text{ mm}^2$
- Línea subterránea directamente enterrada.

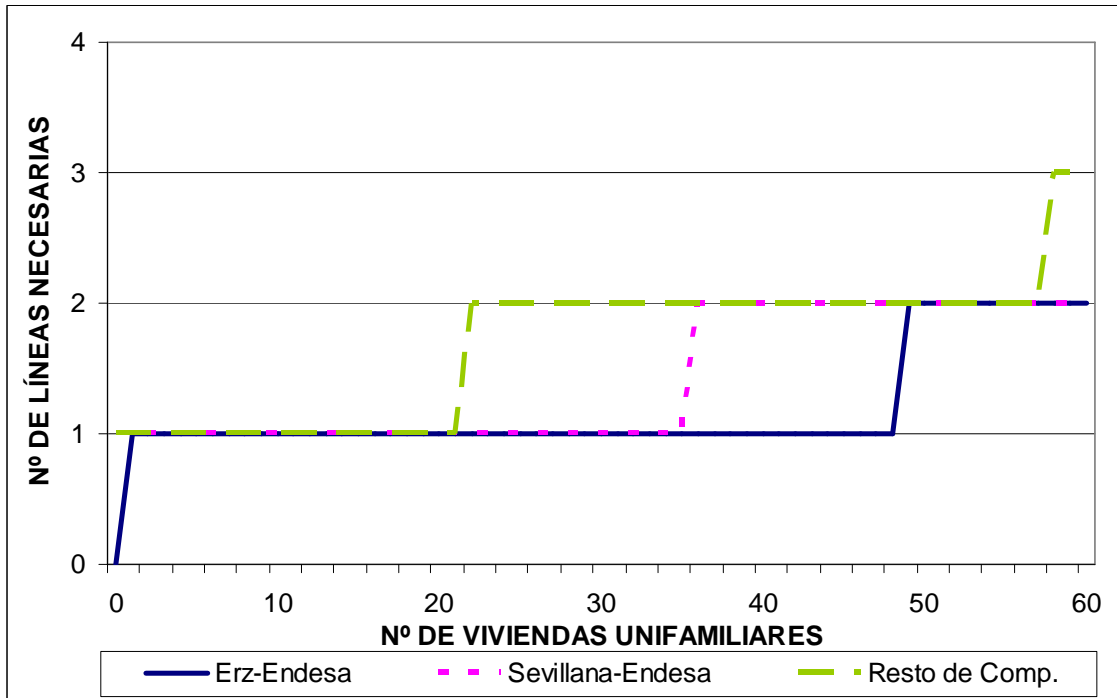


FIGURA 3.17. Número de Líneas a instalar en función de la compañía de distribución que opere en la zona de la instalación de la red para viviendas unifamiliares con alimentación independiente (desde Caja de Protección y Medida)

Como puede observarse, es necesario un menor número de líneas o circuitos para instalaciones situadas en las zonas de ERZ-ENDESA a medida que se aumenta el número de viviendas unifamiliares. Esto es debido a que, como se ha visto anteriormente, el coeficiente de red de baja tensión es menor calculado según ERZ-ENDESA que el calculado según el resto de distribuidoras, por lo tanto la potencia a tener en cuenta en el dimensionado de las líneas es menor.

ii) Material de los Conductores de las LSBT:

La solución final adoptada en el diseño de las líneas de distribución depende del material conductor utilizado. Todas las distribuidoras exigen el diseño y cálculo de las líneas con cables formados con conductores de aluminio. Esta solución tiene las siguientes ventajas y desventajas:

VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE CONDUCTORES DE ALUMINIO:

- Disminución del coste de realización de la instalación.
- Reducción de la probabilidad de robo del cableado.
- Disminución del coste de sustitución de los circuitos por averías.
- El precio del aluminio es menos variable que el precio del cobre.

DESVENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE CONDUCTORES DE ALUMINIO:

- El aluminio posee menor capacidad de conducción de potencia que el cobre.
- Aumento de las caídas de tensión.
- Aumento de la sección necesaria de los conductores.
- Necesidad de mayor número de líneas de distribución.

A continuación se muestra gráficamente la influencia del material utilizado en el diseño final de la instalación de distribución:

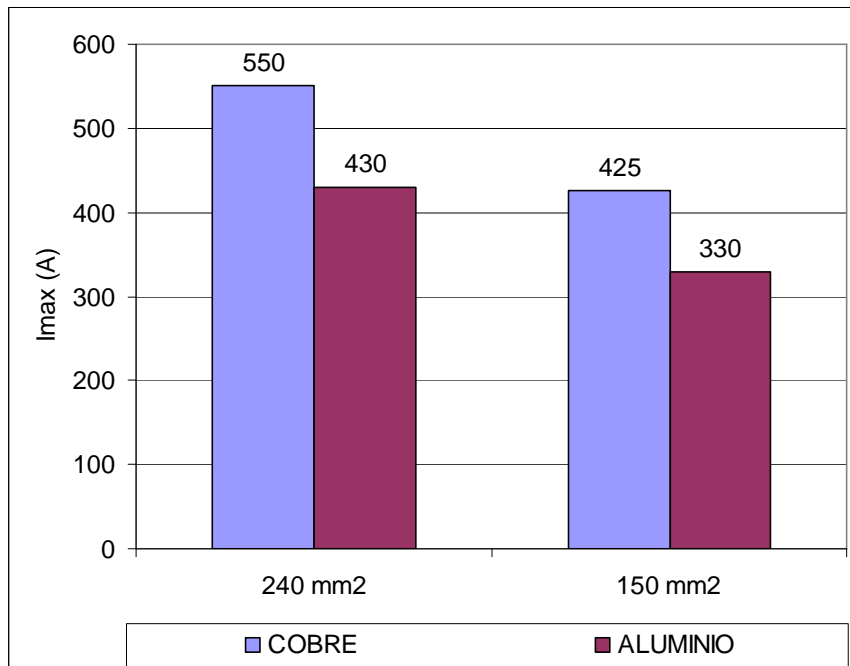


FIGURA 3.18. Intensidades Máximas admisibles para líneas directamente enterradas en función de la sección y el material del conductor

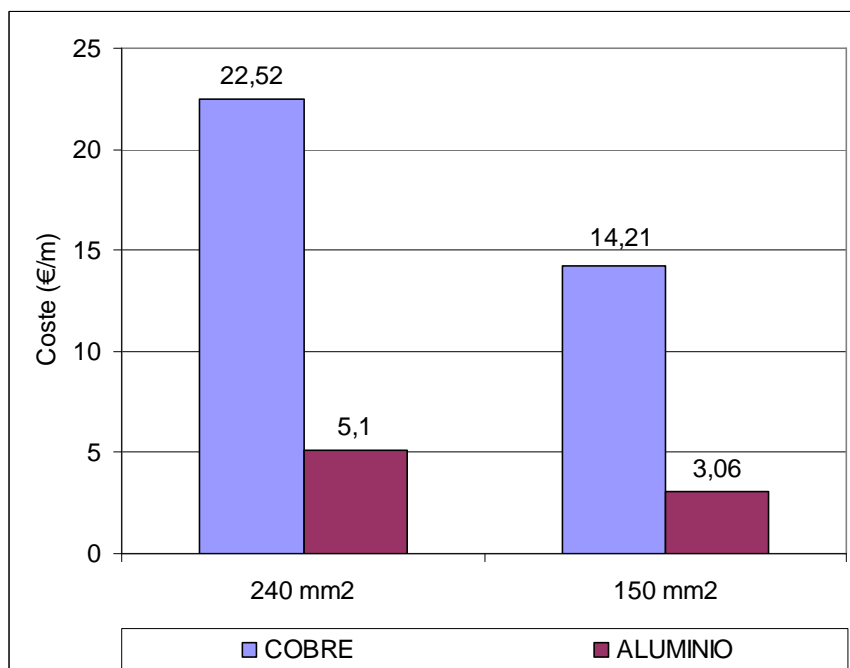


FIGURA 3.19. Coste neto del conductor en función de la sección y el material del conductor (Junio de 2012)



En la figura 3.20. puede comprobarse gráficamente la influencia que tiene el material utilizado en las líneas de distribución (Cobre o Aluminio) en el número de líneas necesarias suponiendo los siguientes datos, sin tener en cuenta la caída de tensión en las líneas, ya que este factor se estudiará más adelante:

- Viviendas unifamiliares alimentadas de forma independiente.
- Viviendas con electrificación elevada (9.200W)
- Factor de potencia estimado de 0,9.
- Sección de las líneas de 240 mm<sup>2</sup>
- Línea subterránea directamente enterrada.
- Coeficiente RBT = 1.

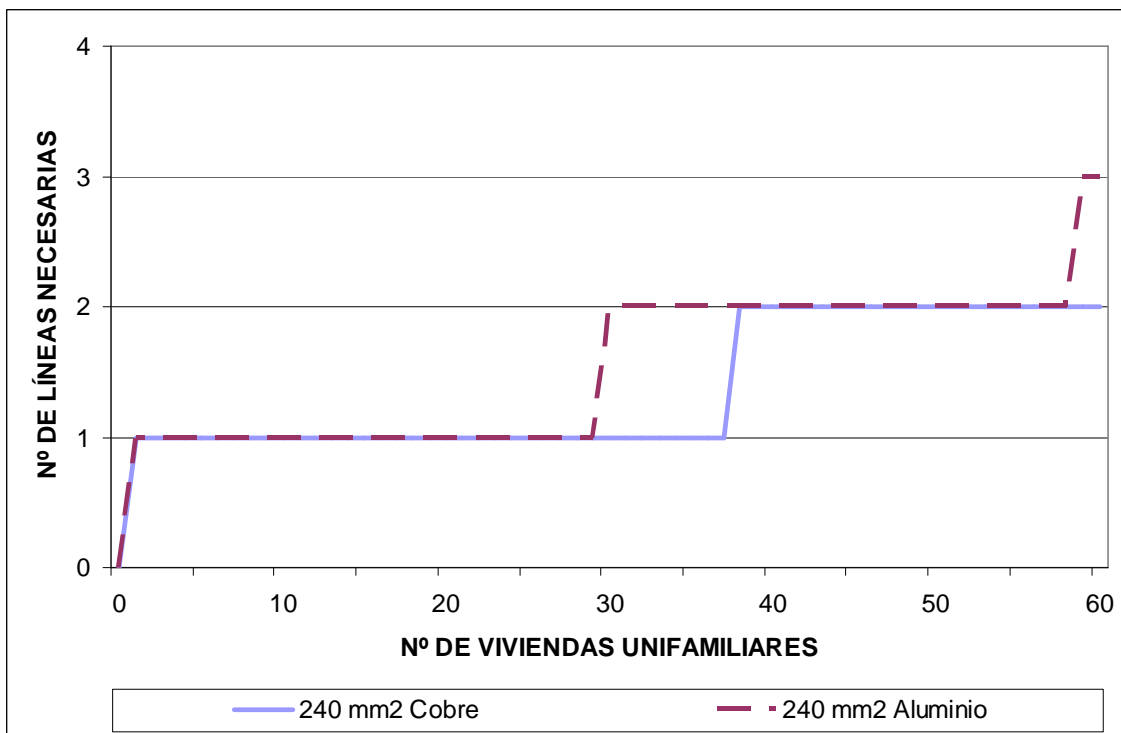


FIGURA 3.20. Número de Líneas a instalar en función del material de los conductores (cobre o aluminio) para viviendas unifamiliares con alimentación independiente (desde Caja de Protección y Medida)

Como puede observarse, es necesario un menor número de líneas o circuitos para instalaciones realizadas mediante cable de cobre, a medida que se aumenta el número de viviendas unifamiliares. Esto es debido a que, como se indicó en la figura 3.18. el cobre posee mayor intensidad máxima admisible que el aluminio.

### iii) Sección de los Conductores de las LSBT:

La sección de los conductores utilizados en el diseño y realización de la instalación subterránea de baja tensión influye de forma muy importante en los costes finales de la instalación.

Las empresas distribuidoras no permiten la utilización de cualquier sección para las líneas subterráneas, sino que deben ser de una sección determinada. Estas secciones son: 240mm<sup>2</sup>,

150mm<sup>2</sup>, 95mm<sup>2</sup>, 50mm<sup>2</sup>. Para el caso de líneas principales de distribución, que conectan directamente con el centro de transformación estas secciones deben ser:

- 240mm<sup>2</sup> obligatoriamente: Para Erz-Endesa y Fecsa-Endesa..
- 240mm<sup>2</sup> o 150mm<sup>2</sup> obligatoriamente: Para Sevillana Endesa, Iberdrola y Unión Fenosa.

En ciertas ocasiones, la obligatoriedad de utilizar estas secciones hace que aumente considerablemente los costes de la instalación, debido al sobredimensionado de las líneas.

A continuación se muestra la influencia de la sección utilizada en los costes finales de la instalación de red de distribución.

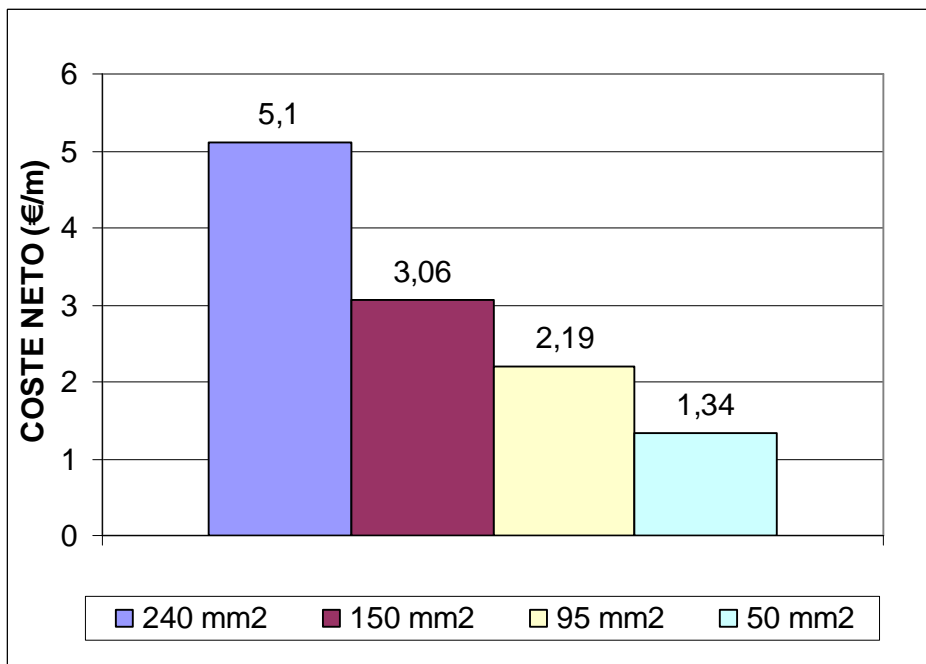


FIGURA 3.21. Coste neto del conductor en función de la sección utilizada (Junio de 2012)

En la figura 3.22. puede comprobarse gráficamente la influencia que tiene la sección utilizada en las líneas de distribución en el coste neto de la partida de cable de la instalación, en función del número de viviendas, suponiendo los siguientes datos, sin tener en cuenta la caída de tensión en las líneas, ya que este factor se estudiará más adelante:

- Viviendas unifamiliares alimentadas de forma independiente.
- Viviendas con electrificación elevada (9.200W)
- Factor de potencia estimado de 0,9.
- Línea subterránea directamente enterrada.
- Coeficiente RBT = 1.
- Suponiendo 10 metros de línea entre vivienda y vivienda.

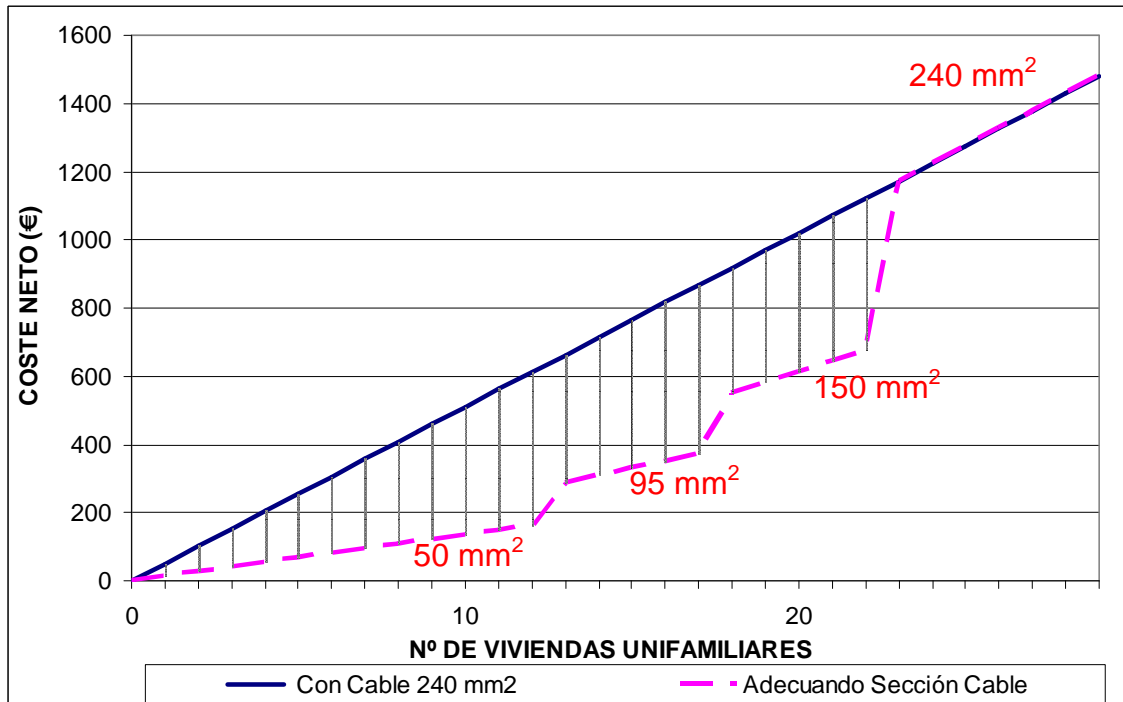


FIGURA 3.22. Coste neto del conductor necesario en función del número de viviendas realizando la instalación con cable de 240mm<sup>2</sup> y adecuando la sección del cable.

Como se ha observado en la figura anterior, la utilización de cable de 240mm<sup>2</sup> de forma obligatoria produce un sobredimensionado de la instalación de la red de baja tensión que encarece de forma muy acusada el presupuesto final.

#### iv) Canalización de la Instalación:

Los métodos de canalización permitidos principalmente por las empresas de distribución para las líneas de baja tensión son:

- Canalización directamente Enterrada.
- Canalización Bajo Tubo.

Por otro lado, algunas empresas de distribución (como Sevillana-Endesa o Iberdrola) únicamente permiten la canalización bajo tubo, sobre todo en zonas urbanas, lo que supone una reducción del 20% en la intensidad máxima admitida por la línea (ya que el coeficiente por cable instalado bajo tubo es el 0.8).

Esto supone un aumento en el número de líneas a utilizar (o de la sección de los conductores), encareciendo la instalación.

#### v) Caída de Tensión Máxima Autorizada por la Compañía Distribuidora:

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión no indica la caída de tensión máxima admisible para líneas de distribución, son las empresas distribuidoras las que fijan este valor para las redes instaladas en su zona de influencia.

Como se ha visto en el apartado anterior, las empresas distribuidoras exigen los siguientes valores máximos para la caída de tensión máxima autorizada:

- 5%: Erz-Endesa, Sevillana Endesa, Iberdrola y Unión Fenosa.
- 7%: Fecsa-Endesa

La caída de tensión en una línea se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta U = \frac{P * L * \Psi_L}{U_N}$$

Con:

$$\Psi_L = R_L + X_L * \operatorname{tg} \varphi$$

Y la caída de tensión relativa en %:

$$\Delta U \% = \frac{\Delta U}{U_N} * 100$$

Siendo:

- P: Potencia trifásica equilibrada, W.
- L: Longitud desde el origen en m
- $U_N$ : Tensión entre fases, en V (400V)
- $\Psi_L$ : Impedancia Lineal del conductor, en  $\Omega/m$
- $R_L$ : Resistencia Lineal del conductor, en  $\Omega/m$
- $X_L$ : Reactancia Lineal del conductor, en  $\Omega/m$
- $\Delta U$ : Caída de tensión, en V
- $\Delta U\%$ : Caída de tensión relativa, en %.

Para valores de caída de tensión máxima menores, es necesaria la utilización de mayor número de líneas de distribución o secciones mayores de conductor.

A continuación se muestra la influencia de la caída de tensión máxima admisible en el diseño de las líneas de distribución.

La figura 3.23. representa el número de líneas con conductores de  $240 \text{ mm}^2$  necesario en función de la longitud de la línea de distribución para los distintos valores de caída de tensión.

Para la realización de la gráfica se han supuesto los siguientes datos:

- 10 Viviendas con electrificación elevada (9.200W) con alimentación independiente
- Factor de potencia estimado de 0,9.
- Sección de las líneas de  $240 \text{ mm}^2$
- Línea subterránea directamente enterrada.
- Coeficiente RBT = 1

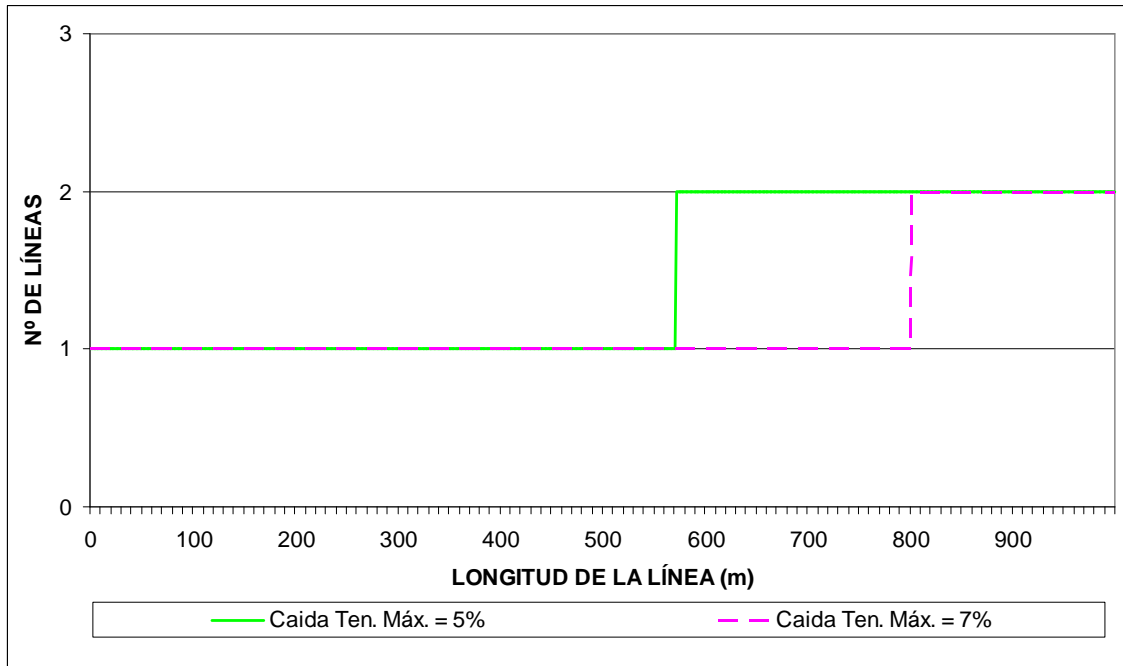


FIGURA 3.23. Número de Líneas de 240mm<sup>2</sup> a instalar en función de la longitud de la línea, para los distintos valores de caída de tensión máxima admisible admitidos por las distintas compañías distribuidoras, en el caso de 10 viviendas unifamiliares con alimentación independiente.

Como puede observarse en la gráfica anterior, para una caída de tensión máxima admisible de 5% es necesaria la utilización de dos líneas de alimentación para una menor longitud de los conductores, comparando con una caída de tensión máxima admisible del 7%.

La figura 3.24. indica la intensidad máxima admisible por el conductor de 240 mm<sup>2</sup> en función de su longitud para los valores de caída de tensión:

- 5%: Erz-Endesa, Sevillana Endesa, Iberdrola y Unión Fenosa.
- 7%: Fecsa-Endesa

Para la realización de la gráfica se han supuesto los siguientes datos:

- Factor de potencia estimado de 0,9.
- Sección de las líneas de 240 mm<sup>2</sup>
- Línea subterránea directamente enterrada.

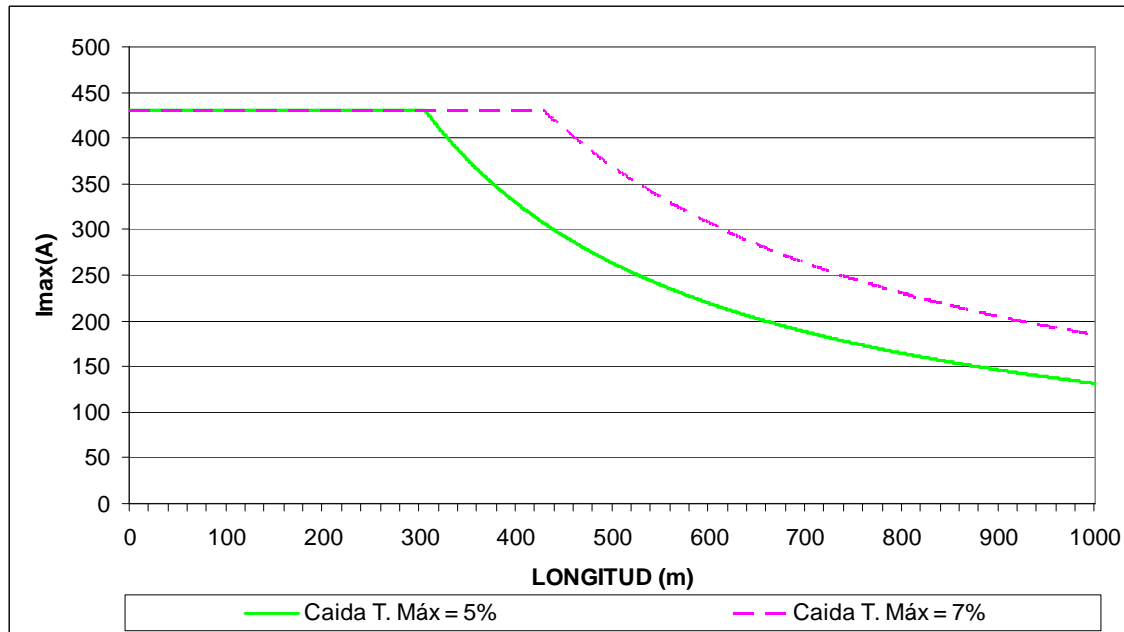


FIGURA 3.24. Intensidad Máxima admisible en el conductor de  $240\text{mm}^2$  de aluminio en función de su longitud para distintos valores de caída de tensión aceptados por las compañías distribuidoras.

En la figura 3.24. se representa la variación de la Intensidad Máxima Admisible por en conductor de  $240\text{ mm}^2$  en función de la longitud de la línea para distintos valores de caída de tensión máxima admisible.

Se puede observar que para un cierto valor de longitud de la línea el conductor puede soportar una intensidad mayor si se aplica el criterio de la caída de tensión máxima admisible del 7% que si se le aplica el criterio de la caída de tensión máxima admisible del 5%.

A su vez, para un determinado valor de la intensidad de transporte en la línea de  $240\text{ mm}^2$ , la longitud que puede tener el conductor es mayor aplicando un 7% como criterio de caída de tensión máxima admisible que aplicando un 5%.

#### vi) Resistencia y Reactancia de los conductores en el cálculo de LSBT:

La resistencia y la reactancia de los conductores dependen de la temperatura de éste. Sin embargo, algunas empresas distribuidoras, para simplificar el cálculo, permiten el diseño de las líneas de distribución considerando una temperatura estimada del conductor.

En el apartado 3.2. puede recordarse los valores de la resistencia y la reactancia a utilizar en el cálculo de la caída de tensión según las distintas compañías distribuidoras.

A continuación, puede observarse de forma gráfica cómo influye la temperatura del cable en la resistencia y la reactancia del conductor. Hay que diferenciar entre:

- *Temperatura exterior del conductor* o temperatura del terreno o aire (ambiente).
- *Temperatura de funcionamiento de la línea:* Temperatura a la que se encuentra el conductor y que depende de la intensidad que circula por éste, la temperatura exterior, la sección, ...

La resistencia y la reactancia del conductor varían con la temperatura T de funcionamiento de la línea. Para el cálculo de la resistividad en función de la temperatura, se utiliza la expresión:

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

Siendo:

$$T = T_0 + (T_{MAX} - T_0) * \left( \frac{I}{I_{MAX}} \right)^2$$

- $\alpha$ : Coeficiente de Variación de resistencia por Temperatura del conductor en  $^{\circ}\text{C}^{-1}$
- $\rho_T$ : Resistividad del Conductor a la Temperatura 0.
- $\rho_{20}$ : Resistividad del conductor a  $20^{\circ}\text{C}$
- T: Temperatura Real estimada en el conductor en  $^{\circ}\text{C}$
- $T_{MAX}$ : Temperatura Máxima admisible para el conductor según tipo de aislamiento en  $^{\circ}\text{C}$
- $T_0$ : Temperatura Ambiente del conductor en  $^{\circ}\text{C}$
- I: Intensidad Prevista en el conductor en A
- $I_{MAX}$ : Intensidad Máxima Admisible para el conductor según tipo de Instalación en A

MATERIAL	$\rho_{20}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\rho_{70}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\rho_{90}$ ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )	$\alpha$ ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
COBRE	0,018	0,021	0,023	0,00392
ALUMINIO	0,029	0,033	0,036	0,00403

TABLA 3.16. Valores de resistividad del conductor de cobre y de aluminio para distintos valores de temperatura y valores del coeficiente de variación de resistencia por temperatura

Para el cálculo de la Resistencia y la Reactancia, basta con sustituir en las expresiones:

$$R_L = \frac{\rho_T}{S}$$

En ausencia de datos, se puede estimar el valor de la reactancia inductiva como  $0,1\Omega/\text{km}$ , o bien como incremento adicional de la resistencia. Así, se puede suponer:

SECCION	RACTANCIA INDUCTIVA (X)
$S \leq 120$	0
$S = 150$	$0,15 * R$
$S = 185$	$0,20 * R$
$S = 240$	$0,25 * R$

TABLA 3.17. Cálculo de la reactancia inductiva del conductor a partir de la resistencia en función de la sección.

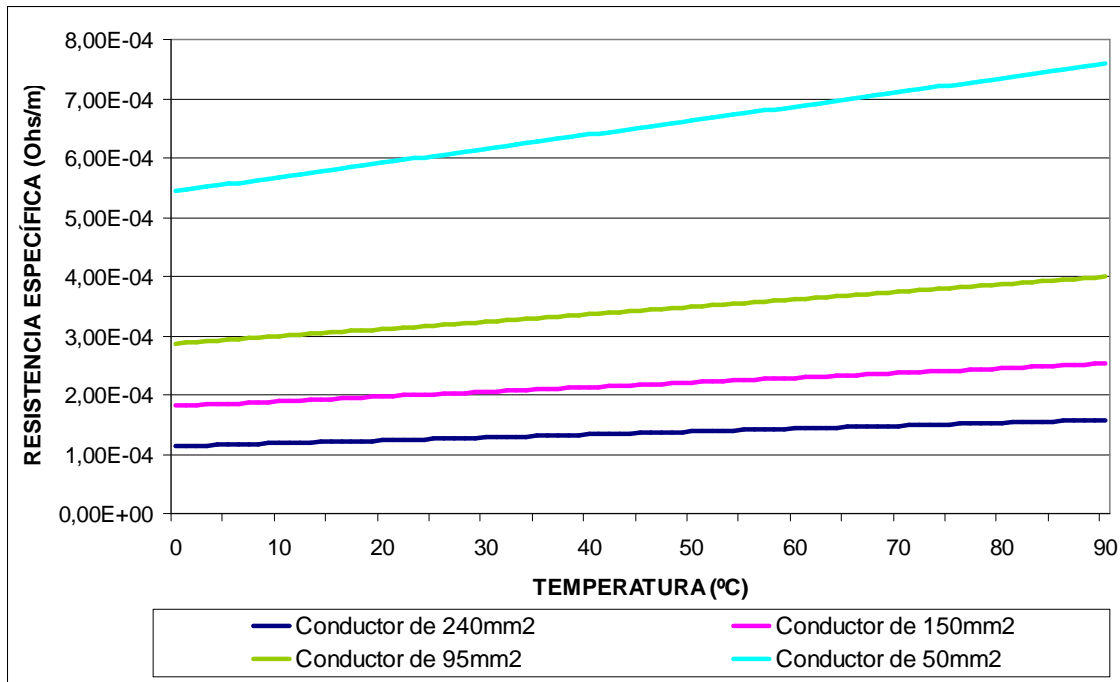


FIGURA 3.25. Variación de la resistencia específica del conductor en función de la temperatura de funcionamiento de la línea para distintas secciones de conductor de aluminio.

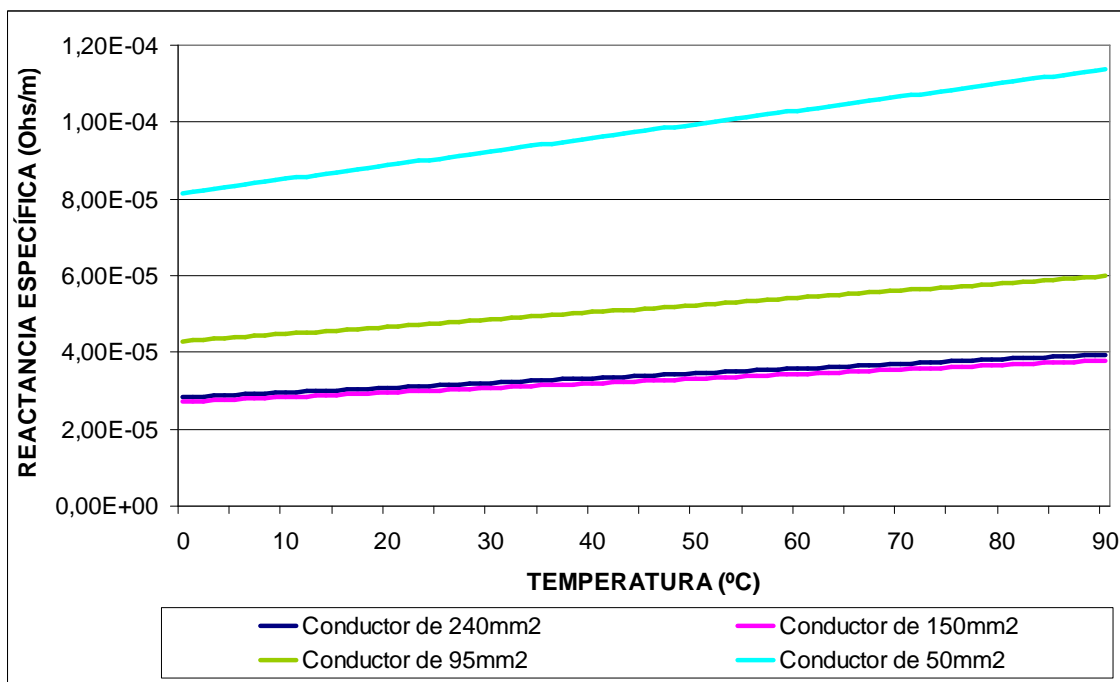


FIGURA 3.26. Variación de la reactancia específica del conductor en función de la temperatura de funcionamiento de la línea para distintas secciones de conductor de aluminio.



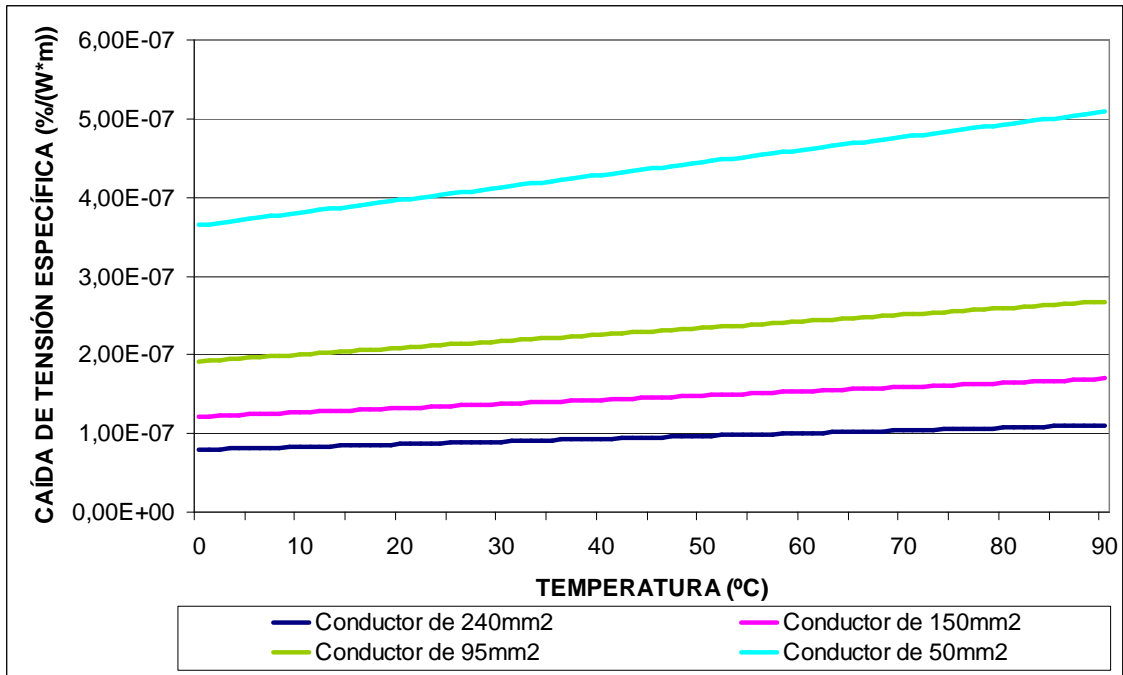


FIGURA 3.27. Variación de la caída de tensión específica del conductor en función de la temperatura de funcionamiento de la línea para distintas secciones de conductor de aluminio.

Como puede observarse en las figuras anteriores la temperatura de servicio del conductor considerada en el cálculo influye en la caída de tensión existente en la línea. Por lo tanto resulta muy importante determinar bien la temperatura de servicio del conductor y la resistencia y la reactancia a dicha temperatura.

vii) Tipo de Derivación de la LSBT:

Como se ha comentado en el apartado anterior, las empresas españolas distribuidoras de baja tensión tienen distintos criterios a la hora de permitir un tipo u otro de derivación de líneas secundarias o acometidas subterráneas. Las derivaciones pueden ser:

- Derivación con seccionamiento de la línea subterránea.

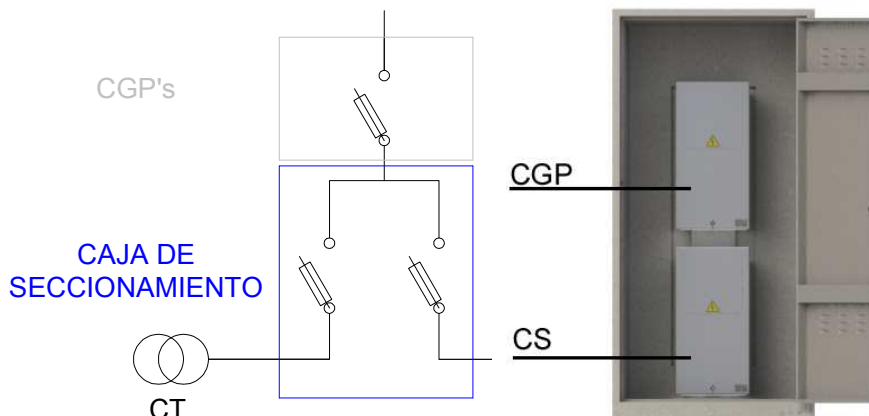


FIGURA 3.28. Esquema de derivación mediante caja de seccionamiento (con entrada y salida de línea de distribución)

- Derivación en "T".

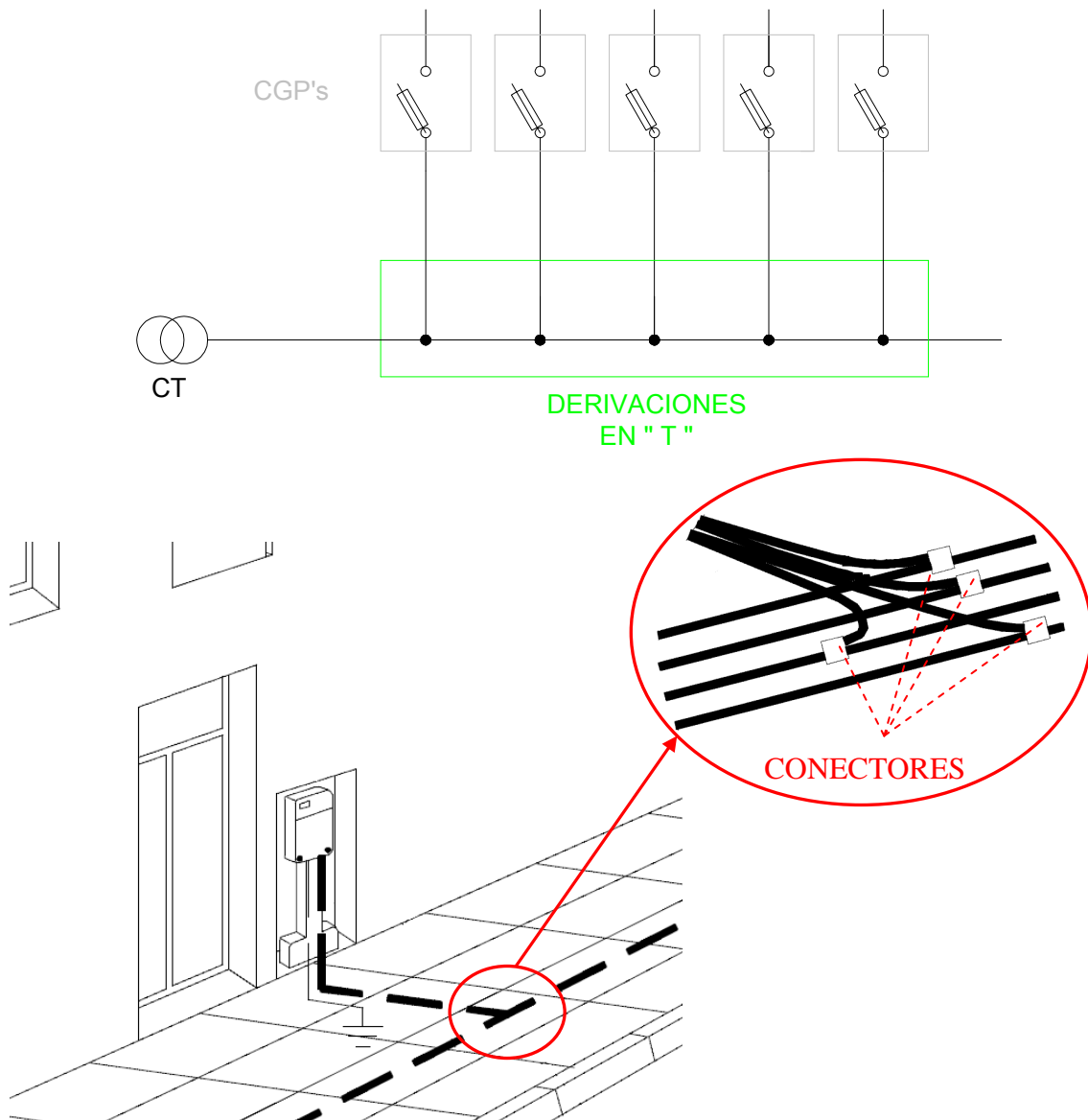


FIGURA 3.29. Esquema de derivación tipo "T"

El tipo de derivación influye de forma importante en el coste final de la instalación, ya que la diferencia de precios entre un tipo y otro de derivación es bastante significativa.

Tipos de derivación mediante *seccionamiento*:

DERIVACIÓN MEDIANTE SECCIONAMIENTO	PRECIO VENTA AL PÚBLICO (€)
<b>Caja de Seccionamiento</b>	<b>1187.79 €</b>
- Equipo de seccionamiento	229.95 €
- Canal para caja de seccionamiento	82.14 €
- Armario de hormigón prefabricado	875.70 €
<b>Caja de Distribución para Urbanizaciones</b>	<b>1133.77 €</b>
- Equipo de distribución	517.13 €
- Canal para caja de distribución	81.14 €
- Armario de hormigón prefabricado	535.50 €
<b>Armario de Distribución</b>	<b>2318.40 €</b>
- Equipo de distribución	2051.70 €
- Zócalo de hormigón para armario	266.70 €

TABLA 3.18. Precios en PVP (€) de los distintos métodos de derivación mediante seccionamiento para redes subterráneas de baja tensión.  
(Junio de 2012)

Tipos de derivación en "T":

DERIVACIÓN TIPO "T"	PRECIO VENTA AL PÚBLICO (€)
<b>Conectores a Compresión</b>	<b>60 €</b>
- Conector (1 por fase)	15 €
<b>Conectores con Perforación</b>	<b>152 €</b>
- Conector (1 por fase)	38 €

TABLA 3.19. Precios en PVP (€) de los distintos métodos de derivación tipo "T" para redes subterráneas de baja tensión.  
(Junio de 2012)

viii) Puesta a Tierra del neutro:

El coste por puesta a tierra del neutro de la línea subterránea depende de:

- El coste de las picas.
- El coste del cable desnudo.
- El coste de las sales para mejorar la puesta a tierra (en caso de ser necesarias).
- El coste de mano de obra.

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión exige la puesta a tierra de las líneas subterráneas de baja tensión cada 500 metros como mínimo.

Sin embargo, algunas empresas distribuidoras de electricidad, como Erz-Endesa, Fecsa-Endesa y Sevillana-Endesa, imponen la puesta a tierra cada 200 metros, por lo que para el caso de líneas subterráneas largas se encarece el presupuesto de la instalación.

*ix) Sección del neutro:*

Como se indica en el apartado 1.3.1 del anexo 1 del presente proyecto final de carrera, la sección del neutro permitida según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión depende de la sección de las fases, pudiéndose reducir su sección.

La mayoría de las empresas distribuidoras siguen el criterio del reglamento, sin embargo Unión Fenosa exige que la sección del neutro sea la misma que las de las fases, encareciendo la instalación de forma considerable.

### 3.4. RESOLUCIÓN DE UN EJEMPLO DE LSBT

---

Como se ha visto en los apartados anteriores, aunque el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión marca unos mínimos a tener en cuenta en el cálculo, diseño y ejecución de las líneas subterráneas de distribución en baja tensión, son las empresas distribuidoras las que exigen finalmente las características que deben poseer el proyecto y la instalación final.

La gran cantidad de factores a tener en cuenta, y que influyen en el resultado final de la instalación, hacen que el estudio comparativo entre proyectos diseñados según las distintas empresas distribuidoras deba realizarse para cada instalación en particular.

En este apartado se ha realizado el diseño de una red de distribución ficticia con el objetivo de hacer una comparativa global de las posibles soluciones adoptadas según las características exigidas por las distintas Normativas Técnicas Particulares de las principales empresas distribuidoras.

La red de distribución en baja tensión ficticia se ha proyectado aplicando cada una de las Normativas Técnicas particulares de las siguientes empresas distribuidoras:

- ERZ-ENDESA
- FECSA-ENDESA
- SEVILLANA-ENDESA
- IBERDROLA
- UNIÓN FENOSA

Las características de los suministros ficticios que deben alimentar las redes de distribución diseñadas son las siguientes:

- EDIFICIO nº1: 15 viviendas colectivas.
- EDIFICIO nº2: 15 viviendas colectivas.
- EDIFICIO nº3: 10 viviendas colectivas.
- EDIFICIO nº4: 10 viviendas colectivas.
- EDIFICIO nº5: 14 viviendas colectivas.
- EDIFICIO nº6: 25 viviendas colectivas.
- EDIFICIO nº7: 10 viviendas colectivas.
- EDIFICIO nº8: 15 viviendas colectivas.
- 12 VIVIENDAS UNIFAMILIARES: Conjunto con alimentación independiente.
- 19 VIVIENDAS UNIFAMILIARES: Conjunto con alimentación independiente.
- 11 VIVIENDAS UNIFAMILIARES: Conjunto con alimentación independiente.

La distribución en planta de los puntos de suministro puede observarse en el plano nº 1 del Anexo 4 dedicado a los planos del presente proyecto final de carrera.

El proceso seguido en la resolución de las redes de distribución y su posterior comparativa se representa en la figura 3.30.

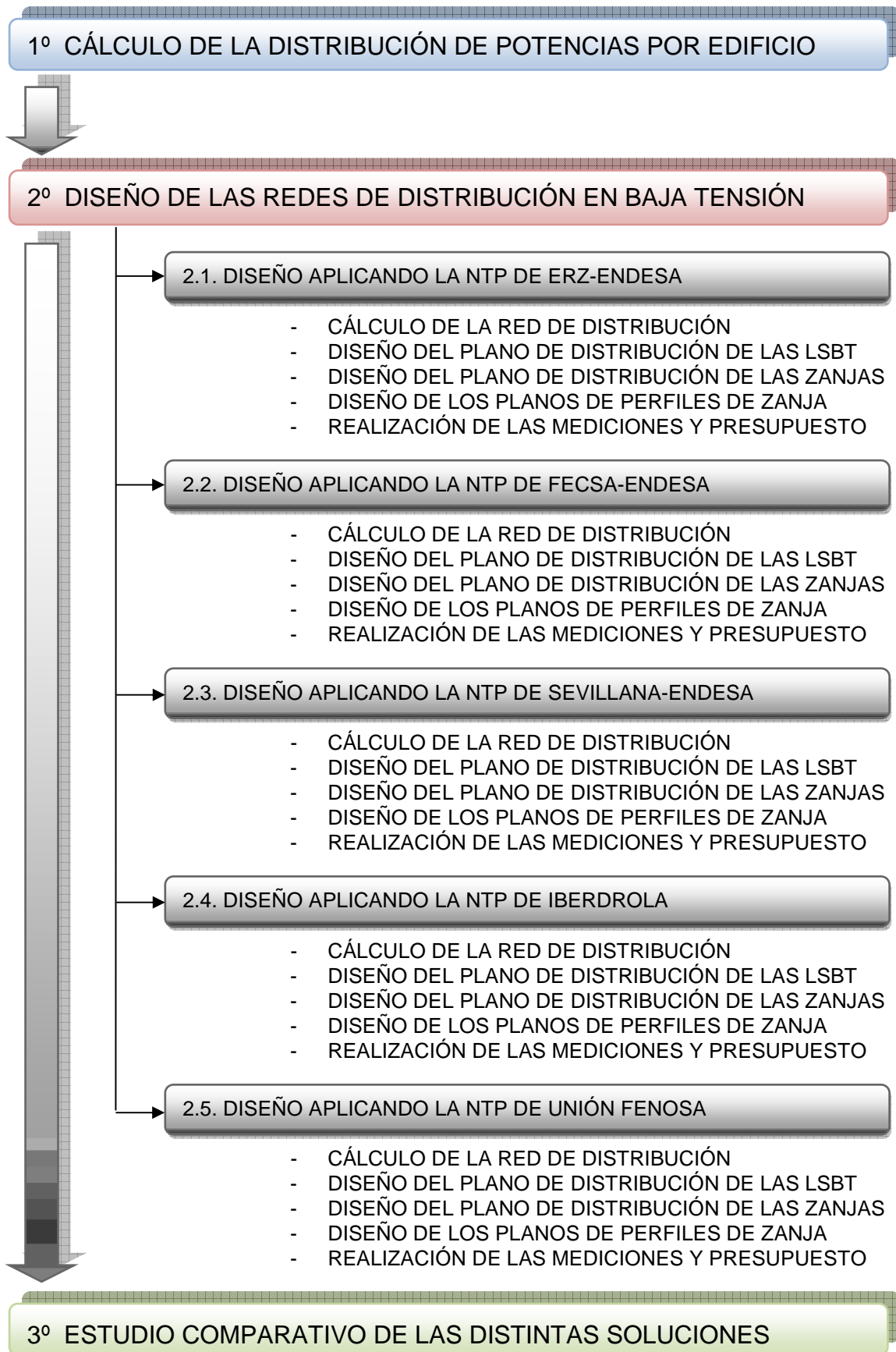


FIGURA 3.30. Esquema resumen del proceso seguido en el diseño de redes de distribución y estudio comparativo de las soluciones obtenidas aplicando distintas NTP's de empresas distribuidoras

A continuación se recogen las conclusiones obtenidas al realizar el estudio comparativo de las distintas soluciones obtenidas en función de la Normativa Técnica Particular aplicada en el diseño de las redes de distribución.

En el capítulo de anexos del presente proyecto final de carrera se recogen los siguientes resultados del diseño de las redes de distribución en baja tensión:

- CÁLCULOS: Anexo 3
- PLANOS: Anexo 4
- MEDICIONES Y PRESUPUESTOS: Anexo 5

<b>PARTIDA</b>	<b>ERZ-ENDESA</b>	<b>FECSA-ENDESA</b>	<b>SEVILLANA-ENDESA</b>	<b>IBERDROLA</b>	<b>UNIÓN FENOSA</b>
- ZANJAS	6.501,48 (9,81 %)	7.321,49 (9,72 %)	6.091,96 (10,91 %)	6.212,09 (10,06 %)	5.263,53 (9,73 %)
- TUBO de CANALIZACIÓN	1.078,00 (1,63 %)	1.293,60 (1,72 %)	1.509,20 (2,70 %)	1.509,20 (2,44 %)	1.078,00 (1,99 %)
- HORNACINA PREFABRICADA	26.819,52 (40,47 %)	26.819,52 (35,59 %)	14.994,00 (26,86 %)	14.994,00 (24,28 %)	14.994,00 (27,73 %)
- LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN (CONDUCTORES)	17.347,50 (26,18 %)	24.672,00 (32,74 %)	21.289,00 (38,13 %)	27.098,00 (43,88 %)	20.801,50 (38,46 %)
- DERIVACIONES A LÍNEAS SECUNDARIOS O ACOMETIDAS	14.521,40 (21,91 %)	15.250,20 (20,24 %)	11.944,00 (21,39 %)	11.944,00 (19,34 %)	11944,00 (22,09 %)
<b>TOTAL</b>	<b>66.267,90</b>	<b>75.356,81</b>	<b>55.828,17</b>	<b>61.757,29</b>	<b>54.081,03</b>

TABLA 3.20. Comparativa económica de los ejemplos resueltos en función de la compañía distribuidora.

En la tabla 3.20. se observa que existen diferencias muy significativas entre las distintas soluciones diseñadas aplicando diferentes Normativas Técnicas Particulares de las empresas distribuidoras. La instalación más cara es la diseñada según las características exigidas por Fecsa-Endesa, mientras que la de Erz-Endesa es un 12% más económica, la de Iberdrola un 18%, la de Sevillana-Endesa un 26%, y el diseño más barato es el realizado según la Normativa Técnica Particular de Unión Fenosa, siendo un 28% inferior al presupuesto más caro.

A continuación se recogen de forma gráfica dichas diferencias, explicando de forma detallada las características de diseño y de cálculo que las provocan.

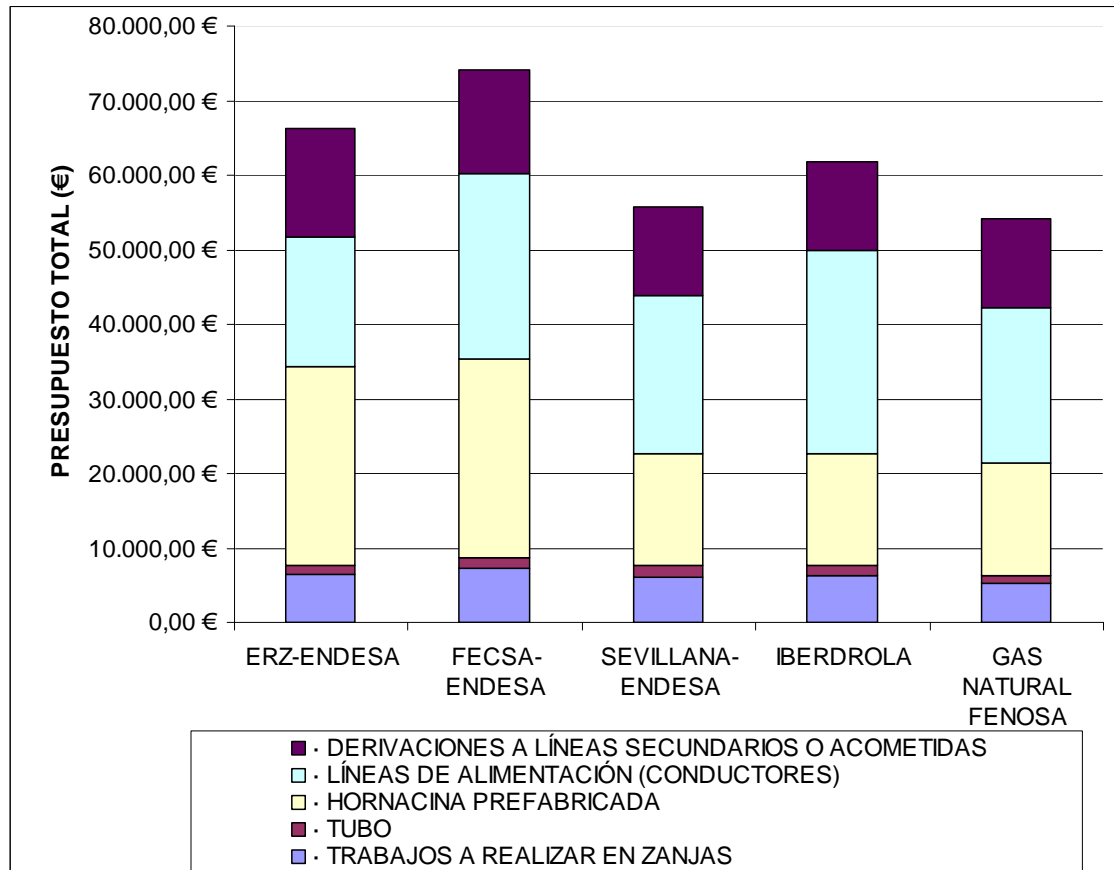


FIGURA 3.31. Diferencias económicas en las redes de distribución diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.

En la gráfica 3.31. se muestran de forma gráfica las diferencias económicas entre las distintas redes de distribución diseñadas en función de la compañía distribuidora, siendo la instalación eléctrica realizada según la normativa de Unión Fenosa la más económica y la instalación eléctrica diseñada según la normativa de Fecsa-Endesa la más cara.

Además, se comprueba el peso que tiene cada una de las partidas en el presupuesto final de la instalación subterránea.

Como puede observarse, dependiendo de la normativa utilizada para el diseño de la red de distribución, las partidas presupuestarias tienen más o menos peso en el presupuesto final.

Las principales conclusiones son:

- Para instalaciones subterráneas diseñadas según la normativa de ERZ-ENDESA y de FECSA-ENDESA, las partidas presupuestarias con mayor peso en el presupuesto final son las relativas a los materiales y trabajos necesarios para realizar las derivaciones de líneas secundarias o de acometidas. Como se ha comentado en el apartado 3.2. del presente proyecto final de carrera, dichas compañías exigen la derivación mediante cajas de seccionamiento, cuyo precio es mucho mayor que las derivaciones tipo "T".
- Para instalaciones subterráneas diseñadas según la normativa de SEVILLANA-ENDESA, IBERDROLA y UNIÓN FENOSA, las partidas presupuestarias con mayor peso en presupuesto final son las relativas al suministro e instalación de las líneas de alimentación. Esto se debe a que dichas compañías permiten la utilización de derivaciones tipo "T" para líneas secundarias o acometidas.



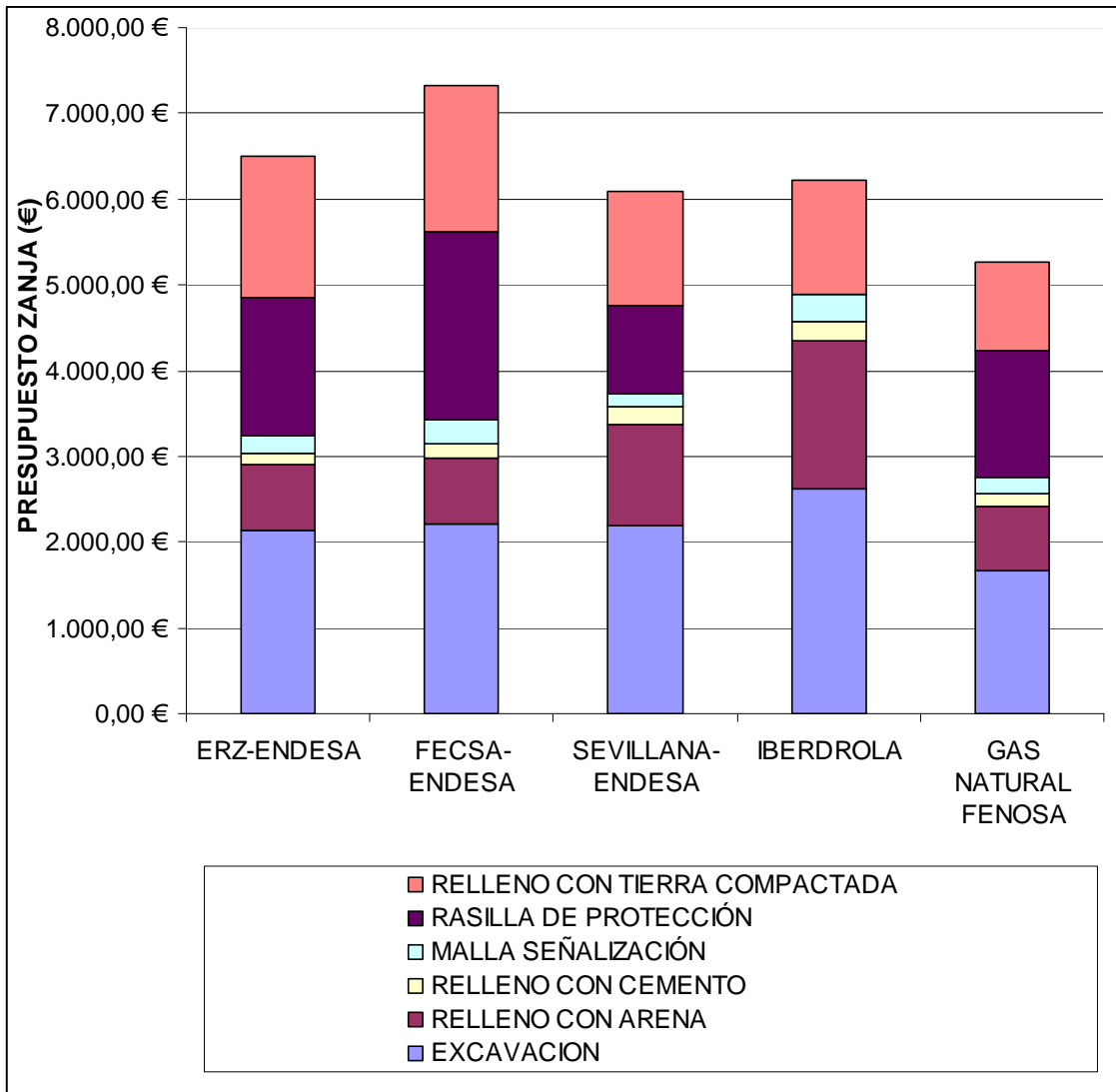
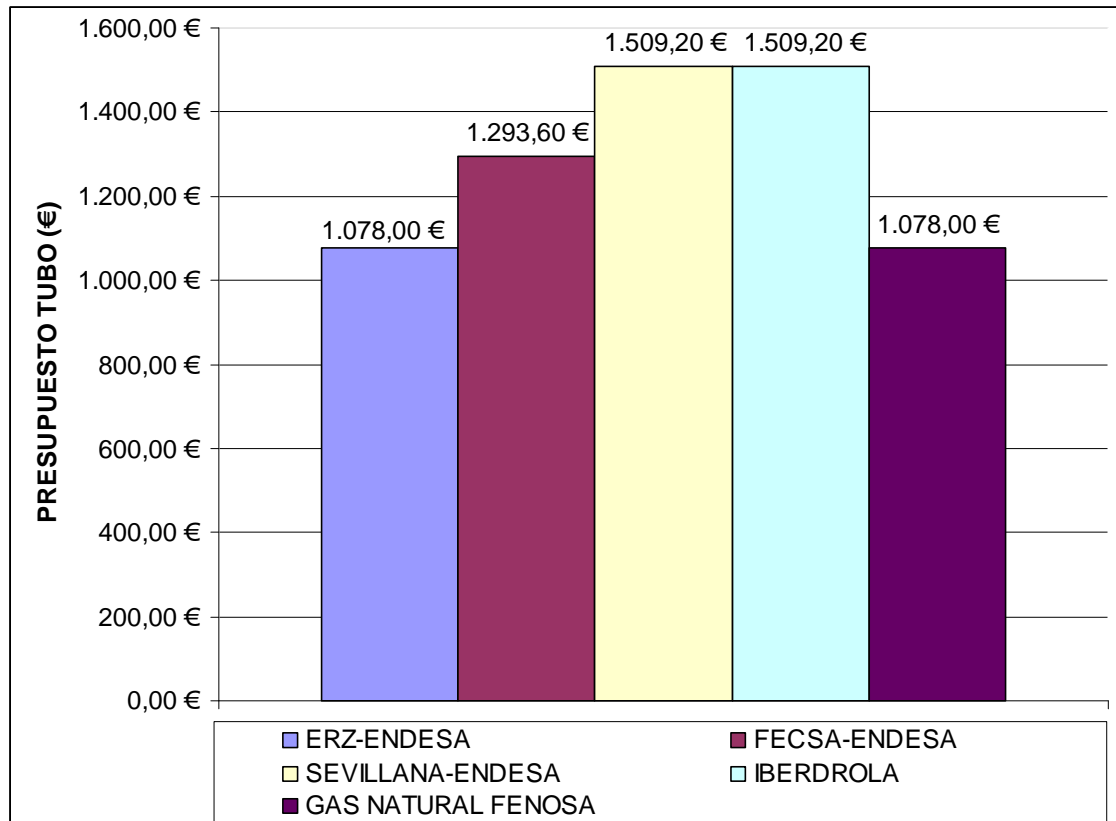


FIGURA 3.32. Diferencias económicas entre las partidas dedicadas a los trabajos de excavación, relleno, y protección en zanja (malla señalizadora y rasilla testigo) de las redes de distribución diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.

Como puede observarse en la figura 3.32. existen diferencias económicas entre las partidas dedicadas a los trabajos de excavación, relleno y protección en zanjas, dependiendo de la Normativa Técnica Particular utilizada para el diseño de la red de distribución subterránea.

Las diferencias existentes se deben principalmente a que cada una de las empresas distribuidoras exige unos perfiles de zanja distintos.

En el anexo 4 relativo a los planos realizados pueden consultarse los perfiles de zanja diseñados para cada una de las soluciones adoptadas según la empresa distribuidora.



*FIGURA 3.33. Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación del tubo de protección de las redes de distribución diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.*

En la figura 3.33. se representan las diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación del tubo de protección de las redes de distribución diseñadas en función de la normativa aplicada.

Aunque dicha partida tiene poco peso en el presupuesto final de la instalación, puede observarse que existen diferencias debidas a la obligatoriedad que exigen algunas compañías distribuidoras de instalar los circuitos bajo tubo. A continuación se recuerda los casos en que se debe instalar los circuitos bajo tubo enterrado en función de la empresa distribuidora que opere en zona:

- Instalación de tubo únicamente en cruce de calzadas: ERZ-ENDESA, FECSA-ENDESA y UNIÓN FENOSA..
- Instalación de tubo en toda la distribución: SEVILLANA-ENDESA e IBERDROLA.

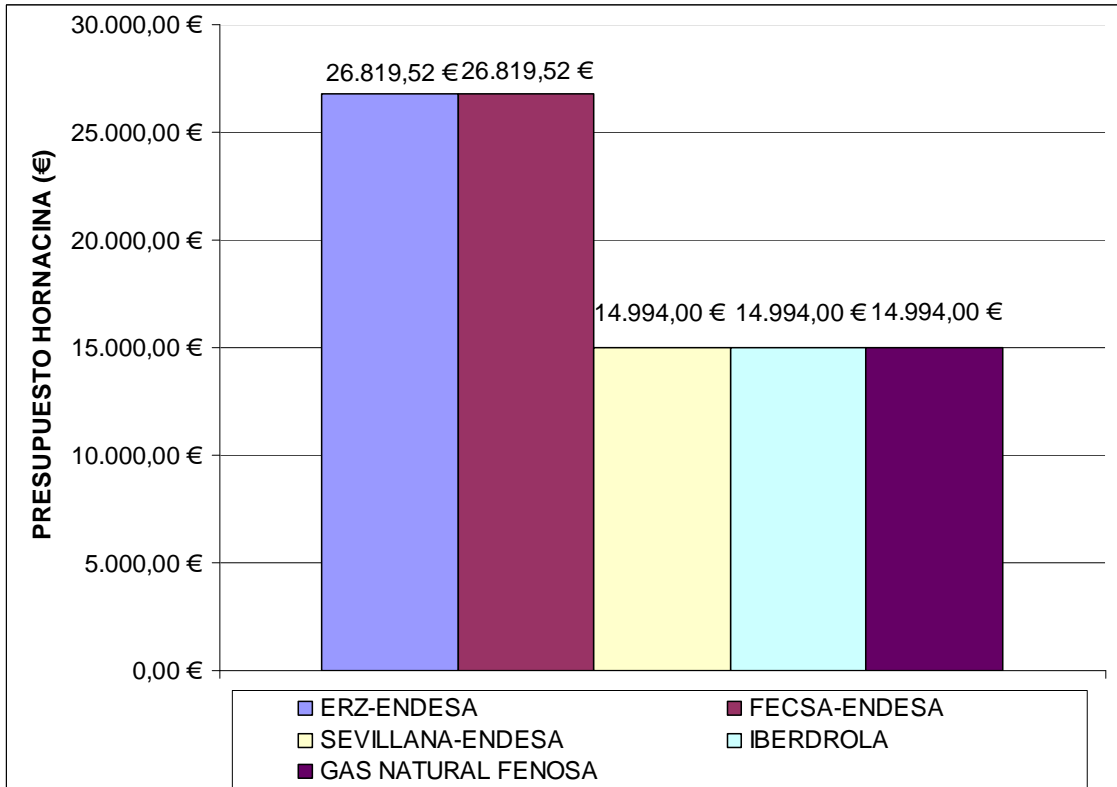


FIGURA 3.34. Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de hornacinas prefabricadas en las redes de distribución diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.

Como puede observarse en la figura 3.34. existen diferencias significativas entre las partidas presupuestarias debidas a la hornacina prefabricada para la instalación de los sistemas de derivación y protección.

Estas diferencias se deben al sistema de derivación exigido por las empresas distribuidoras:

- Sistema de derivación por Caja de Seccionamiento: ERZ-ENDESA y FECSA-ENDESA. En este caso la hornacina a instalar tiene unas dimensiones de 760x250x1750 mm, para contener los elementos de Caja de Seccionamiento y Sistema General de Protección (Caja General de Protección, Caja de Protección y Medida,...)
- Sistema de derivación en "T": SEVILLANA-ENDESA, IBERDROLA y UNIÓN FENOSA. En los casos en que la derivación se realiza mediante derivación tipo "T" la hornacina prefabricada es de menor tamaño, de 760x250x1200, ya que únicamente debe contener el Sistema General de Protección (Caja General de Protección, Caja de Protección y Medida,...)

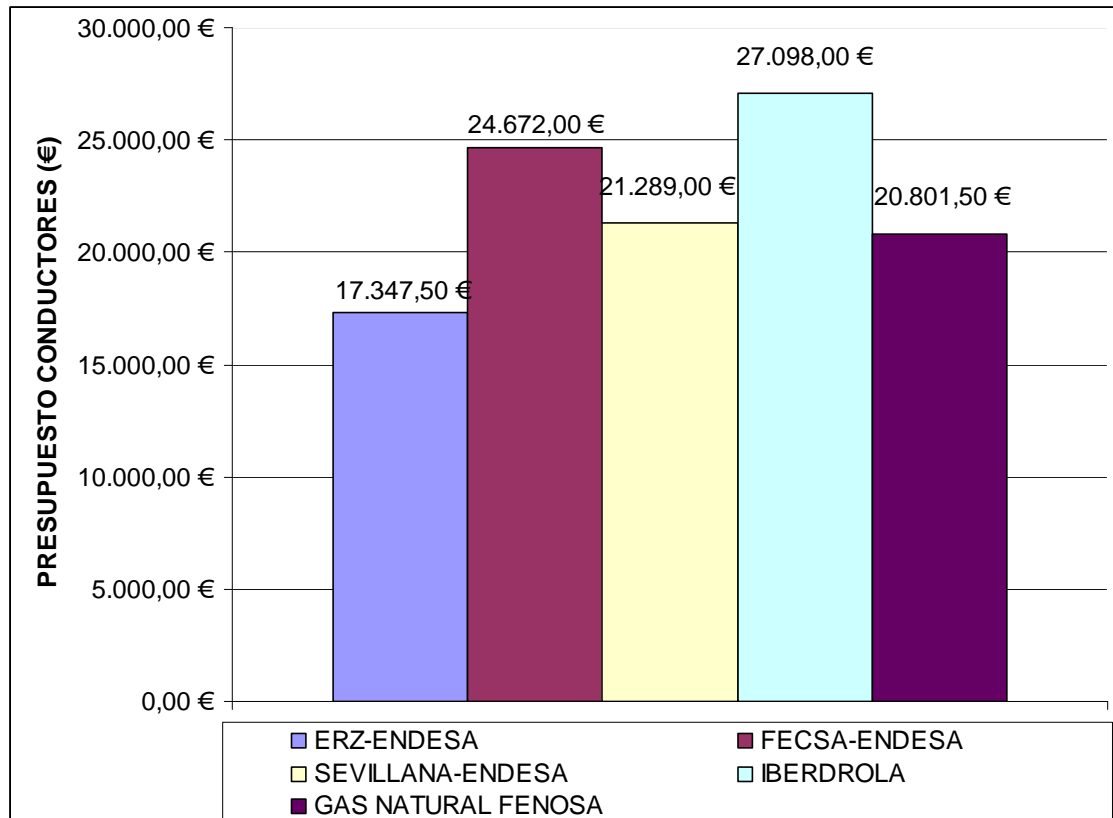


FIGURA 3.35. Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de conductores o circuitos en las redes de distribución diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.

La figura 3.35. muestra las diferencias obtenidas entre las partidas debidas a la instalación de los conductores (o circuitos) de las distintas soluciones diseñadas en función de la Normativa Técnica Particular aplicable.

Las diferencias existentes se deben principalmente al número de líneas de distribución subterránea o circuitos necesarios, calculadas según las distintas normativas. Como puede observarse en el anexo 3 dedicado a los cálculos y en el anexo 4 dedicado a los planos, la distribución de líneas en función de la normativa aplicable es la siguiente:

- ERZ- ENDESA: 6 circuitos
- FECSA-ENDESA: 9 circuitos
- SEVILLANA-ENDESA: 10 circuitos
- IBERDROLA: 11 circuitos
- UNIÓN FENOSA: 7 circuitos

El número de circuitos calculados para cada empresa distribuidora varía debido principalmente a:

- Sistema de Cálculo de la potencia a transportar (y del coeficiente de Simultaneidad de la Red de distribución en baja Tensión)
- Conductores permitidos para las líneas principales: 240mm<sup>2</sup> y 150mm<sup>2</sup>
- Sistema de canalización exigido: Bajo tubo o directamente enterrado.

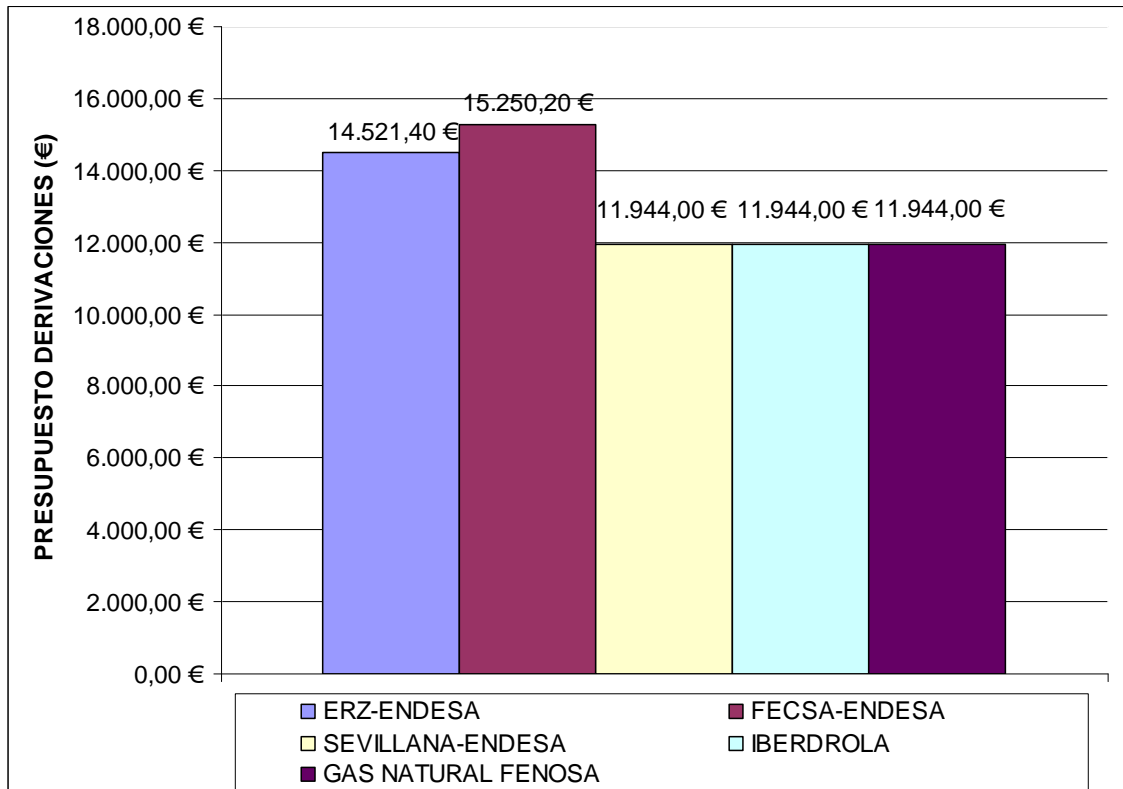


FIGURA 3.36. Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de los sistemas de derivación en las redes de distribución diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.

Como puede observarse en la figura 3.36. se dan importantes diferencias en las partidas dedicadas a los sistemas de derivación (derivación en “T” o derivación mediante seccionamiento) entre las distintas soluciones diseñadas para las empresas distribuidoras de baja tensión.

Ya se ha comentado anteriormente que esta partida presupuestaria es de las más importantes en el presupuesto final de la instalación y está formado por:

- Caja de Seccionamiento y Protección: ERZ-ENDESA y FECSA-ENDESA. Sistema formado por la Caja de Seccionamiento y el Sistema General de protección (Caja General de Protección o Caja de Protección y Medida)
- Derivación en “T” y Sistema de Protección General: SEVILLANA-ENDESA, IBERDROLA y UNIÓN FENOSA. Sistema formado por la derivación en “T” de la línea principal y el Sistema General de Protección (Caja General de Protección o Caja de Protección y Medida)

La diferencia existente entre las partidas dedicadas a los sistemas de derivación permitidas por ERZ-ENDESA y FECSA-ENDESA se debe a que ésta última compañía no permite la instalación de Cajas de Protección y Medida formado por dos contadores, por lo que en el caso de viviendas unifamiliares, es necesario la instalación de una Caja de Seccionamiento y Protección por cada vivienda, mientras que ERZ-ENDESA permite la instalación de una Caja de Seccionamiento y Protección por cada dos viviendas unifamiliares.



## 4. ACOMETIDAS E INSTALACIONES DE ENLACE

### 4.1. INTRODUCCIÓN

La *Acometida de Baja Tensión* es la parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente.

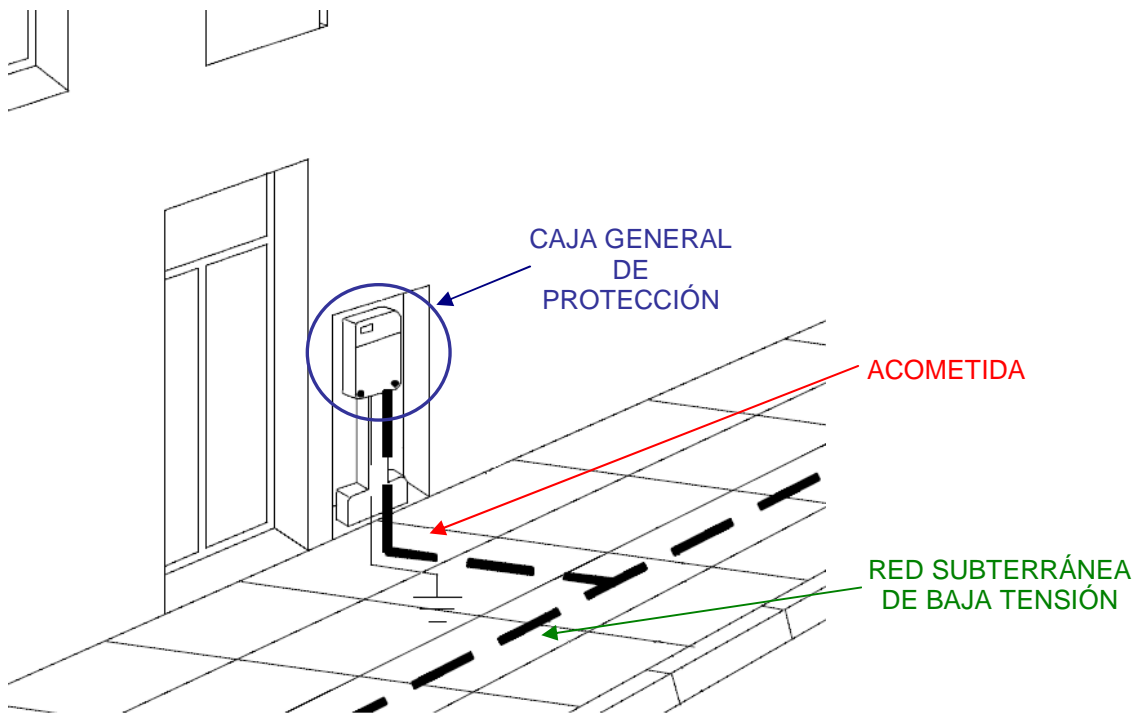


FIGURA 4.1. Conjunto derivación de la red, acometida y caja general de protección

En algunos casos, las acometidas en Baja Tensión están construidas por la propia empresa de distribución, sin embargo, la mayor parte de las acometidas son realizadas por terceros y cedidas a las empresas distribuidoras, pasando a formar parte de su red de distribución. Una vez realizada la cesión de la instalación, la empresa distribuidora se hace responsable de su explotación, operación y mantenimiento.

Las acometidas en baja tensión pueden ser:

- Acometidas aéreas:
  - Posada sobre fachada.
  - Tensada sobre poste
- Acometidas Subterráneas:
  - Con entrada y salida.
  - En derivación (tipo "T").
- Acometidas Aero-Subterráneas.

Las *Instalaciones de enlace* son aquellas que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

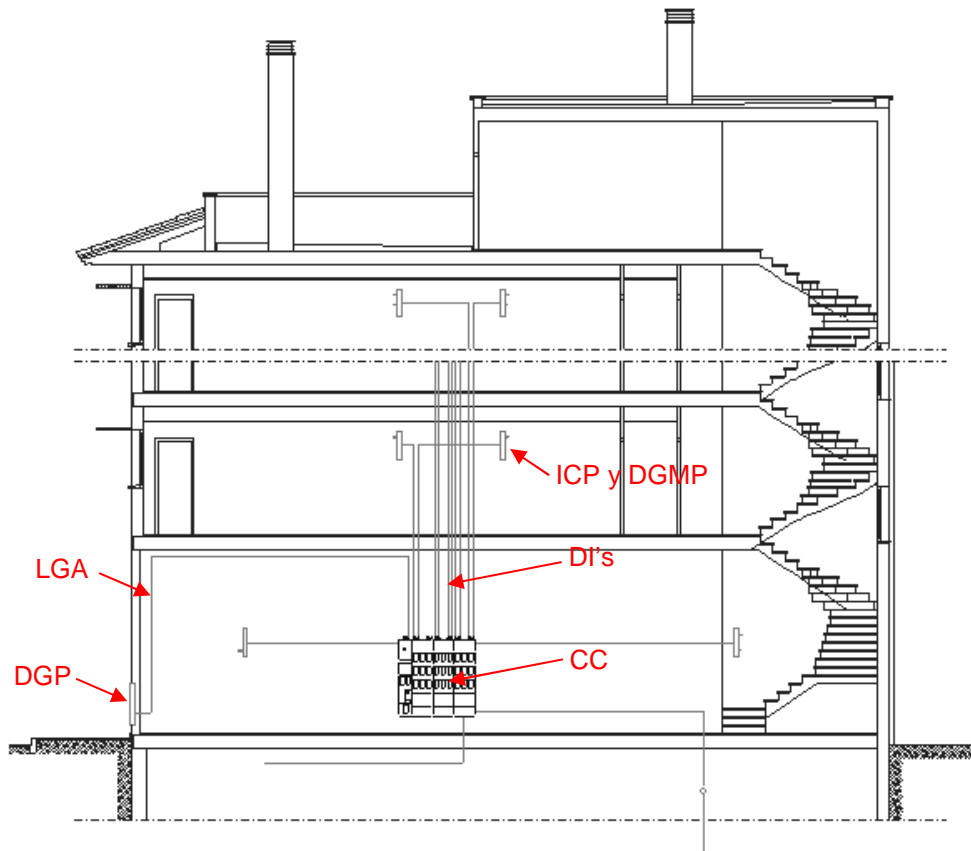


FIGURA 4.2. Instalaciones de enlace en un edificio tipo.

Las instalaciones de enlace están constituidas por:

- Dispositivo General de Protección (DGP), como la Caja General de Protección (CGP)
- Línea General de Alimentación (LGA)
- Elementos para ubicación de contadores (CC)
- Derivación Individual (DI)
- Caja para Interruptor de Control de Potencia (ICP)
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)

El dispositivo general de protección es el elemento de la instalación que marca el final de la propiedad particular de la instalación eléctrica.

Aunque en principio el interruptor de control de potencia y los dispositivos generales de mando y protección no pertenecen textualmente a las instalaciones de enlace propiamente dichas, se ha incluido su estudio comparativo en el presente proyecto final de carrera debido a que las compañías eléctricas exigen ciertas condiciones particulares a estos elementos para poder realizar la contratación del suministro eléctrico.



Para conseguir una mayor homogeneización de las acometidas y las instalaciones de enlace, las empresas distribuidoras exigen, bajo el amparo del artículo 14 del reglamento electrotécnico en Baja Tensión, que las acometidas e instalaciones de enlace se realicen de acuerdo a su Normativa Técnica Particular.

A lo largo de este capítulo se profundizará en el estudio comparativo de las características de las acometidas y las Instalaciones de Enlace de Baja tensión teniendo en cuenta las condiciones que deben cumplir, según la Normativa Técnica Particular aplicable de la empresa distribuidora que opere en la zona donde va a ejecutarse la instalación:

- *ERZ ENDESA*
- *FECSA ENDESA*
- *SEVILLANA ENDESA*
- *IBERDROLA*
- *UNIÓN FENOSA*

Por último, se realizará la resolución de un ejemplo de acometida y de instalaciones de enlace de Baja Tensión para un edificio, según diferentes Normativas Técnicas Particulares de empresas distribuidoras, comprobando las principales diferencias técnicas y económicas.



## 4.2. COMPARATIVA TÉCNICA DE NTP's PARA ACOMETIDAS E INSTALACIONES DE ENLACE

---

A lo largo de este apartado, se realizará un estudio de las principales características técnicas que deben cumplir las acometidas y las instalaciones de enlace de baja tensión según las Normativas Técnicas Particulares de las empresas distribuidoras.

Las empresas distribuidoras recogen en su Normativa Técnica Particular las condiciones técnicas que deben cumplir las acometidas y las instalaciones de enlace instaladas en su zona de influencia, en su cálculo, diseño, construcción y montaje. Concretamente, el alcance de dichas normativas particulares respecto a las acometidas y las instalaciones de enlace es el siguiente:

- ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN:
  - o Tipo de Acometida autorizada y sistemas de derivación de acometidas.
  - o Secciones, materiales, y aislamiento de conductores permitido.
  - o Métodos de cálculo y diseño.
  - o Caída de tensión máxima admisible.
  
- DISPOSITIVOS GENERALES DE PROTECCIÓN:
  - o Emplazamiento de los DGP's.
  - o Esquemas permitidos.
  - o Sistema de instalación de Cajas de Protección y Medida,
  
- LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN:
  - o Capacidad máxima de la línea
  - o Sistemas de canalización autorizados
  - o Material, sección y aislamiento de los conductores permitido.
  - o Métodos de cálculo.
  
- DERIVACIONES INDIVIDUALES:
  - o Sistemas de canalización autorizados
  - o Material, sección y aislamiento de los conductores permitido.
  - o Métodos de cálculo.
  
- CONTADORES:
  - o Formas permitidas de colocación.
  - o Equipos de medida indirecta.
  - o Características de los locales o armarios para contadores.
  
- DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN:
  - o Protecciones recomendadas.
  - o Protecciones obligatorias.

Se ha realizado una tabla comparativa en la que a primera vista el ingeniero proyectista y el instalador puedan observar las principales diferencias en el diseño y ejecución de las instalaciones de enlace y las acometidas de Baja Tensión. Dicha tabla comparativa se sirve de las características mínimas que marca el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, comparándolas con las que finalmente exigen las compañías distribuidoras.

A continuación se explican las variaciones respecto al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de una forma más detallada.

Se ha recopilado en el ANEXO 2 los métodos de previsión de carga, los métodos de cálculo y las características de las acometidas y las instalaciones de enlace, exigido según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

De esta forma, el presente proyecto final de carrera puede servir de base para la realización de proyectos de acometidas y de instalaciones de enlace, o la ejecución de las mismas por parte de un instalador.

#### 4.2.1. TABLA DE VARIACIONES RESPECTO AL REBT

ACOMETIDAS E INSTALACIONES DE ENLACE	NTP ERZ-ENDESA	NTP FECSA-ENDESA	NTP SEVILLANA ENDESA	NTP IBERDROLA	NTP UNIÓN FENOSA
	<b>ACOMETIDAS EN BAJA TENSION</b>				
· TIPO DE ACOMETIDA					
· TIPO DE DERIVACIÓN "S": seccionamiento; "T": derivación en T	S/T	S	T	T	T
· SECCION DE LOS CONDUCTORES					
· MATERIAL DE LOS CONDUCTORES					
· AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES					
· CALCULO DE PREVISIÓN DE CARGA					
· CALCULO DE SECCION POR CRITERIO DE MAX. INT. ADMITIDA					
· CALCULO DE SECCION POR CRITERIO DE POTENCIA A SUMINISTRAR					
· CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	1%
<b>DISPOSITIVO GENERAL DE PROTECCIÓN</b>					
· EMPLAZAMIENTO E INSTALACIÓN					
· ESQUEMAS DE CGP's PERMITIDOS					
· CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM's)					
<b>LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN</b>					
· CAPACIDAD MÁXIMA					
· SISTEMAS DE CANALIZACIÓN					
· MATERIAL DE LOS CONDUCTORES					
· SECCION DE LOS CONDUCTORES					
· AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES					
· CALCULO DE PREVISIÓN DE CARGA					
· CALCULO DE SECCION POR CRITERIO DE MAX. INT. ADMITIDA					
· CALCULO DE SECCION POR CRITERIO DE POTENCIA A SUMINISTRAR					
<b>DERIVACIONES INDIVIDUALES</b>					
· SISTEMAS DE CANALIZACIÓN					
· MATERIAL DE LOS CONDUCTORES					
· SECCION DE LOS CONDUCTORES					
· AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES					
· CALCULO DE PREVISIÓN DE CARGA					
· CALCULO DE SECCION POR CRITERIO DE MAX. INT. ADMITIDA					
· CALCULO DE SECCION POR CRITERIO DE POTENCIA A SUMINISTRAR					

# ACOMETIDAS E INSTALACIONES DE ENLACE

	NTP ERZ-ENDESA	NTP FECSA-ENDESA	NTP SEVILLANA ENDESA	NTP IBERDROLA	NTP UNIÓN FENOSA
<b>CONTADORES</b>					
· FORMAS PERMITIDAS DE COLOCACIÓN					
· EQUIPOS DE MEDIDA INDIRECTA					
· SITUACIÓN DEL LOCAL O ARMARIO DE CONTADORES					
· COMPONENTES DE LA CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES					
· EQUIPACIÓN DE LA CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES					
· DIMENSIONES DEL LOCAL O ARMARIO DE CONTADORES					
<b>DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN</b>					
· ICP (INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA)					
· IGA (INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÁTICO)					
· PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES					
· PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS					
· PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES					

	Sin variaciones con respecto al REBT
	Con variaciones con respecto al REBT

TABLA 4.1. Tabla Comparativa respecto al REBT para acometidas e instalaciones de enlace.

## 4.2.2. NORMATIVA TÉCNICA PARTICULAR DE ERZ-ENDESA

Como puede observarse en la tabla del apartado 4.2.1, las principales diferencias en las características exigidas por ERZ-ENDESA con las características mínimas que exige el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y que hay que tener en cuenta en el momento de realizar un proyecto de instalaciones de enlace y acometidas, son las siguientes:

### ACOMETIDAS:

- Tipo de Derivación:

El REBT no nos indica explícitamente los métodos de derivación de las acometidas.

ERZ-ENDESA exige que las acometidas se efectúen preferiblemente mediante cajas de seccionamiento o cajas de distribución para urbanizaciones, sin embargo, es posible la utilización de derivaciones en "T" directamente desde la línea subterránea de baja tensión, siempre que se trate de consumos individuales de potencia menor o igual a 15kW y hasta un máximo de tres derivaciones en "T" entre dos cajas consecutivas. No obstante, este tipo de derivaciones se podrá utilizar de forma excepcional, siempre previa consulta a la compañía distribuidora.

En la figura 4.3. pueden observarse la diferencias entre una derivación con seccionamiento y una derivación tipo "T".

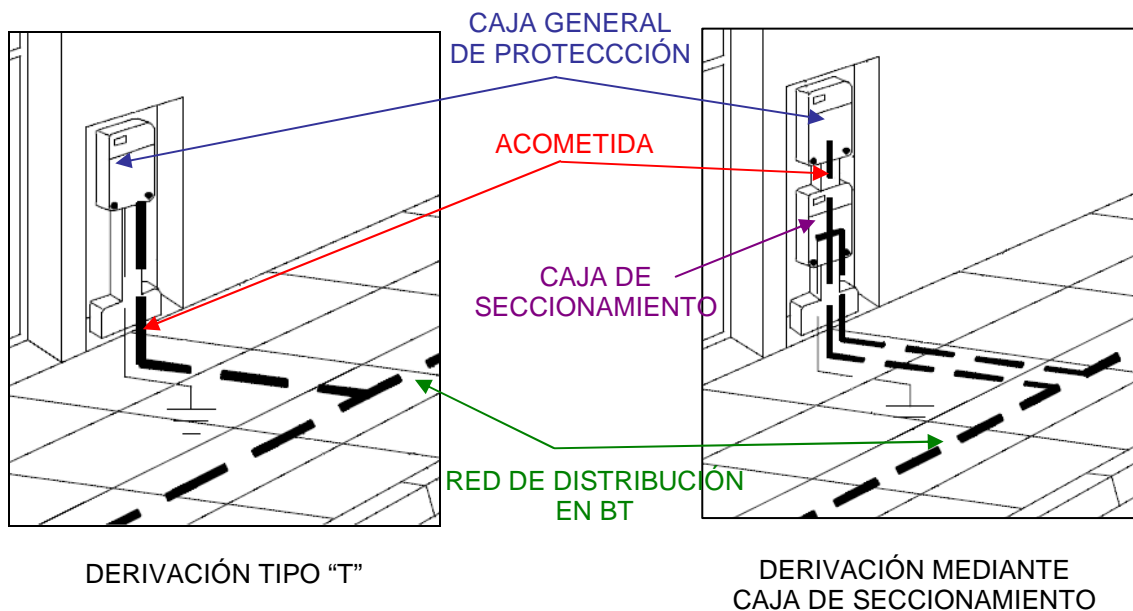


FIGURA 4.3. Diferencias entre derivación en "T" y derivación mediante caja de seccionamiento con entrada y salida de red.

- Sección de los Conductores:

Para el caso de acometidas subterráneas, el REBT nos indica en la ITC-BT-11 que los conductores a utilizar así como sus condiciones de instalación serán las indicadas en la ITC-BT-07, dedicada a líneas subterráneas de baja tensión. La ITC-BT-07 dedicada a las redes subterráneas para distribución de Baja Tensión nos permite la utilización de cable de un mínimo de  $6\text{mm}^2$  para conductores de cobre y de  $16\text{mm}^2$  para conductores de Aluminio.

CONDUCTORES DE FASE ( $\text{mm}^2$ )	SECCIÓN DEL NEUTRO ( $\text{mm}^2$ )
6 (Cu)	6
10(Cu)	10
16(Cu)	10
16(Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

TABLA 4.2. Tabla de secciones permitidas en acometidas subterráneas según el REBT y ERZ-ENDESA

Sin embargo, la Norma Técnica Particular de ERZ-ENDESA indica que es de obligado cumplimiento la utilización de cable de  $240\text{mm}^2$ ,  $150\text{mm}^2$ ,  $95\text{mm}^2$  o  $50\text{mm}^2$  de aluminio para acometidas subterráneas.

- Material de los Conductores:

Como se ha comentado anteriormente, el REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, mientras que la NTP de ERZ-ENDESA exige la utilización exclusiva de conductores de aluminio para las acometidas de baja tensión.

- Criterio de la Potencia a Suministrar:

ERZ-ENDESA exige, como indica en su Norma Técnica Particular, el cálculo de las líneas subterráneas de Baja Tensión utilizando en *Criterio del Momento Eléctrico*, además de los criterios de intensidad máxima admisible del conductor y de caída de tensión máxima. El procedimiento de cálculo de acometidas mediante este criterio, puede consultarse en el apartado 2.3.4. del ANEXO 1 del presente proyecto final de carrera.



- Caída de Tensión Máxima Admisible:

El REBT no nos indica la caída de tensión máxima admisible en las Acometidas de baja tensión. Deja su límite a la elección por parte de la compañía distribuidora.

ERZ-ENDESA exige como criterio de cálculo para determinar la sección del conductor que la caída de tensión en éste debe ser inferior al 0.5% de la tensión nominal.

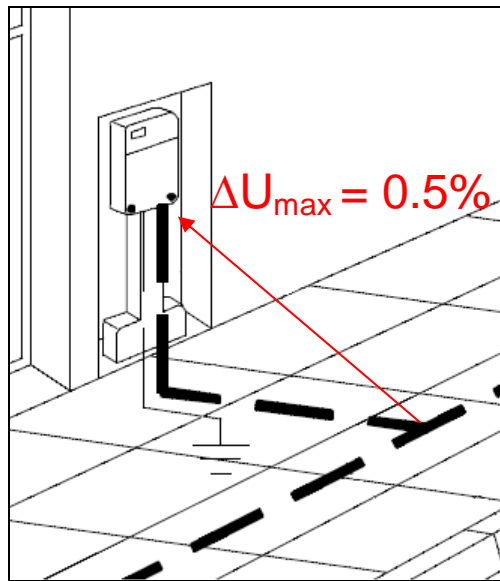
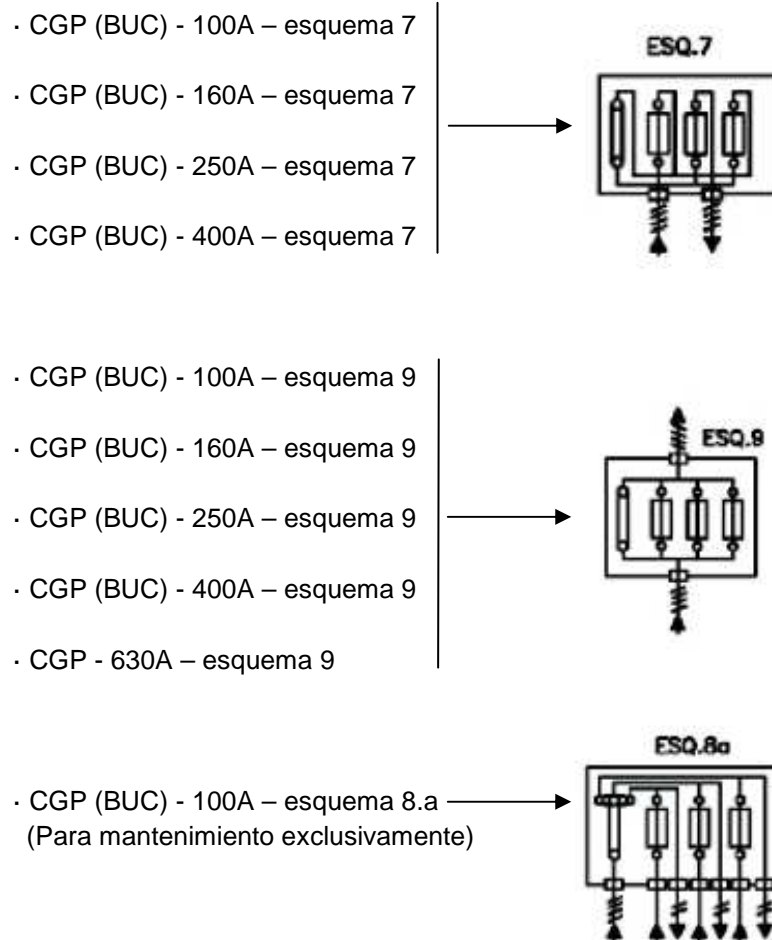


FIGURA 4.4. Caída de Tensión Máxima Admisible por ERZ-ENDESA en la acometida

**DISPOSITIVO GENERAL DE PROTECCIÓN:**- Esquemas de las CGP's Permitidos:

En el apartado 2. del Anexo 2 destinado a las Cajas Generales de Protección según el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión se pueden observar los distintos esquemas permitidos, en función de las necesidades del suministro solicitado.

Sin embargo, ERZ-ENDESA únicamente permite la utilización de Cajas Generales de Protección con los siguientes esquemas:



Siendo BUC: Base Portafusible Cerrada

FIGURA 4.5. Cajas Generales de Protección admitidas por ERZ-ENDESA

- Cajas de Protección y Medida:

El REBT nos permite la utilización de Cajas de Protección y Medida (CPM's) para los casos de instalaciones de enlace para uno o dos usuarios. En estos casos se simplifican las instalaciones de enlace al coincidir en un mismo lugar

la Caja General de Protección y la situación del equipo de medida y no existir, por tanto, la Línea General de Alimentación.

Como indica la NTP de ERZ-ENDESA, las Cajas de Protección y Medida se utilizarán preferiblemente cuando la red de distribución sea subterránea, no obstante, previa consulta con la compañía eléctrica podrán utilizarse estos elementos con distribución aérea.

Las CPM's que se pueden utilizar según ERZ-ENDESA son:

- CPM 1 – D2: Para un contador monofásico con reloj.
- CPM 2 – D4: Para un contador monofásico o trifásico con reloj.
- CPM 3 – D4: Para dos contadores monofásicos o trifásicos con reloj.
- CPM - MF 2: Para un contador monofásico electrónico.
- CPM - MF 4: Para un contador monofásico o trifásico electrónico.

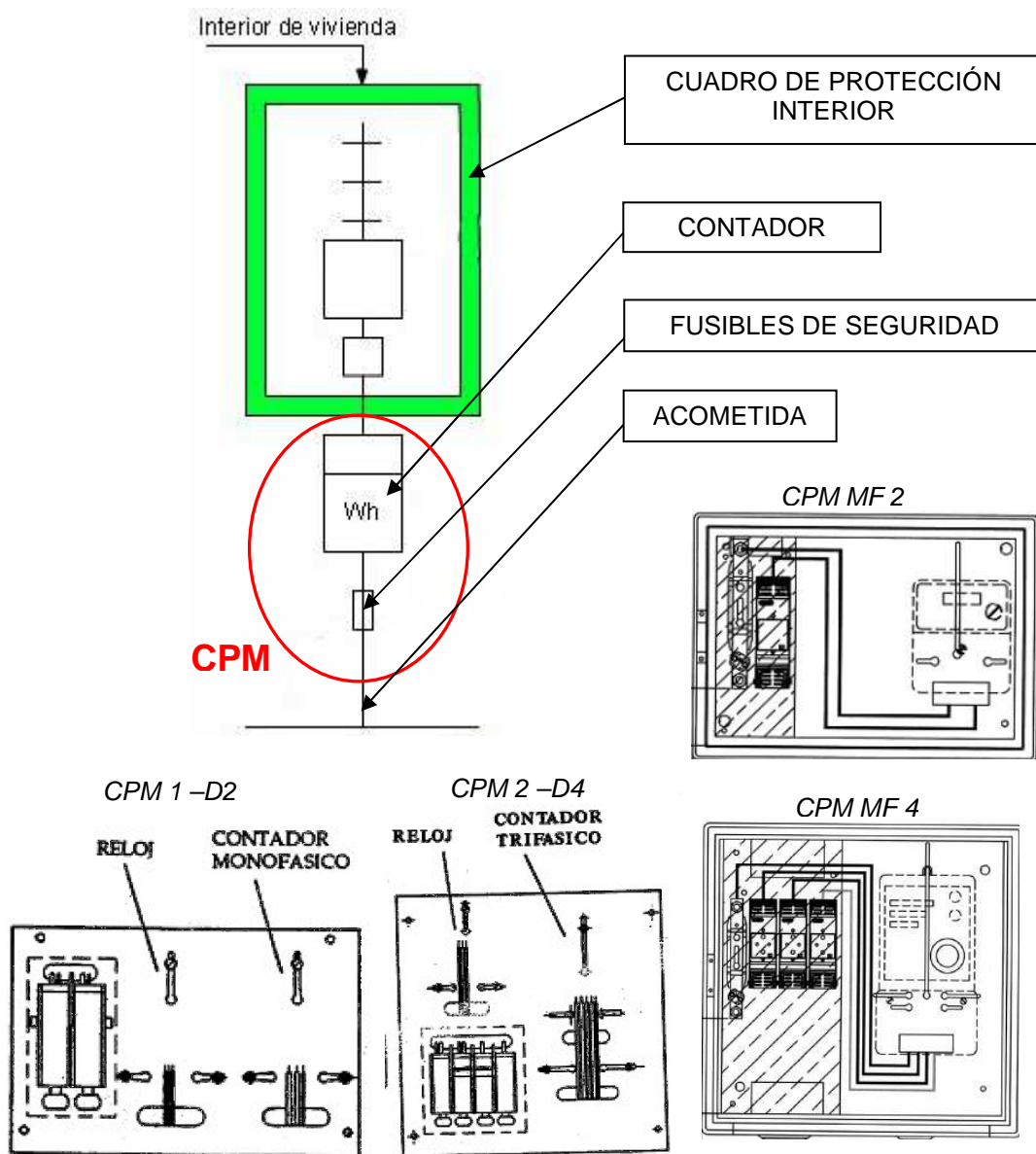


FIGURA 4.6. Cajas de Protección y Medida (CPM) para un solo usuario admitidas por ERZ-ENDESA

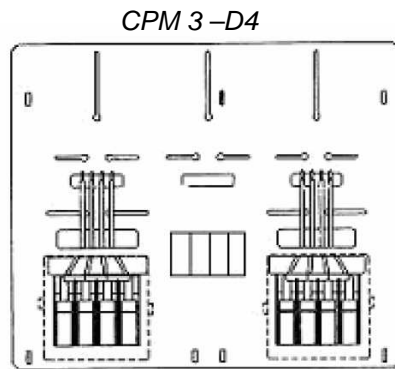
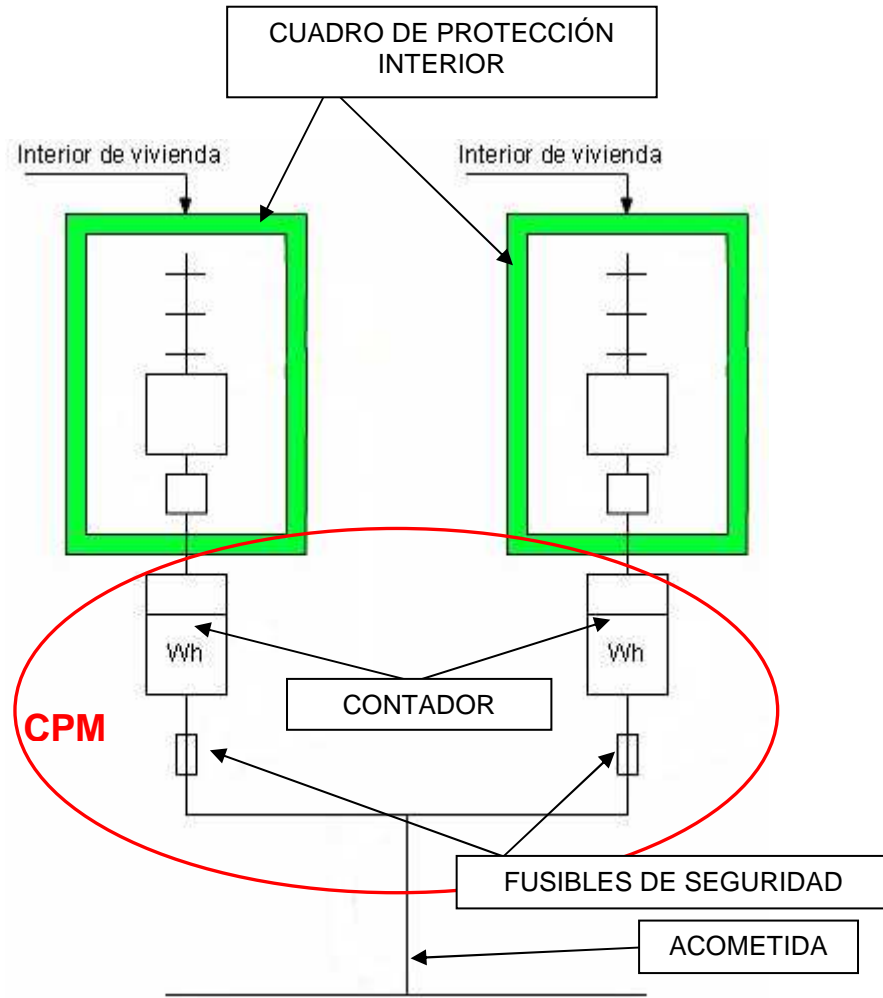


FIGURA 4.7. Cajas de Protección y Medida (CPM) para dos usuarios admitidas por ERZ-ENDESA

### **LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN:**

- Capacidad Máxima:

El REBT no nos indica la capacidad máxima permitida de la Línea General de Alimentación, por el contrario, ERZ-ENDESA exige que la capacidad máxima de la línea general de alimentación sea:

- 400 A: Para suministros industriales, comerciales y de oficinas, exceptuando cuando discorra por canalizaciones prefabricadas.
- 250 A: Para suministros destinados principalmente a viviendas.

### **DERIVACIONES INDIVIDUALES:**

- Sistemas de Canalización:

La principal diferencia entre el REBT y la NTP de la empresa distribuidora ERZ-ENDESA respecto a los sistemas de canalización permitidos para derivaciones individuales es el diámetro de tubo mínimo autorizado. Mientras que según el REBT el diámetro mínimo de los tubos es de 32mm, ERZ-ENDESA no permite la utilización de tubos con un diámetro inferior a 40mm.

- Material de los Conductores:

El REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada mínima de 450/750V. Para el caso de cables multipolares o para derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de 0,6/1kV.

Por otro lado, la NTP de ERZ-ENDESA exige que las derivaciones individuales sean de cobre, aislados y unipolares, con una tensión asignada mínima de 450/750V. No se permiten en ningún caso las derivaciones individuales con cable multipolar, y para derivaciones individuales subterráneas el aislamiento de los conductores será de 0,6/1kV.

- Sección de los Conductores:

La sección mínima autorizada según el REBT para el caso de derivaciones individuales es de 6mm<sup>2</sup>. Sin embargo, ERZ-ENDESA no permite la utilización de conductores con una sección inferior a 10mm<sup>2</sup>.

**CONTADORES:**- Equipo de Medida Indirecta:

El REBT no indica las características que deben poseer los elementos que componen el equipo de medida indirecta, por lo que son las compañías distribuidoras las que exigen cómo y cuándo se debe utilizar este tipo de medida.

En el caso de ERZ-ENDESA, para suministro con una intensidad de contratación superior a 80 A, será obligado el uso de equipos de medida indirecta. Los elementos que constituyen estos equipos son:

- 3 Transformadores de intensidad
- 1 Contador Multifunción.
- 1 Regleta de verificación.
- Envolvertes.

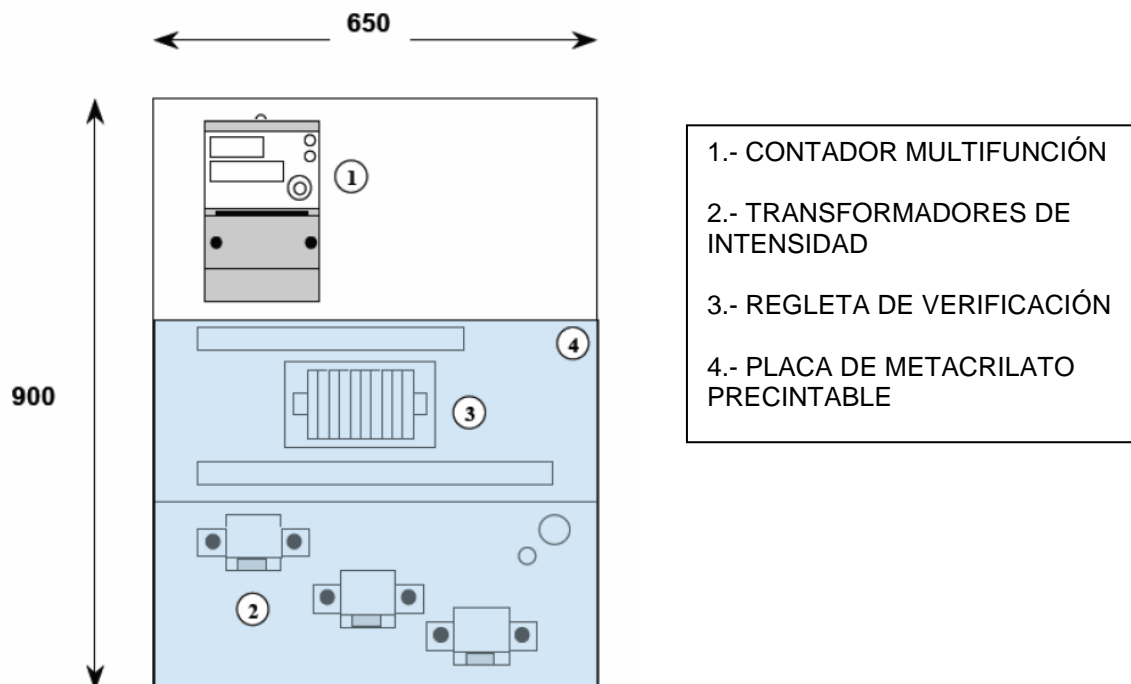


FIGURA 4.8. Esquema del Equipo de Medida Indirecta según ERZ-ENDESA

- Dimensiones del Local o Armario de Contadores:

En el apartado 5. del Anexo 2 del presente proyecto final de carrera pueden observarse las dimensiones que deben cumplir los locales y los armarios destinados a centralización de contadores, según la ITC-BT-16 del REBT.

A continuación se presenta el esquema con las dimensiones mínimas que deben cumplir estos elementos de la instalación según la NTP de ERZ-ENDESA.

LOCAL PARA CENTRALIZACION DE CONTADORES

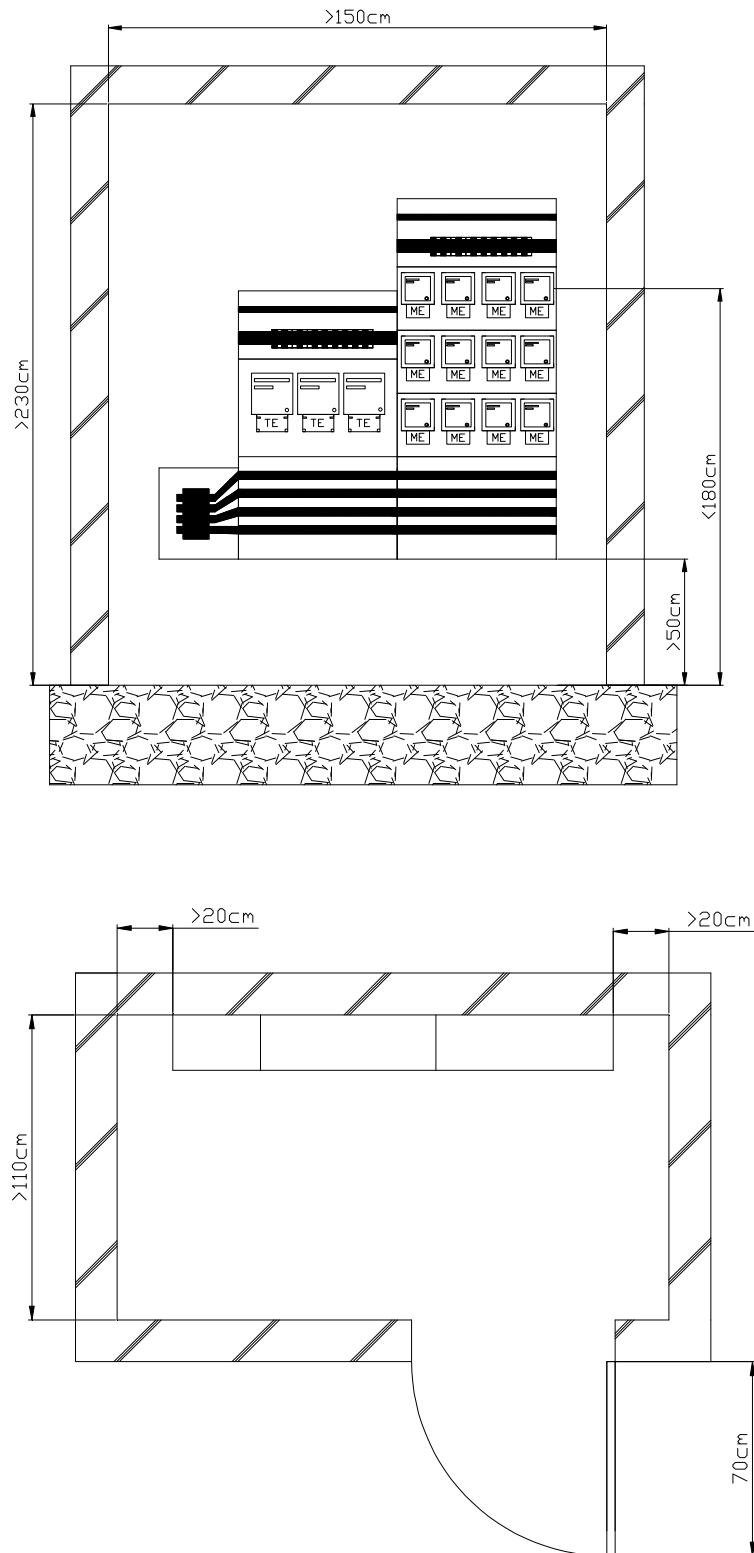


FIGURA 4.9. Dimensiones mínimas del local de contadores según ERZ-ENDESA

ARMARIO PARA CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES

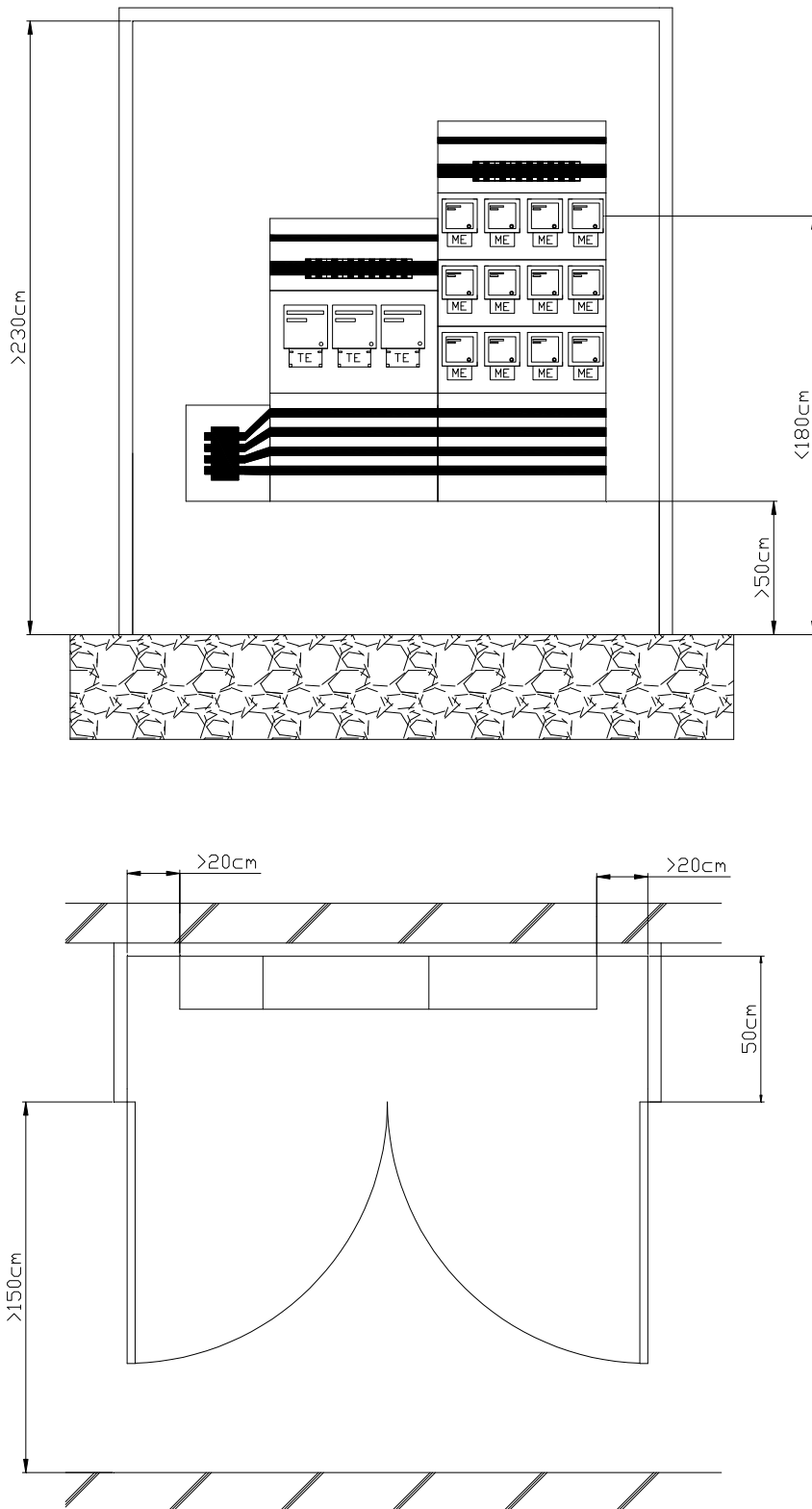


FIGURA 4.10. Dimensiones mínimas del armario de contadores según ERZ-ENDESA



## **DISPOSITIVOS DE MANDO Y PROTECCIÓN:**

- Protección contra Sobretensiones:

La Norma Técnica Particular de ERZ-ENDESA exige la utilización de los siguientes elementos para la protección contra sobretensiones:

- Protección contra Sobretensiones Permanentes de forma obligatoria.
- Protección contra Sobretensiones Transitorias, según indica ITC-BT-23 del REBT.

### 4.2.3. NORMATIVA TÉCNICA PARTICULAR DE FECSA-ENDESA

Como puede observarse en la tabla del apartado 4.2.1, las principales diferencias en las características exigidas por FECSA-ENDESA con las características mínimas que exige el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y que hay que tener en cuenta en el momento de realizar un proyecto de instalaciones de enlace y acometidas, son las siguientes:

#### ACOMETIDAS:

- Tipo de Derivación:

El REBT no nos indica explícitamente los métodos de derivación de las acometidas.

FECSA-ENDESA indica que las acometidas se deberán efectuar mediante cajas de seccionamiento o cajas de distribución para urbanizaciones.

En la figura 4.11. puede observarse la derivación mediante caja de seccionamiento admitida por FECSA-ENDESA.

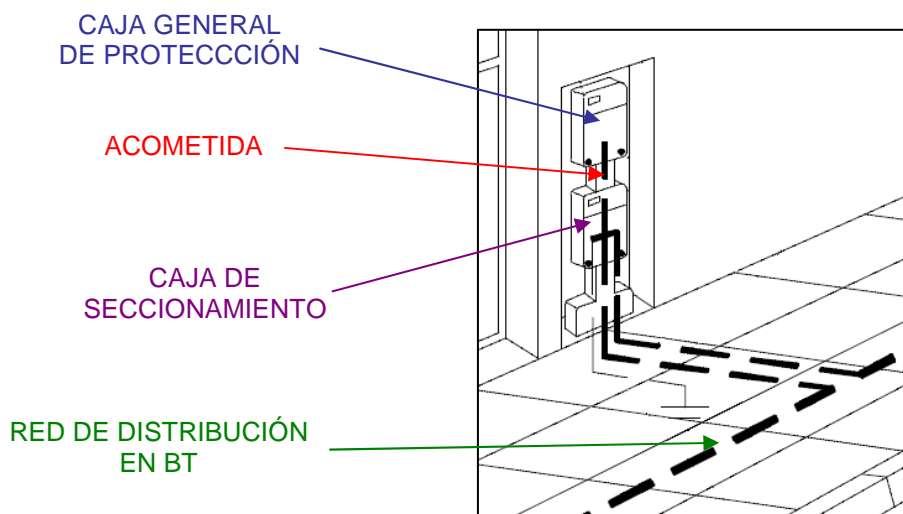


FIGURA 4.11. Derivación mediante Caja de Seccionamiento admitido por FECSA-ENDESA

- Sección de los Conductores:

Para el caso de acometidas subterráneas, el REBT nos indica en la ITC-BT-11 que los conductores a utilizar así como sus condiciones de instalación serán las indicadas en la ITC-BT-07, dedicada a líneas subterráneas de baja tensión. La ITC-BT-07 dedicada a las redes subterráneas para distribución de Baja Tensión

nos permite la utilización de cable de un mínimo de  $6\text{mm}^2$  para conductores de cobre y de  $16\text{mm}^2$  para conductores de Aluminio.

CONDUCTORES DE FASE ( $\text{mm}^2$ )	SECCIÓN DEL NEUTRO ( $\text{mm}^2$ )
6 (Cu)	6
10(Cu)	10
16(Cu)	10
16(Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

TABLA 4.3. Tabla de secciones permitidas en acometidas subterráneas según el REBT y FECSA-ENDESA

Sin embargo, la Norma Técnica Particular de FECSA-ENDESA indica que es de obligado cumplimiento la utilización de cable de  $240\text{mm}^2$ ,  $150\text{mm}^2$ ,  $95\text{mm}^2$  o  $50\text{mm}^2$  de aluminio para acometidas subterráneas.

- Material de los Conductores:

Como se ha comentado anteriormente, el REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, mientras que la NTP de FECSA-ENDESA exige la utilización exclusiva de conductores de aluminio para las acometidas de baja tensión.

- Caída de Tensión Máxima Admisible:

El REBT no nos indica la caída de tensión máxima admisible en las Acometidas de baja tensión. Deja su límite a la elección por parte de la compañía distribuidora.

FECSA-ENDESA exige como criterio de cálculo para determinar la sección del conductor que la caída de tensión en éste debe ser inferior al 0.5% de la tensión nominal.

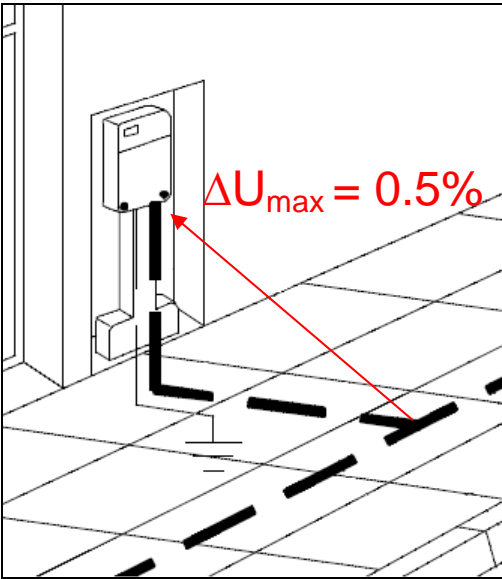


FIGURA 4.12. Caída de Tensión Máxima Admisible por FECSA-ENDESA en la acometida

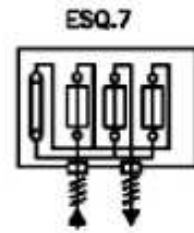
## DISPOSITIVO GENERAL DE PROTECCIÓN:

### - Esquemas de las CGP's Permitidos:

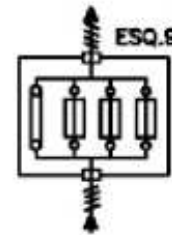
En el apartado 1.2. del Anexo 2 destinado a las Cajas Generales de Protección según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión se pueden observar los distintos esquemas permitidos, en función de las necesidades del suministro solicitado.

Sin embargo, FECSA-ENDESA únicamente permite la utilización de Cajas Generales de Protección con los siguientes esquemas:

- CGP (BUC) - 160A – esquema 7
- CGP (BUC) - 250A – esquema 7
- CGP (BUC) - 400A – esquema 7



- CGP (BUC) - 160A – esquema 9
- CGP (BUC) - 250A – esquema 9
- CGP (BUC) - 400A – esquema 9
- CGP - 630A – esquema 9



Siendo BUC: Base Portafusible Cerrada

FIGURA 4.13. Cajas Generales de Protección admitidas por FECSA-ENDESA

Las CGP de 400 y 630 A se utilizarán exclusivamente para suministros individuales.

### - Cajas de Protección y Medida:

El REBT nos permite la utilización de Cajas de Protección y Medida (CPM's) para los casos de instalaciones de enlace para uno o dos usuarios. En estos casos se simplifican las instalaciones de enlace al coincidir en un mismo lugar la Caja General de Protección y la situación del equipo de medida y no existir, por tanto, la Línea General de Alimentación.

En el caso de FECSA-ENDESA, las Cajas de Protección y Medida se podrán utilizar únicamente para un usuario.

Las CPM's que se pueden utilizar según FECSA-ENDESA son:

- CPM 1 – D2: Para un contador monofásico con reloj.
- CPM 2 – D4: Para un contador monofásico o trifásico con reloj.

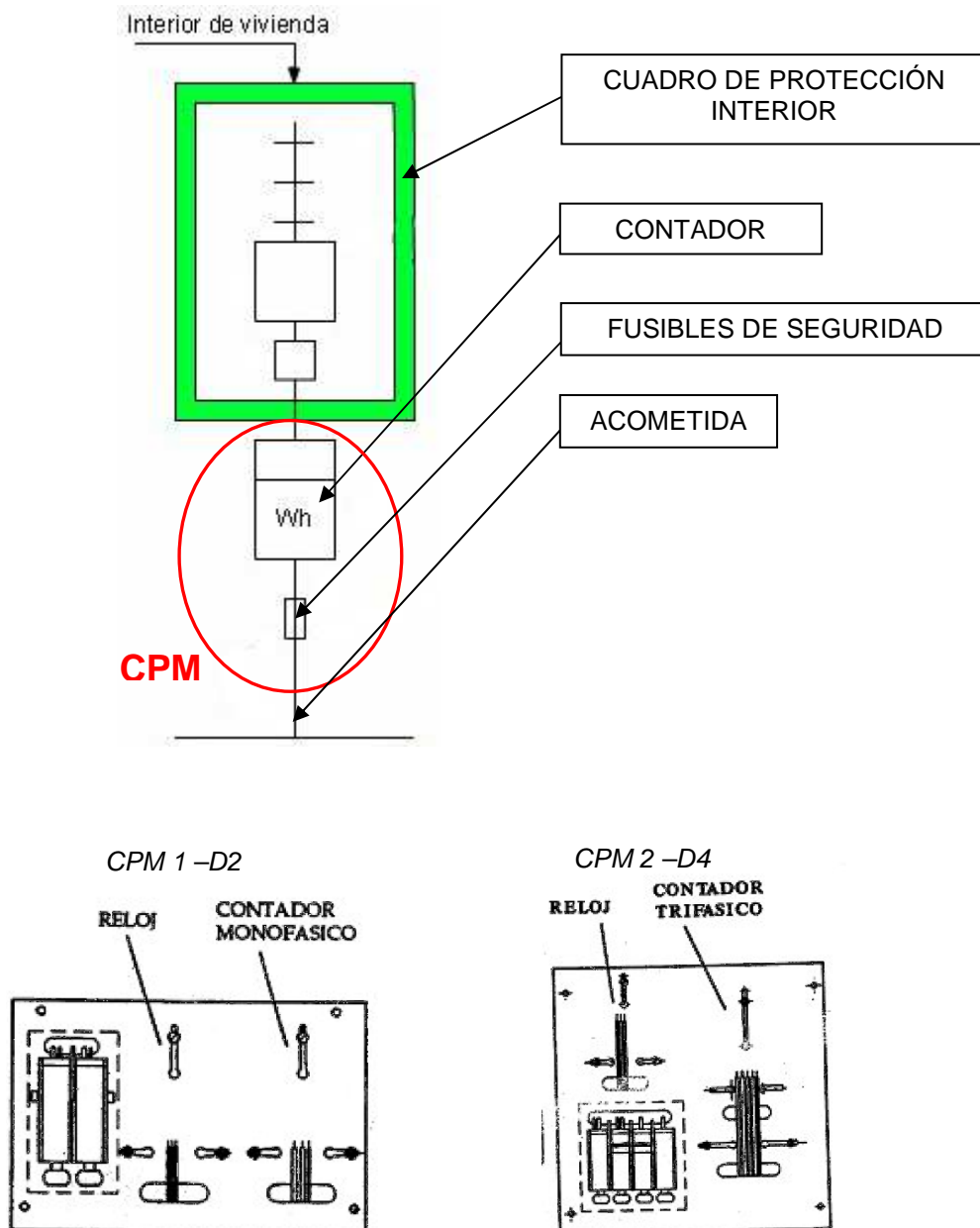


FIGURA 4.14. Cajas de Protección y Medida (CPM) para un solo usuario admitidas por FECSA-ENDESA

### **LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN:**

- Capacidad Máxima:

El REBT no nos indica la capacidad máxima permitida de la Línea General de Alimentación, por el contrario, FECSA-ENDESA exige que la capacidad máxima de la línea general de alimentación sea de 250 A.

- Sistemas de Canalización:

La principal diferencia entre el REBT y la NTP de la empresa distribuidora FECSA-ENDESA respecto a los sistemas de canalización permitidos para líneas generales de alimentación es que la compañía distribuidora no permite la utilización de conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

- Material de los Conductores:

El REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, aislados y unipolares, siendo su nivel de aislamiento de 0,6/1kV.

Por otro lado, la NTP de FECSA-ENDESA exige que las líneas generales de alimentación sean de cobre.

### **DERIVACIONES INDIVIDUALES:**

- Sistemas de Canalización:

La principal diferencia entre el REBT y la NTP de la empresa distribuidora FECSA-ENDESA respecto a los sistemas de canalización permitidos para derivaciones individuales es que la compañía distribuidora no permite la utilización de las siguientes canalizaciones:

- Conductores aislados en el interior de canales protectoras.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica.

- Material de los Conductores:

El REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada mínima de 450/750V. Para el caso de cables multipolares o para derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de 0,6/1kV.

Por otro lado, la NTP de FECSA-ENDESA exige que las derivaciones individuales sean de cobre, aislados y unipolares, con una tensión asignada mínima de 450/750V. No se permiten en ningún caso las derivaciones

individuales con cable multipolar, y para derivaciones individuales subterráneas el aislamiento de los conductores será de 0,6/1kV.

- Sección de los Conductores:

La sección mínima autorizada según el REBT para el caso de derivaciones individuales es de  $6\text{mm}^2$ . Sin embargo, FECSA-ENDESA no permite la utilización de conductores con una sección inferior a  $10\text{mm}^2$ .



## CONTADORES:

### - Equipo de Medida Indirecta:

El REBT no indica las características que deben poseer los elementos que componen el equipo de medida indirecta, por lo que son las compañías distribuidoras las que exigen cómo y cuándo se debe utilizar este tipo de medida.

En el caso de FECSA-ENDESA, para suministro con una intensidad de contratación superior a 80 A, será obligado el uso de equipos de medida indirecta. Los elementos que constituyen estos equipos son:

- 3 Transformadores de intensidad
- 1 Contador Multifunción.
- 1 Regleta de verificación.
- Envolvertes.

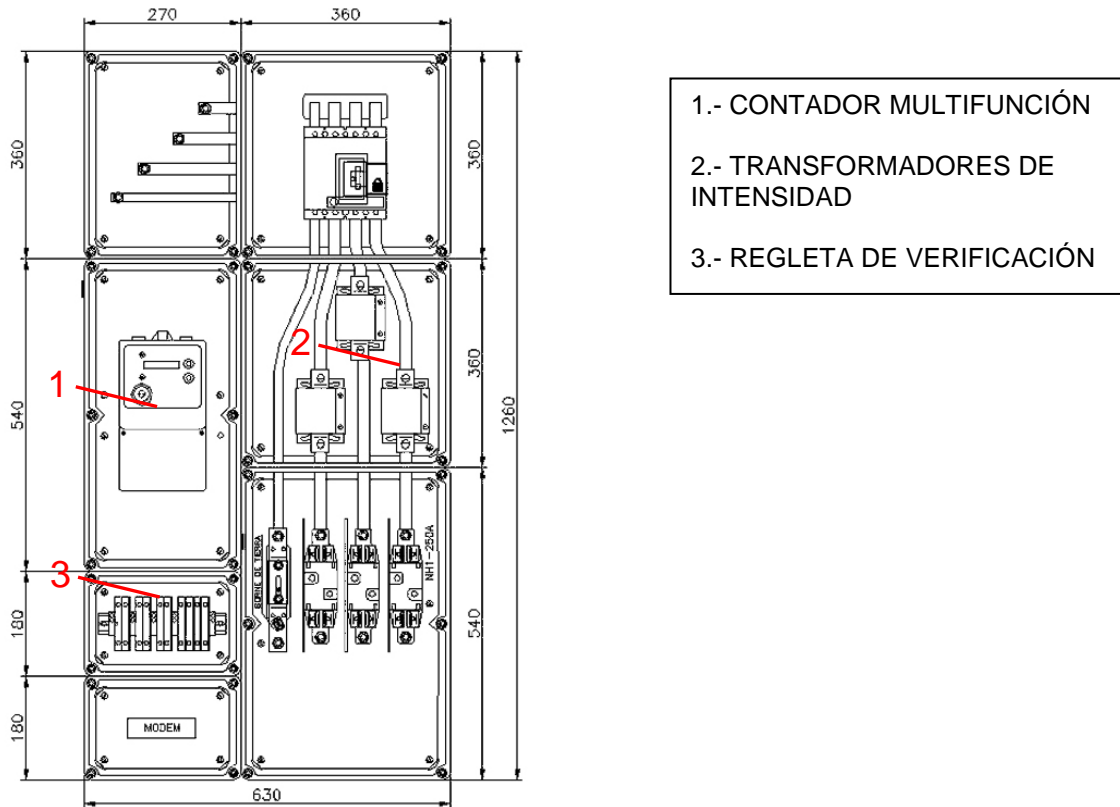


FIGURA 4.15. Esquema del Equipo de Medida Indirecta según FECSA-ENDESA

### - Dimensiones del Local o Armario de Contadores:

En el apartado 1.5. del Anexo 2 del presente proyecto final de carrera pueden observarse las dimensiones que deben cumplir los locales y los armarios destinados a centralización de contadores según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

A continuación se presenta el esquema con las dimensiones mínimas que deben cumplir estos elementos de la instalación según la NTP de FECSA-ENDESA.

LOCAL PARA CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES

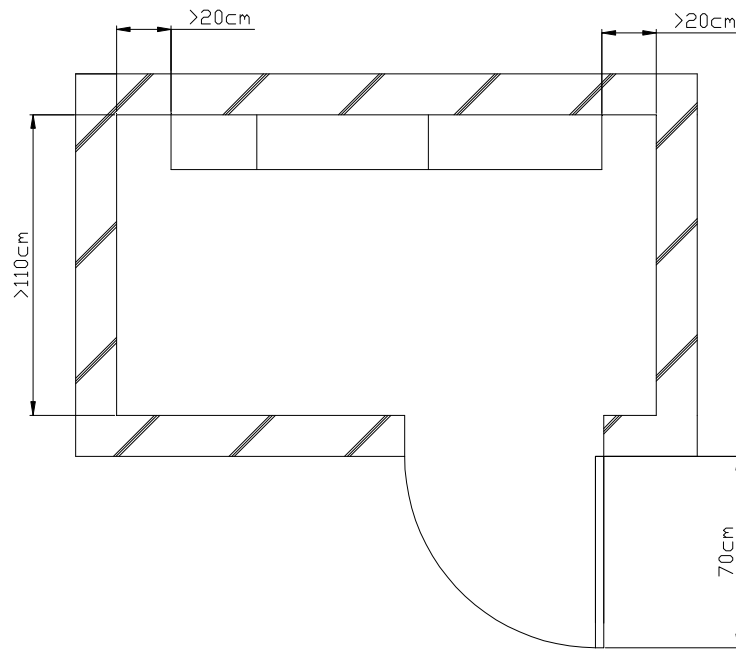
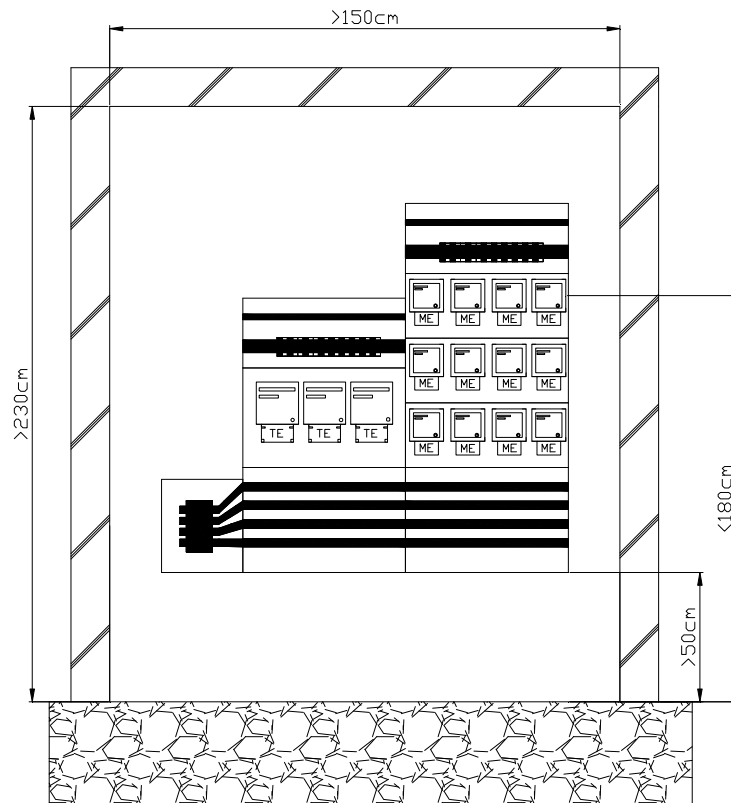


FIGURA 4.16. Dimensiones mínimas del local de contadores según FECSA-ENDESA

ARMARIO PARA CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES

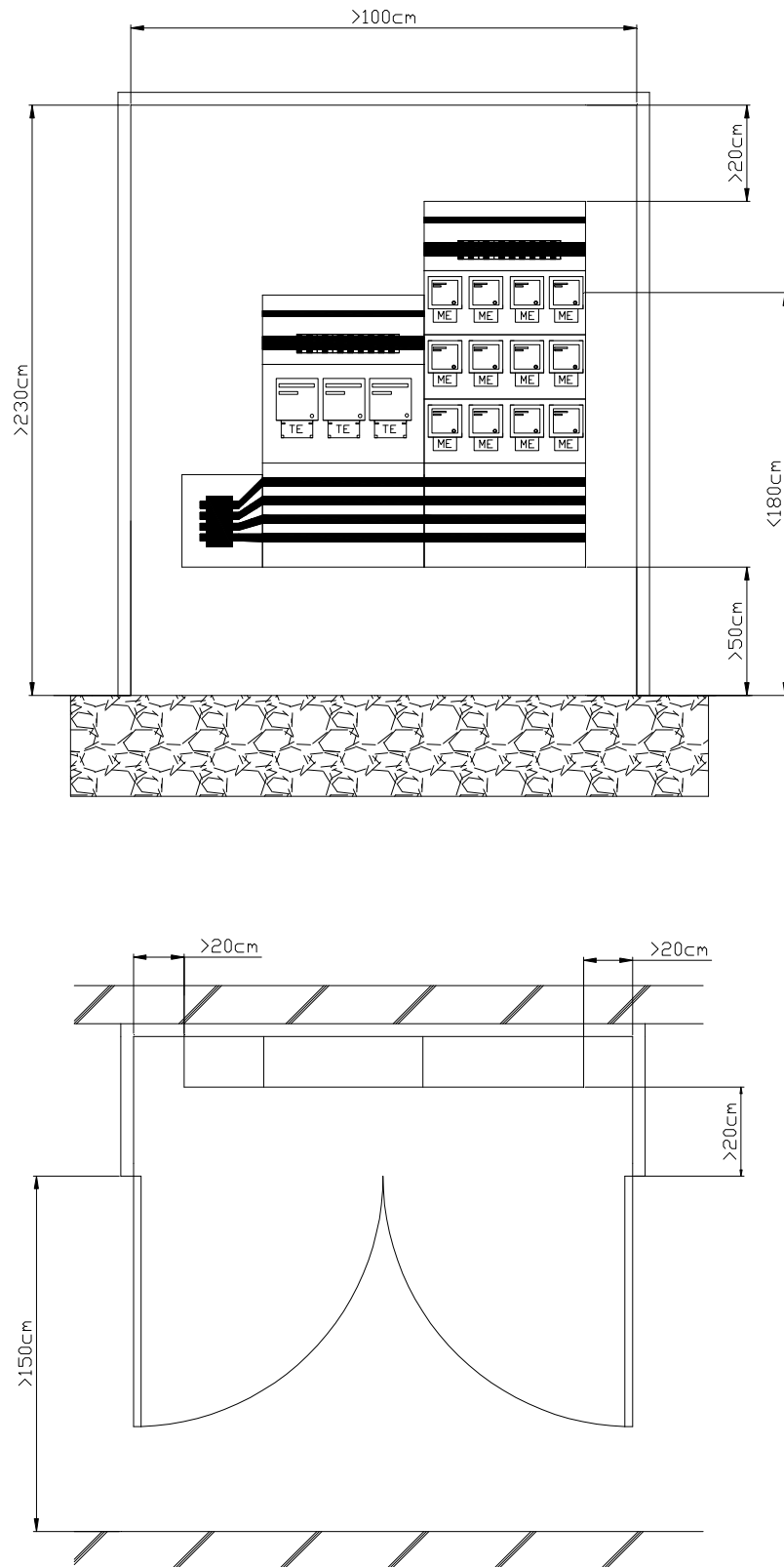


FIGURA 4.17. Dimensiones mínimas del armario de contadores según FECSA-ENDESA

**DISPOSITIVOS DE MANDO Y PROTECCIÓN:****- Protección contra Sobretensiones:**

La Norma Técnica Particular de FECSA-ENDESA exige la utilización de los siguientes elementos para la protección contra sobretensiones:

- Protección contra Sobretensiones Permanentes de forma obligatoria.
- Protección contra Sobretensiones Transitorias, según indica ITC-BT-23 del REBT.

#### 4.2.4. NORMATIVA TÉCNICA PARTICULAR DE SEVILLANA-ENDESA

Como puede observarse en la tabla del apartado 4.2.1, las principales diferencias en las características exigidas por SEVILLANA-ENDESA con las características mínimas que exige el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y que hay que tener en cuenta en el momento de realizar un proyecto de instalaciones de enlace y acometidas, son las siguientes:

##### ACOMETIDAS:

- Tipo de Derivación:

El REBT no nos indica explícitamente los métodos de derivación de las acometidas.

SEVILLANA-ENDESA indica que las acometidas se efectuarán, de forma general, mediante derivaciones en T de la línea subterránea de baja tensión.

En algunos casos, previa consulta a SEVILLANA-ENDESA podrán realizarse derivaciones mediante cajas de seccionamiento o cajas de distribución para urbanizaciones.

En la figura 4.18. puede observarse la diferencia entre una derivación con seccionamiento y una derivación tipo "T".

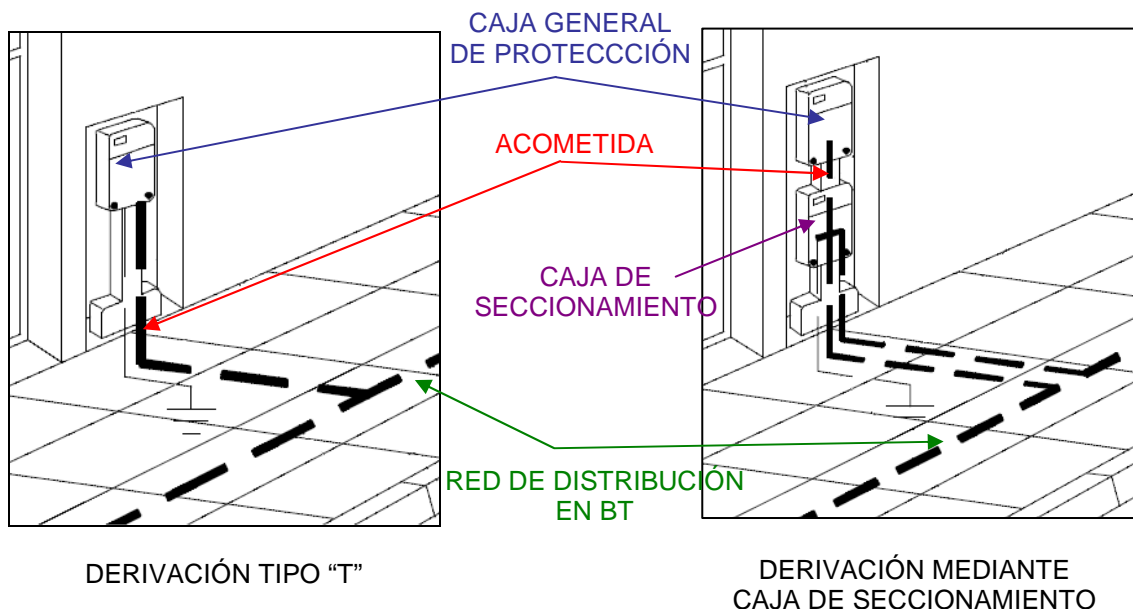


FIGURA 4.18. Diferencias entre derivación en "T" y derivación mediante caja de seccionamiento con entrada y salida de red permitido por Sevillana-Endesa

- Sección de los Conductores:

Para el caso de acometidas subterráneas, el REBT nos indica en la ITC-BT-11 que los conductores a utilizar, así como sus condiciones de instalación, serán las indicadas en la ITC-BT-07, dedicada a líneas subterráneas de baja tensión. La ITC-BT-07 dedicada a las redes subterráneas para distribución de Baja Tensión nos permite la utilización de cable de un mínimo  $6\text{mm}^2$  para conductores de cobre y de  $16\text{mm}^2$  para conductores de Aluminio.

CONDUCTORES DE FASE ( $\text{mm}^2$ )	SECCIÓN DEL NEUTRO ( $\text{mm}^2$ )
6 (Cu)	6
10(Cu)	10
16(Cu)	10
16(Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

TABLA 4.4. Tabla de secciones permitidas en acometidas subterráneas según el REBT y SEVILLANA-ENDESA

Sin embargo, la Norma Técnica Particular de SEVILLANA-ENDESA indica que es de obligado cumplimiento la utilización de cable de  $240\text{mm}^2$ ,  $150\text{mm}^2$ ,  $95\text{mm}^2$  o  $50\text{mm}^2$  de aluminio para acometidas subterráneas.

- Material de los Conductores:

Como se ha comentado anteriormente, el REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, mientras que la NTP de SEVILLANA-ENDESA exige la utilización exclusiva de conductores de aluminio para las acometidas de baja tensión.

- Caída de Tensión Máxima Admisible:

El REBT no nos indica la caída de tensión máxima admisible en las acometidas de baja tensión. Deja su límite a la elección por parte de la compañía distribuidora.

SEVILLANA-ENDESA exige como criterio de cálculo para determinar la sección del conductor que la caída de tensión en éste debe ser inferior al 0.5% de la tensión nominal.

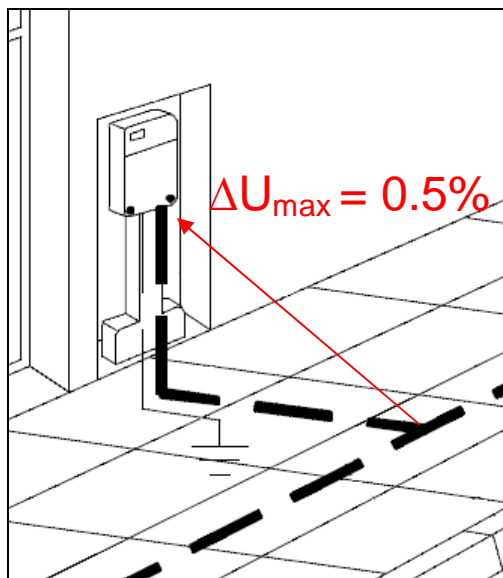
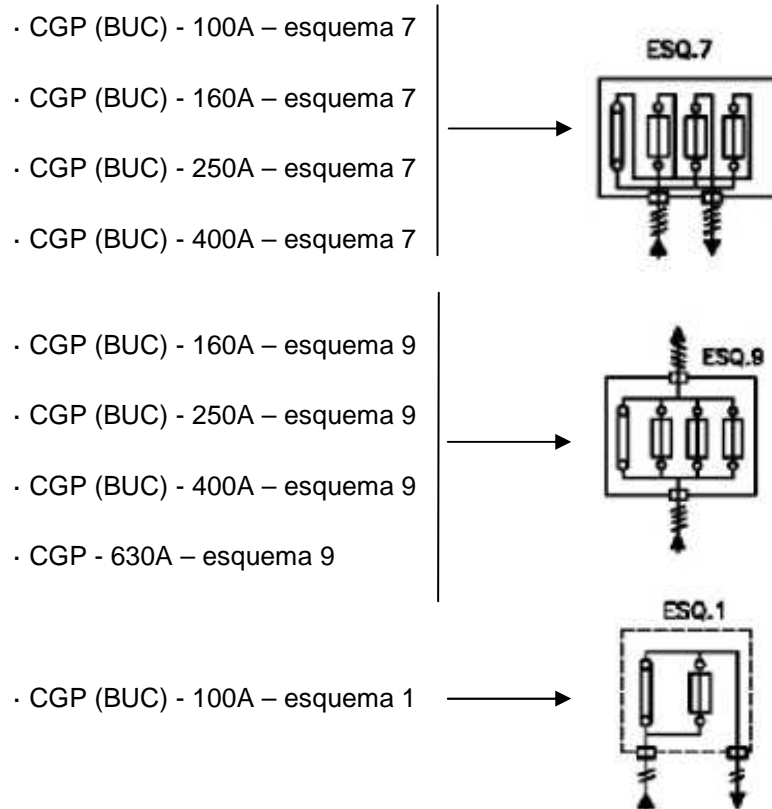


FIGURA 4.19. Caída de Tensión Máxima Admisible por SEVILLANA-ENDESA en la acometida

**DISPOSITIVO GENERAL DE PROTECCIÓN:**- Esquemas de las CGP's Permitidos:

En el apartado 1.2. del Anexo 2 destinado a las Cajas Generales de Protección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión se pueden observar los distintos esquemas permitidos, en función de las necesidades del suministro solicitado.

Sin embargo, SEVILLANA-ENDESA únicamente permite la utilización de Cajas Generales de Protección con los siguientes esquemas:



Siendo BUC: Base Portafusible Cerrada

FIGURA 4.20. Cajas Generales de Protección admitidas por SEVILLANA-ENDESA

- Cajas de Protección y Medida:

El REBT nos permite la utilización de Cajas de Protección y Medida (CPM's) para los casos de instalaciones de enlace para uno o dos usuarios. En estos casos se simplifican las instalaciones de enlace al coincidir en un mismo lugar la Caja General de Protección y la situación del equipo de medida y no existir, por tanto, la Línea General de Alimentación.



Las CPM's que se pueden utilizar según SEVILLANA-ENDESA son:

- CPM 1 – D2: Para un contador monofásico con reloj.
- CPM 2 – D4: Para un contador monofásico o trifásico con reloj.
- CPM 3 – D4: Para dos contadores monofásicos o trifásicos con reloj.
- CPM - MF 2: Para un contador monofásico electrónico.
- CPM - MF 4: Para un contador monofásico o trifásico electrónico.

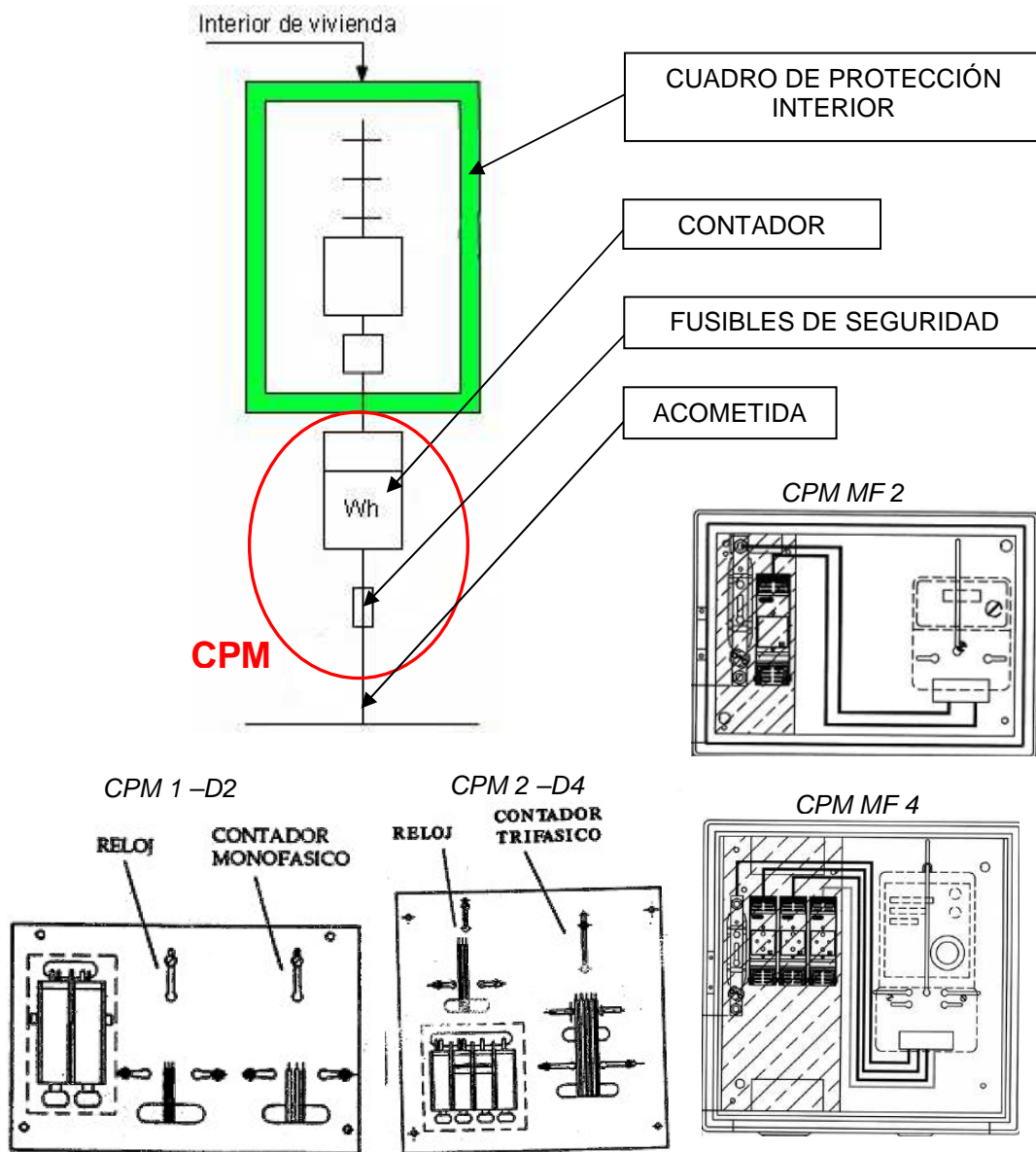


FIGURA 4.21. Cajas de Protección y Medida (CPM) para un solo usuario admitidas por SEVILLANA-ENDESA

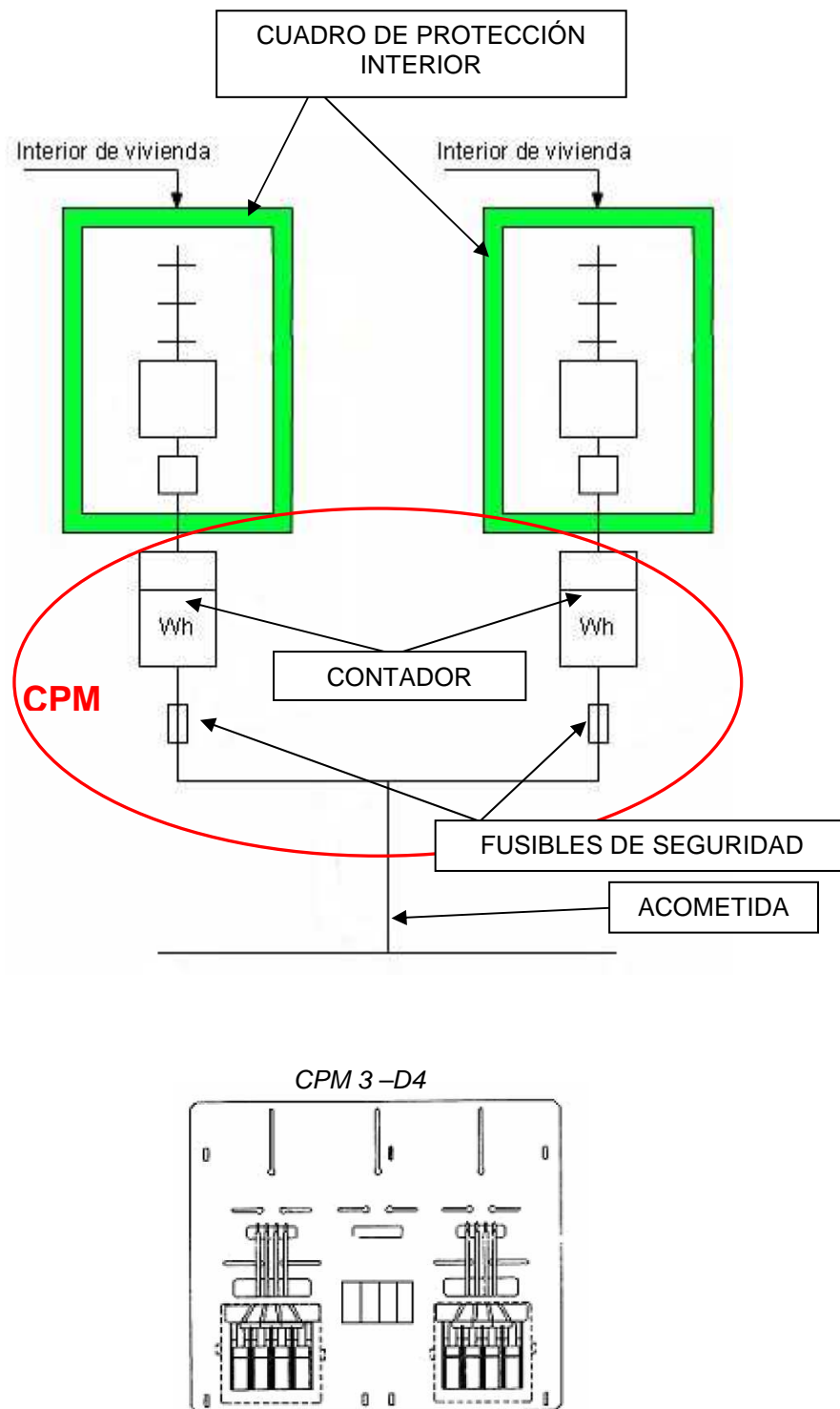


FIGURA 4.22. Cajas de Protección y Medida (CPM) para dos usuarios admitidas por SEVILLANA-ENDESA

### **LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN:**

- Capacidad Máxima:

El REBT no nos indica la capacidad máxima permitida de la Línea General de Alimentación, por el contrario, SEVILLANA-ENDESA exige que la capacidad máxima de la línea general de alimentación sea:

- 400 A: Para suministros con acometidas subterráneas.
- 250 A: Para suministros con acometidas aéreas.

### **DERIVACIONES INDIVIDUALES:**

- Sistemas de Canalización:

La principal diferencia entre el REBT y la NTP de la empresa distribuidora SEVILLANA-ENDESA respecto a los sistemas de canalización permitidos para derivaciones individuales es el diámetro mínimo autorizado. Mientras que según el REBT el diámetro mínimo de los tubos es de 32mm, SEVILLANA-ENDESA no permite la utilización de tubos con un diámetro inferior a 40mm.

- Material de los Conductores:

El REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada mínima de 450/750V. Para el caso de cables multipolares o para derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de 0,6/1kV.

Por otro lado, la NTP de SEVILLANA-ENDESA exige que las derivaciones individuales sean de cobre, aislados y normalmente unipolares, con una tensión asignada mínima de 450/750V. Para el caso de cables multipolares (previa consulta con la compañía distribuidora) o para derivaciones individuales subterráneas el aislamiento de los conductores será de 0,6/1kV.

- Sección de los Conductores:

La sección mínima autorizada según el REBT para el caso de derivaciones individuales es de 6mm<sup>2</sup>. Sin embargo, SEVILLANA-ENDESA no permite la utilización de conductores con una sección inferior a 10mm<sup>2</sup>.

**CONTADORES:**- Equipo de Medida Indirecta:

El REBT no indica las características que deben poseer los elementos que componen el equipo de medida indirecta, por lo que son las compañías distribuidoras las que exigen cómo y cuándo se debe utilizar este tipo de medida.

En el caso de SEVILLANA-ENDESA, para suministro con una intensidad de contratación superior a 80 A, será obligado el uso de equipos de medida indirecta. Los elementos que constituyen estos equipos son:

- 3 Transformadores de intensidad
- 1 Contador Multifunción.
- 1 Regleta de verificación.
- Envolvertes.

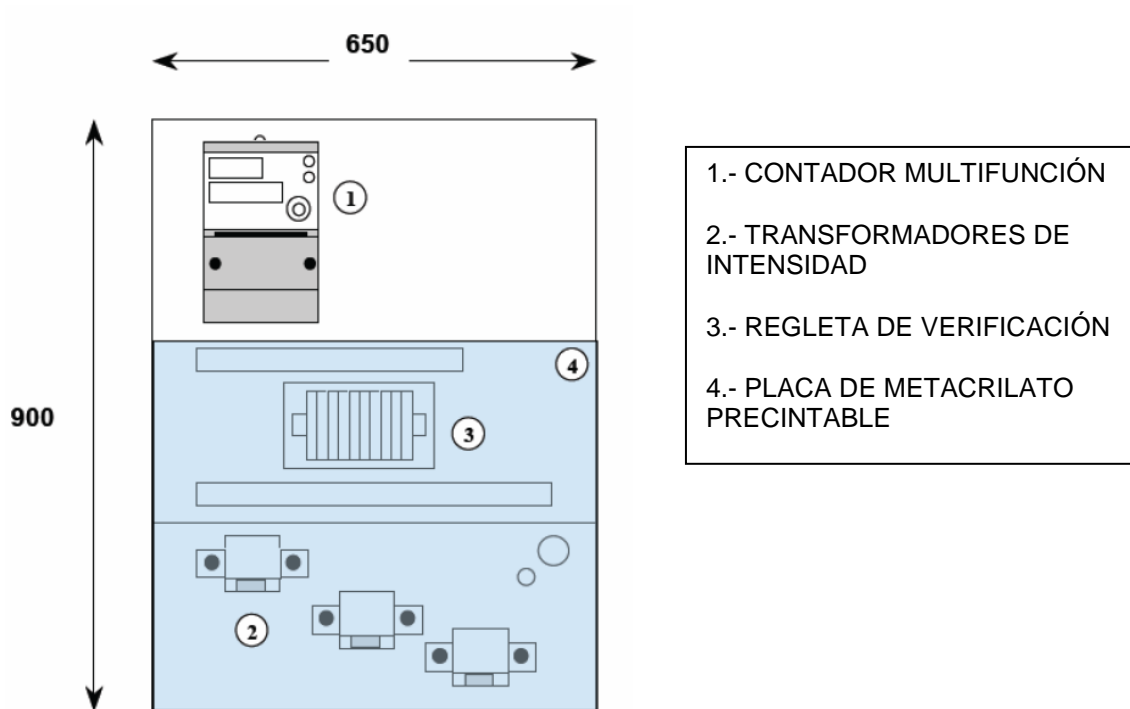


FIGURA 4.23. Esquema del Equipo de Medida Indirecta según SEVILLANA-ENDESA

**DISPOSITIVOS DE MANDO Y PROTECCIÓN:**- Protección contra Sobretensiones:

La Norma Técnica Particular de SEVILLANA-ENDESA exige la utilización de los siguientes elementos para la protección contra sobretensiones:

- Protección contra Sobretensiones Permanentes de forma obligatoria.
- Protección contra Sobretensiones Transitorias de forma obligatoria.

#### 4.2.5. NORMATIVA TÉCNICA PARTICULAR DE IBERDROLA

Como puede observarse en la tabla del apartado 4.2.1, las principales diferencias en las características exigidas por IBERDROLA con las características mínimas que exige el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y que hay que tener en cuenta en el momento de realizar un proyecto de instalaciones de enlace y acometidas, son las siguientes:

##### ACOMETIDAS:

- Tipo de Derivación:

El REBT no nos indica explícitamente los métodos de derivación de las acometidas.

IBERDROLA indica que las acometidas se efectuarán mediante derivaciones en T de la línea subterránea de baja tensión.

En la figura 4.24. puede observarse la derivación tipo "T" admitida por IBERDROLA

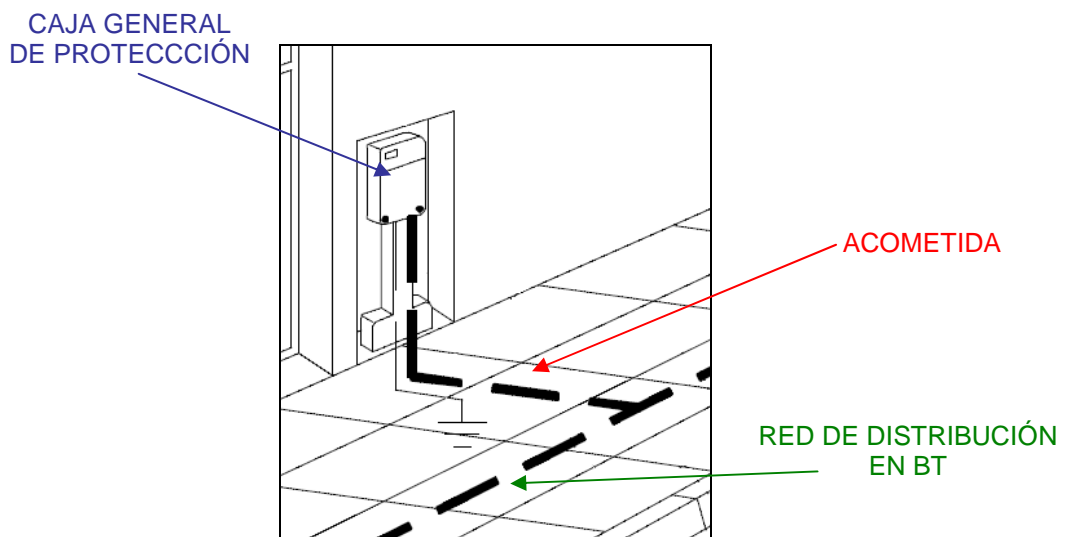


FIGURA 4.24. Derivación en "T" permitida por IBERDROLA

- Sección de los Conductores:

Para el caso de acometidas subterráneas, el REBT nos indica en la ITC-BT-11 que los conductores a utilizar así como sus condiciones de instalación serán las indicadas en la ITC-BT-07, dedicada a líneas subterráneas de baja tensión. La ITC-BT-07 dedicada a las redes subterráneas para distribución de Baja Tensión nos permite la utilización de cable de un mínimo  $6\text{mm}^2$  para conductores de cobre y de  $16\text{mm}^2$  para conductores de Aluminio.

CONDUCTORES DE FASE ( $\text{mm}^2$ )	SECCIÓN DEL NEUTRO ( $\text{mm}^2$ )
6 (Cu)	6
10(Cu)	10
16(Cu)	10
16(Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

TABLA 4.5. Tabla de secciones permitidas en acometidas subterráneas según el REBT e IBERDROLA

Sin embargo, la Norma Técnica Particular de IBERDROLA indica que es de obligado cumplimiento la utilización de cable de  $240\text{mm}^2$ ,  $150\text{mm}^2$ ,  $95\text{mm}^2$  o  $50\text{mm}^2$  de aluminio para acometidas subterráneas.

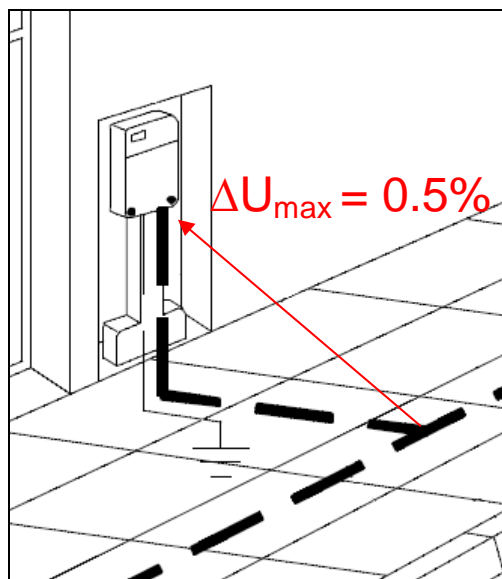
- Material de los Conductores:

Como se ha comentado anteriormente, el REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, mientras que la NTP de IBERDROLA exige la utilización exclusiva de conductores de aluminio para las acometidas de baja tensión.

- Caída de Tensión Máxima Admisible:

El REBT no nos indica la caída de tensión máxima admisible en las Acometidas de baja tensión. Deja su límite a la elección por parte de la compañía distribuidora.

IBERDROLA exige como criterio de cálculo para determinar la sección del conductor que la caída de tensión en éste debe ser inferior al 0.5% de la tensión nominal.

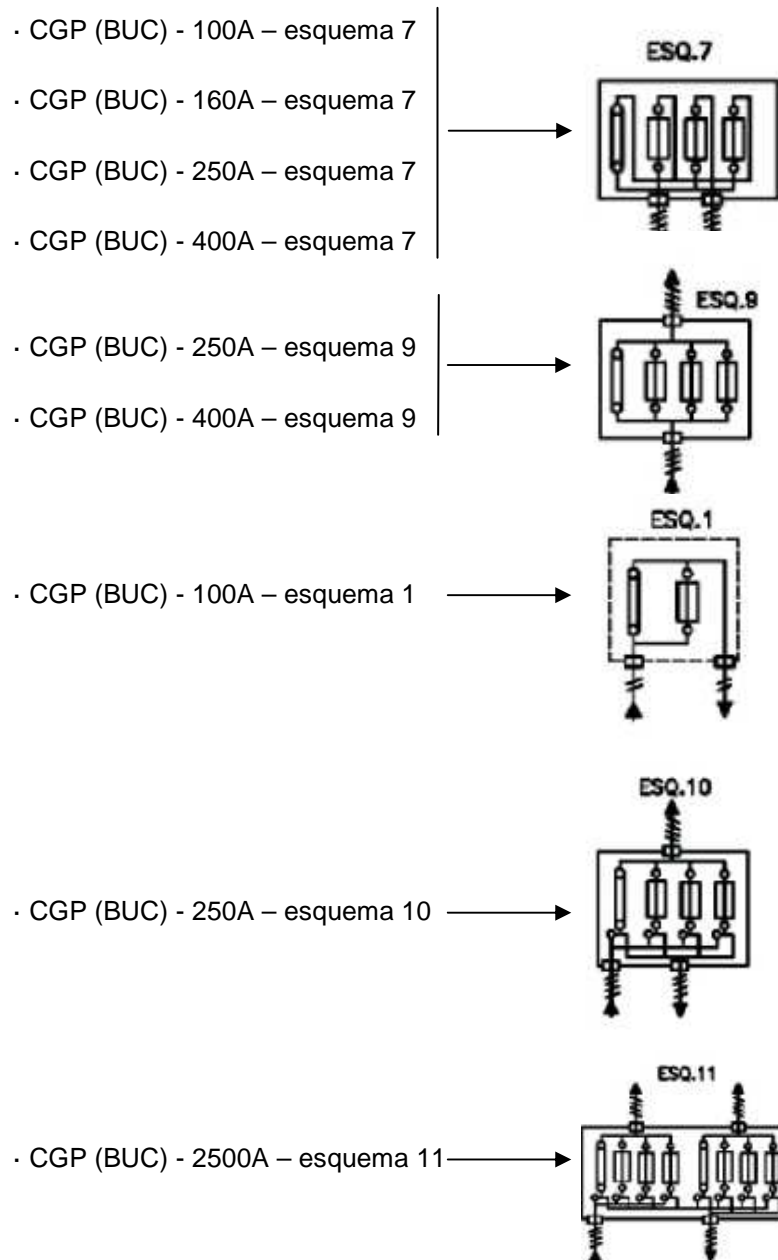


*FIGURA 4.25. Caída de Tensión Máxima Admisible por IBERDROLA en la acometida*

**DISPOSITIVO GENERAL DE PROTECCIÓN:**- Esquemas de las CGP's Permitidos:

En el apartado 1.2. del Anexo 2 destinado a las Cajas Generales de Protección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión se pueden observar los distintos esquemas permitidos, en función de las necesidades del suministro solicitado.

Sin embargo, IBERDROLA únicamente permite la utilización de Cajas Generales de Protección con los siguientes esquemas:



Siendo BUC: Base Portafusible Cerrada

FIGURA 4.26. Cajas Generales de Protección admitidas por IBERDROLA



- Cajas de Protección y Medida:

El REBT nos permite la utilización de Cajas de Protección y Medida (CPM's) para los casos de instalaciones de enlace para uno o dos usuarios. En estos casos se simplifican las instalaciones de enlace al coincidir en un mismo lugar la Caja General de Protección y la situación del equipo de medida y no existir, por tanto, la Línea General de Alimentación.

Las CPM's que se pueden utilizar según IBERDROLA son:

- CPM 1 – D2: Para un contador monofásico con reloj.
- CPM 2 – D4: Para un contador monofásico o trifásico con reloj.
- CPM 3 – D4: Para dos contadores monofásicos o trifásicos con reloj.
- CPM - MF 2: Para un contador monofásico electrónico.
- CPM - MF 4: Para un contador monofásico o trifásico electrónico.

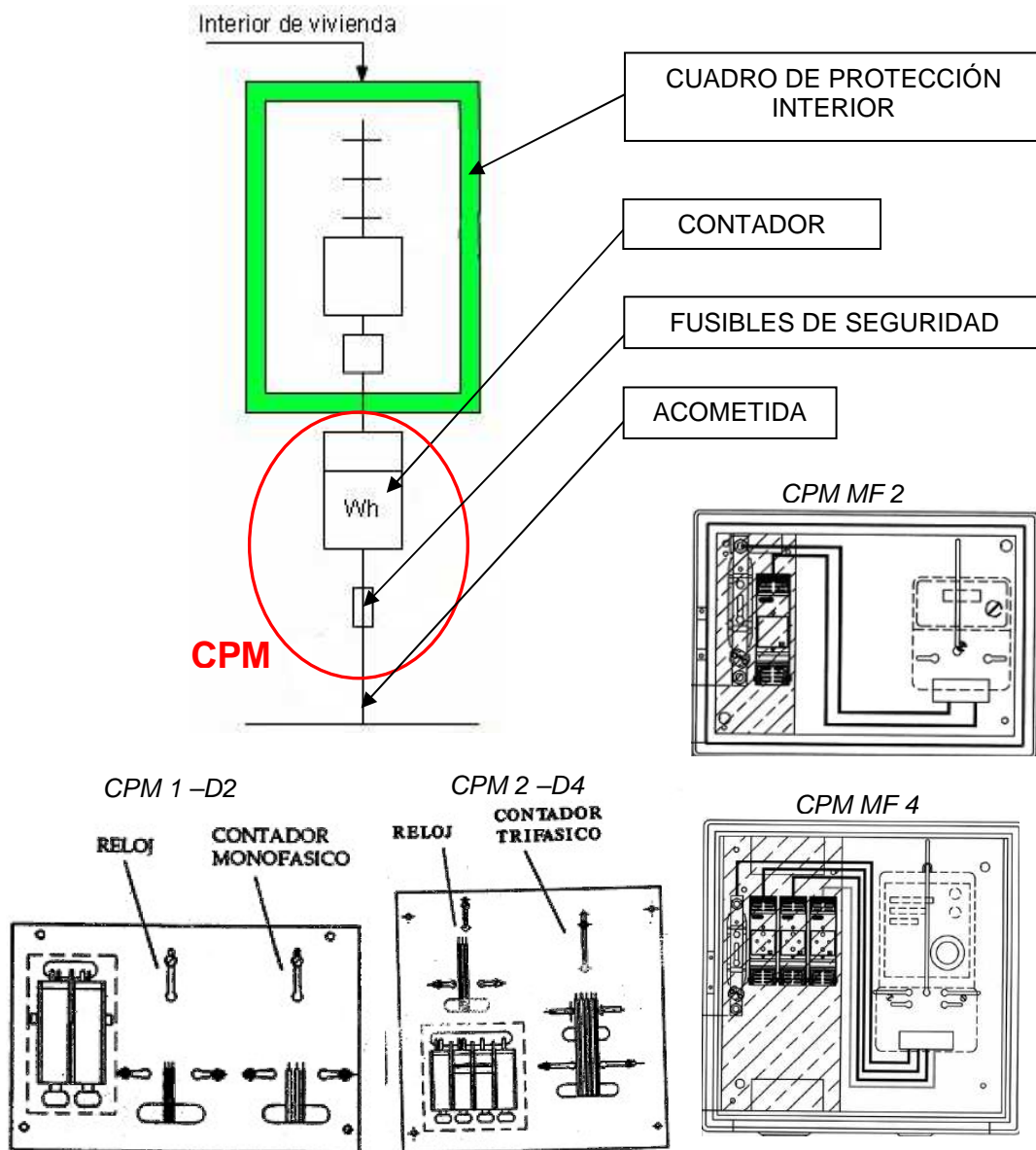


FIGURA 4.27. Cajas de Protección y Medida (CPM) para un solo usuario admitidas por IBERDROLA

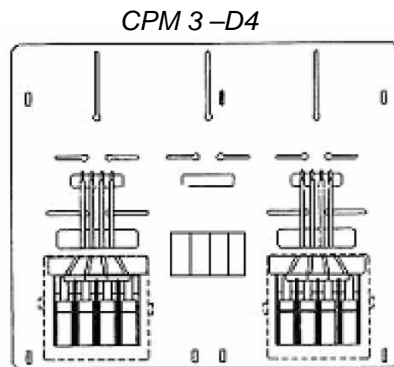
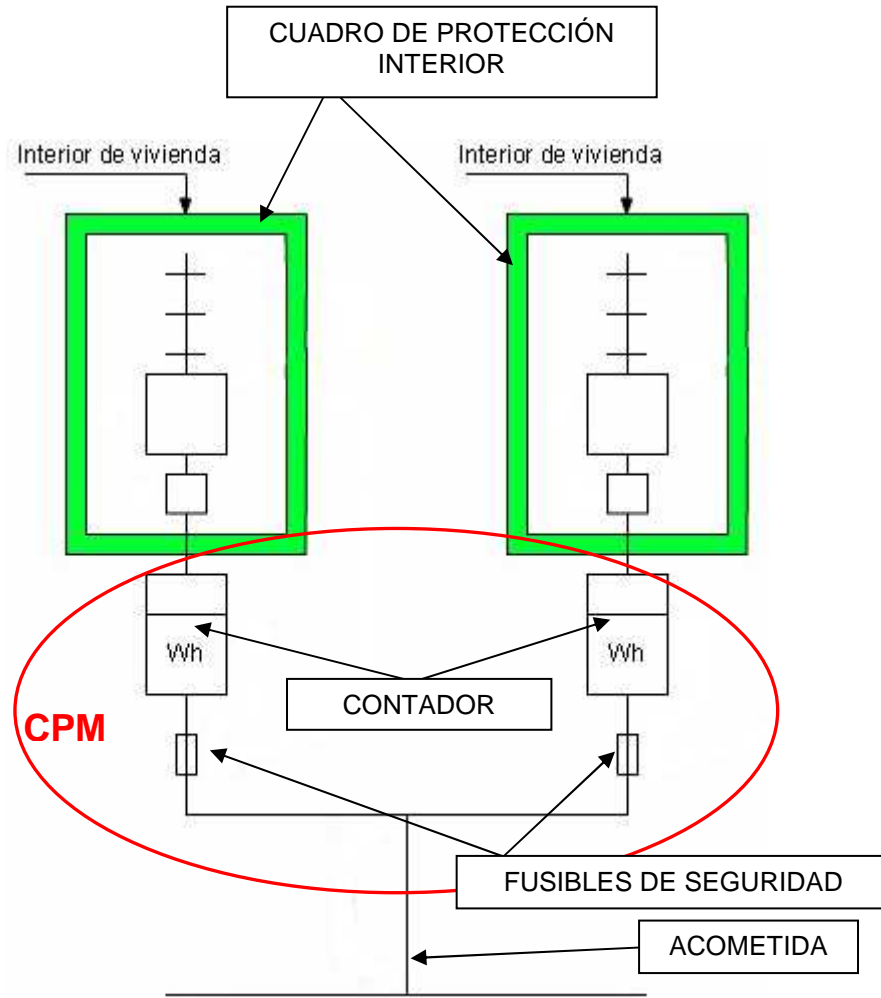


FIGURA 4.28. Cajas de Protección y Medida (CPM) para dos usuarios admitidas por IBERDROLA

### **LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN:**

- *Sistemas de Canalización:*

La principal diferencia entre el REBT y la NTP de la empresa distribuidora IBERDROLA respecto a los sistemas de canalización permitidos para líneas generales de alimentación es que la compañía distribuidora no permite la utilización de canalizaciones eléctricas prefabricadas.

- *Material de los Conductores:*

El REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, aislados y unipolares, siendo su nivel de aislamiento de 0,6/1kV.

Por otro lado, la NTP de IBERDROLA exige que las líneas generales de alimentación sean de cobre.

### **DERIVACIONES INDIVIDUALES:**

- *Material de los Conductores:*

El REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada mínima de 450/750V. Para el caso de cables multipolares o para derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de 0,6/1kV.

Por otro lado, la NTP de IBERDROLA exige que las derivaciones individuales sean de cobre, aislados y normalmente unipolares, con una tensión asignada mínima de 450/750V. Para el caso de cables multipolares (previa consulta con la compañía distribuidora) o para derivaciones individuales subterráneas el aislamiento de los conductores será de 0,6/1kV.

**CONTADORES:****- Equipo de Medida Indirecta:**

El REBT no indica las características que deben poseer los elementos que componen el equipo de medida indirecta, por lo que son las compañías distribuidoras las que exigen cómo y cuándo se debe utilizar este tipo de medida.

En el caso de IBERDROLA, para suministro con una intensidad de contratación superior a 80 A, será obligado el uso de equipos de medida indirecta. Los elementos que constituyen estos equipos son:

- 3 Transformadores de intensidad
- 1 Contador Multifunción.
- 1 Regleta de verificación.
- Envolvertes.

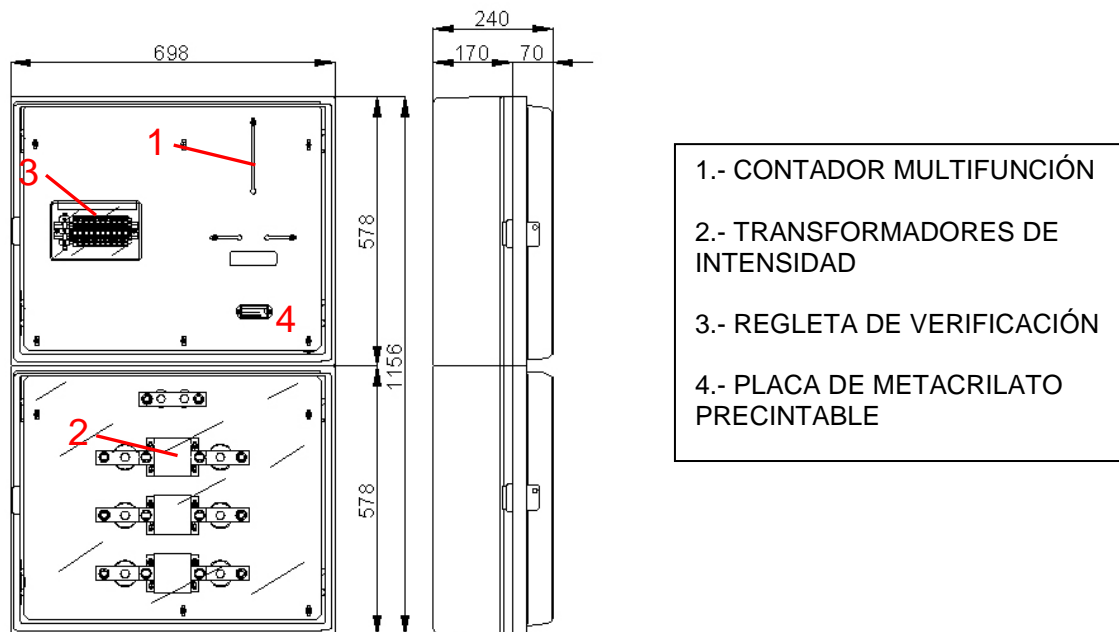


FIGURA 4.29. Esquema del Equipo de Medida Indirecta según IBERDROLA

**- Dimensiones del Local o Armario de Contadores:**

En el apartado 1.5. del Anexo 2 del presente proyecto final de carrera pueden observarse las dimensiones que deben cumplir los locales y los armarios destinados a centralización de contadores según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

A continuación se presenta el esquema con las dimensiones mínimas que deben cumplir estos elementos de la instalación según la NTP de IBERDROLA.

LOCAL PARA CENTRALIZACION DE CONTADORES

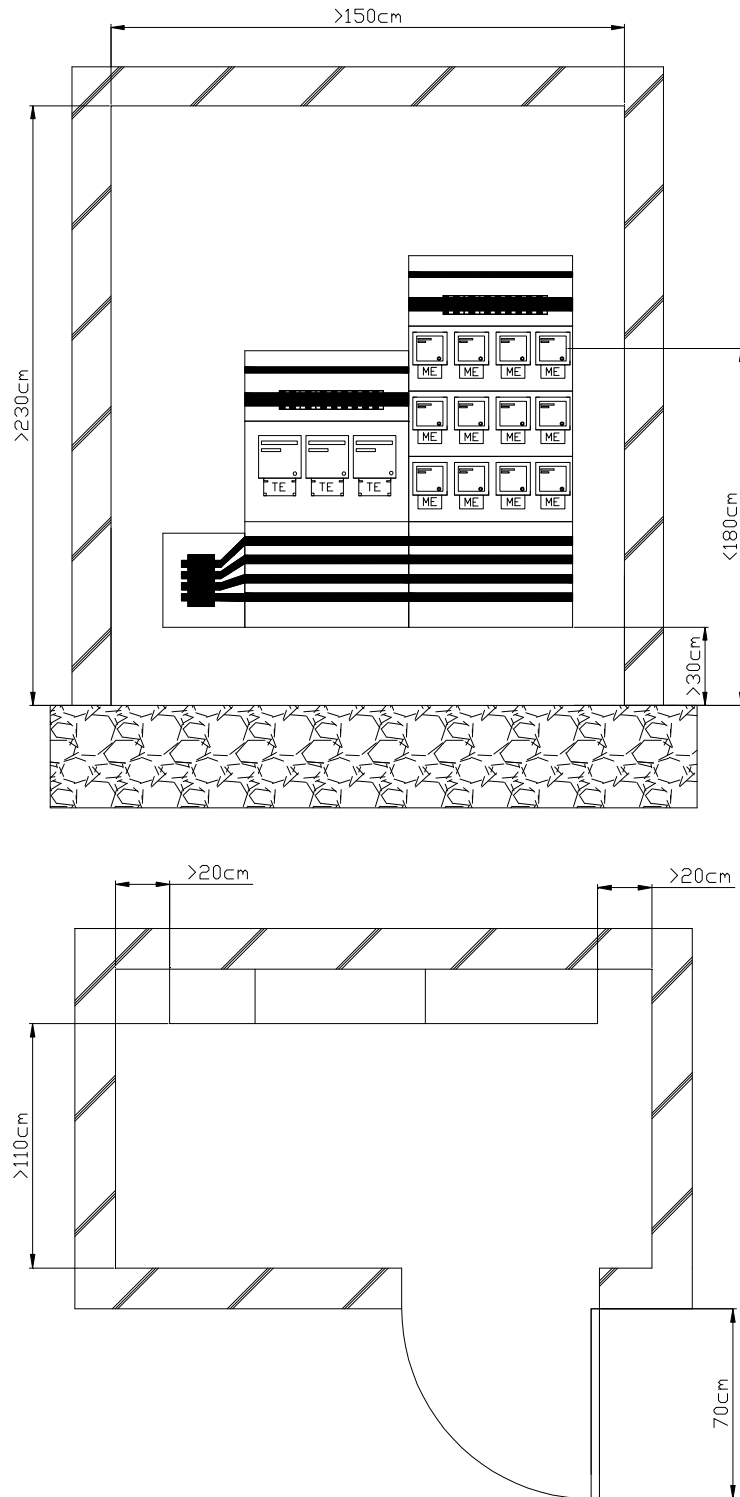


FIGURA 4.30. Dimensiones mínimas del local de contadores según IBERDROLA

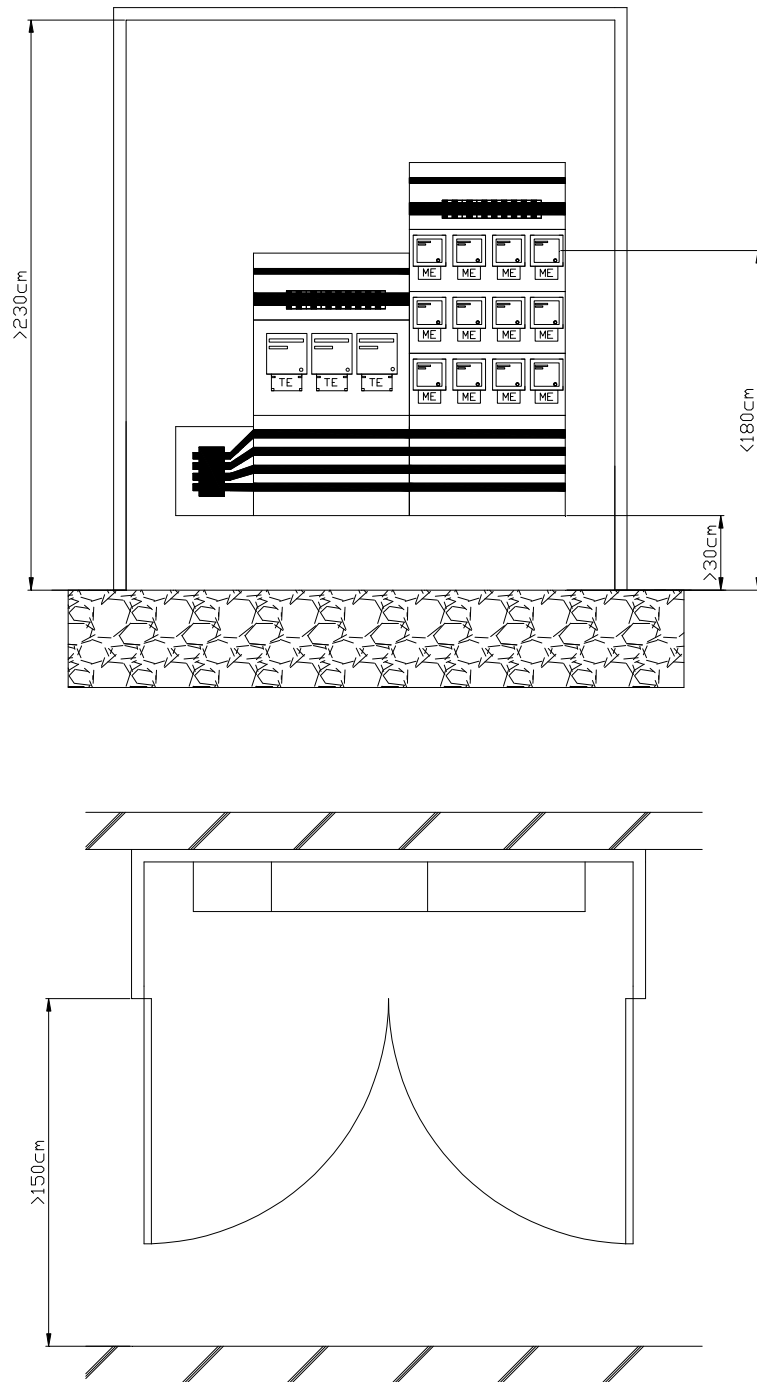
ARMARIO PARA CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES

FIGURA 4.31. Dimensiones mínimas del armario de contadores según IBERDROLA

## 4.2.6. NORMATIVA TÉCNICA PARTICULAR DE UNIÓN FENOSA

Como puede observarse en la tabla del apartado 4.2.1, las principales diferencias en las características exigidas por UNIÓN FENOSA con las características mínimas que exige el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y que hay que tener en cuenta en el momento de realizar un proyecto de instalaciones de enlace y acometidas, son las siguientes:

### ACOMETIDAS:

- Tipo de Derivación:

El REBT no exige explícitamente los métodos de derivación de las acometidas.

UNIÓN FENOSA indica que las acometidas se efectuarán mediante derivaciones en T de la línea subterránea de baja tensión.

En la figura 4.32. puede observarse la derivación tipo "T" admitida por UNIÓN FENOSA.

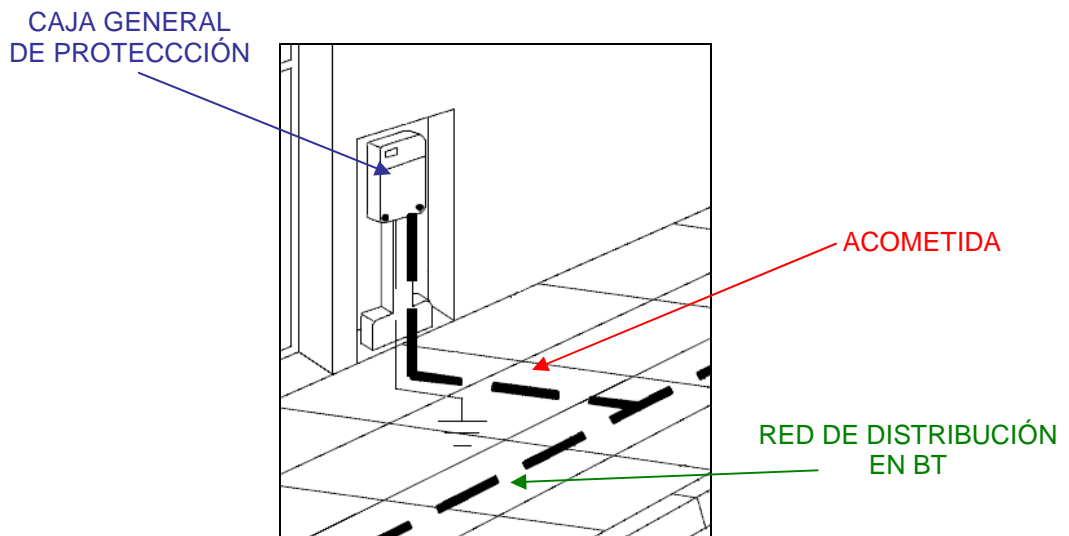


FIGURA 4.32. Derivación en "T" permitida por GAS NATURAL FENOSA

- Sección de los Conductores:

Para el caso de acometidas subterráneas, el REBT nos indica en la ITC-BT-11 que los conductores a utilizar así como sus condiciones de instalación serán las indicadas en la ITC-BT-07, dedicada a líneas subterráneas de baja tensión. La ITC-BT-07 dedicada a las redes subterráneas para distribución de Baja Tensión nos permite la utilización de cable de un mínimo de  $6\text{mm}^2$  para conductores de cobre y de  $16\text{mm}^2$  para conductores de Aluminio.

CONDUCTORES DE FASE ( $\text{mm}^2$ )	SECCIÓN DEL NEUTRO ( $\text{mm}^2$ )
6 (Cu)	6
10(Cu)	10
16(Cu)	10
16(Al)	16
25	16
35	16
50	25 / 50
70	35
95	50 / 95
120	70
150	70 / 150
185	95
240	120 / 240
300	150
400	185

TABLA 4.6. Tabla de secciones permitidas en acometidas subterráneas según el REBT y UNIÓN FENOSA

Sin embargo, la Norma Técnica Particular de UNIÓN FENOSA indica que es de obligado cumplimiento la utilización de cable de  $240\text{mm}^2$ ,  $150\text{mm}^2$ ,  $95\text{mm}^2$ ,  $50\text{mm}^2$  de aluminio para acometidas subterráneas sin reducción de la sección del neutro.

- Material de los Conductores:

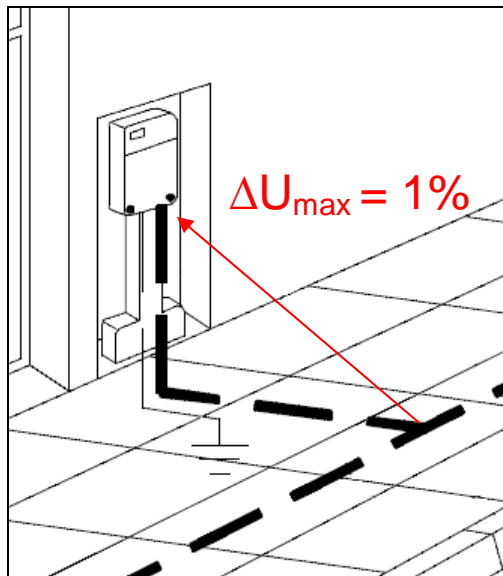
Como se ha comentado anteriormente, el REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, mientras que la NTP de UNIÓN FENOSA exige la utilización exclusiva de conductores de aluminio para las acometidas de baja tensión.

- Caída de Tensión Máxima Admisible:

El REBT no nos indica la caída de tensión máxima admisible en las Acometidas de baja tensión. Deja su límite a la elección por parte de la compañía distribuidora.



UNIÓN FENOSA exige como criterio de cálculo para determinar la sección del conductor que la caída de tensión en éste debe ser inferior al 1% de la tensión nominal.



*FIGURA 4.33. Caída de Tensión Máxima Admisible por UNIÓN FENOSA en la acometida*

**DISPOSITIVO GENERAL DE PROTECCIÓN:**- Esquemas de las CGP's Permitidos:

En el apartado 1.2. del Anexo 2 destinado a las Cajas Generales de Protección según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión se pueden observar los distintos esquemas permitidos, en función de las necesidades del suministro solicitado.

Sin embargo, UNIÓN FENOSA únicamente permite la utilización de Cajas Generales de Protección con los siguientes esquemas:

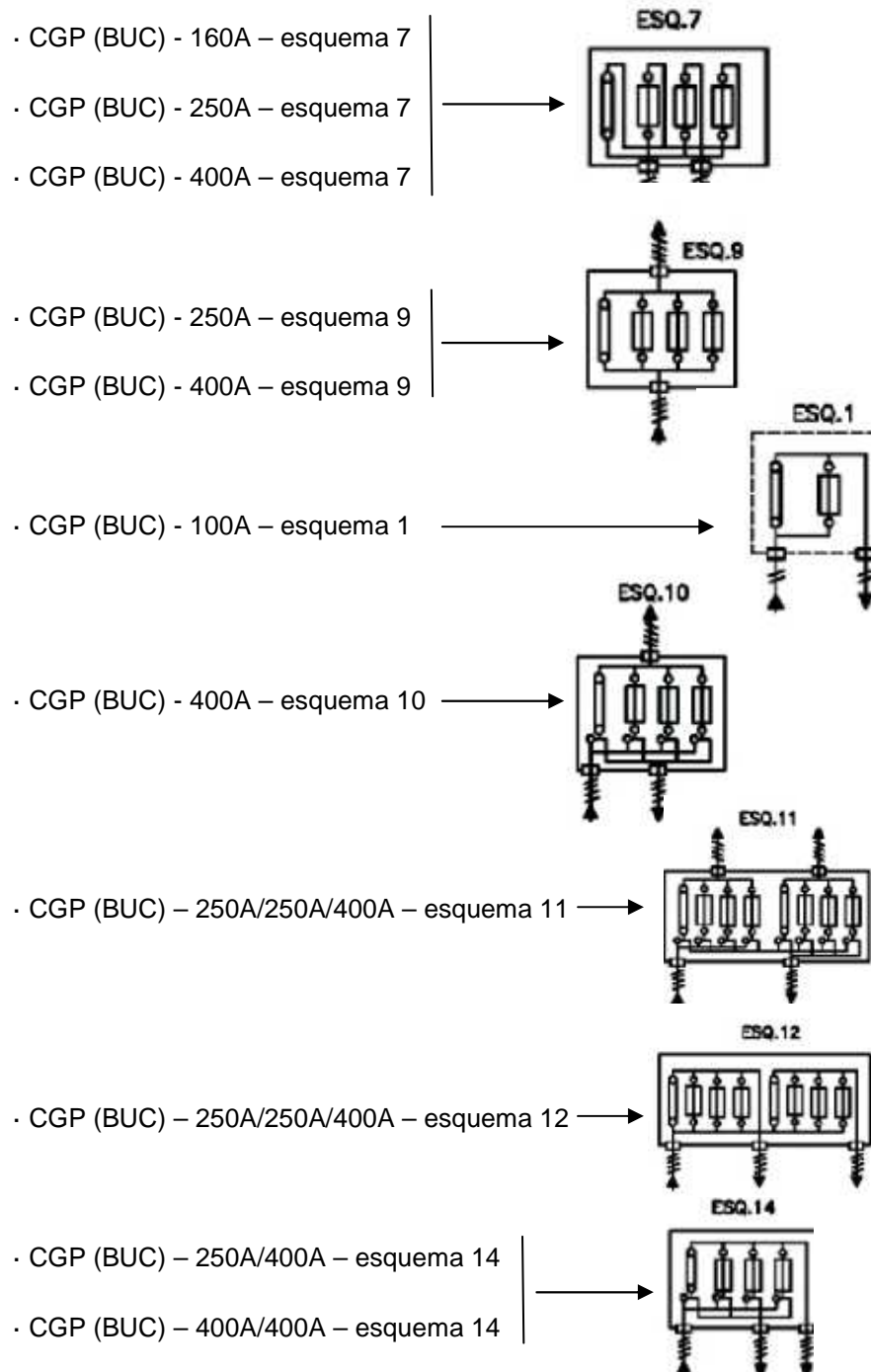


FIGURA 4.34. Cajas Generales de Protección admitidas por UNIÓN FENOSA

- Cajas de Protección y Medida:

El REBT nos permite la utilización de Cajas de Protección y Medida (CPM's) para los casos de instalaciones de enlace para uno o dos usuarios. En estos casos se simplifican las instalaciones de enlace al coincidir en un mismo lugar la Caja General de Protección y la situación del equipo de medida y no existir, por tanto, la Línea General de Alimentación.

Las CPM's que se pueden utilizar según UNIÓN FENOSA son:

- CPM 1 – D2: Para un contador monofásico con reloj.
- CPM 2 – D4: Para un contador monofásico o trifásico con reloj.
- CPM 3 – D4: Para dos contadores monofásicos o trifásicos con reloj.
- CPM - MF 2: Para un contador monofásico electrónico.
- CPM - MF 4: Para un contador monofásico o trifásico electrónico.

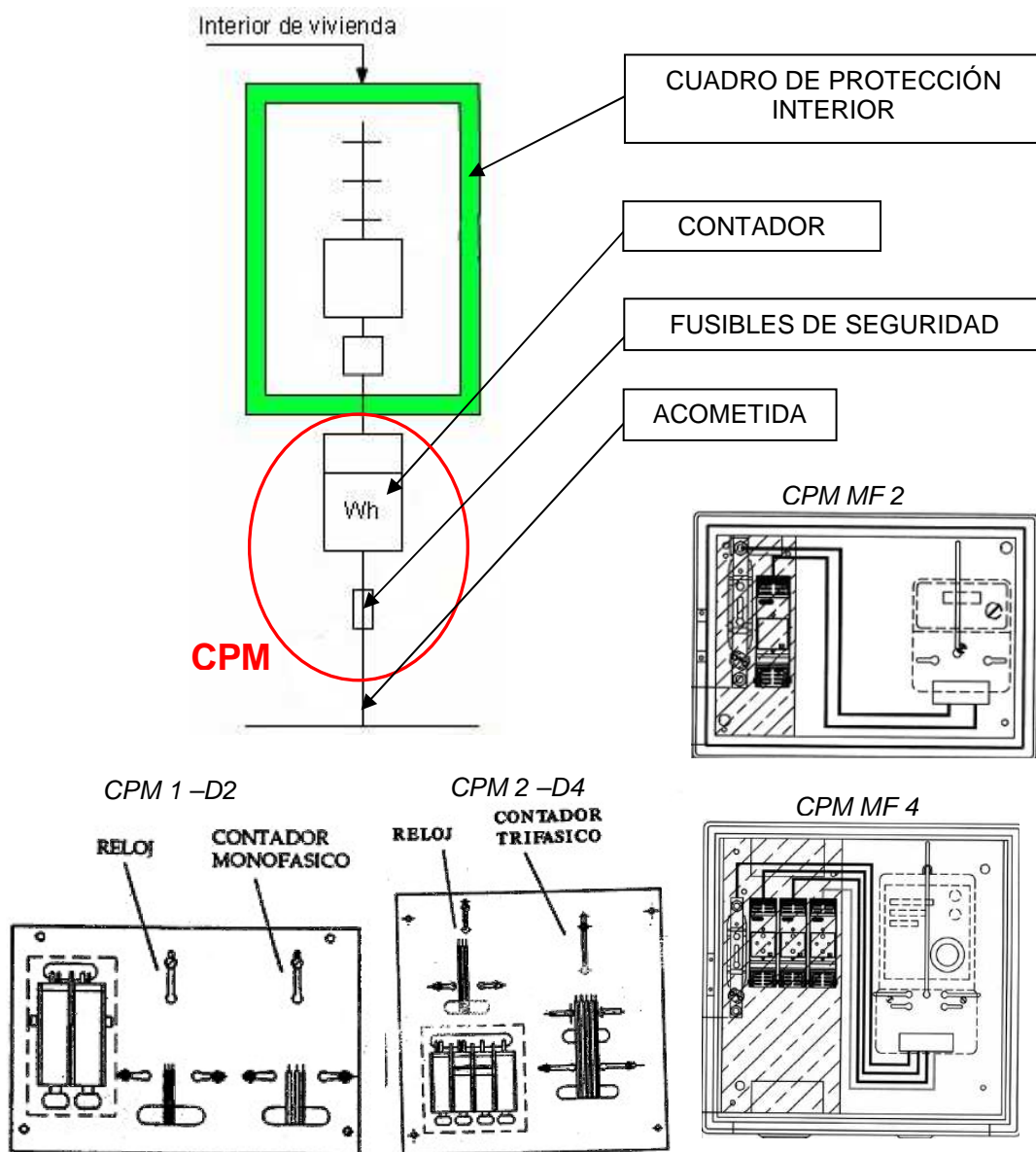


FIGURA 4.35. Cajas de Protección y Medida (CPM) para un solo usuario admitidas por UNIÓN FENOSA

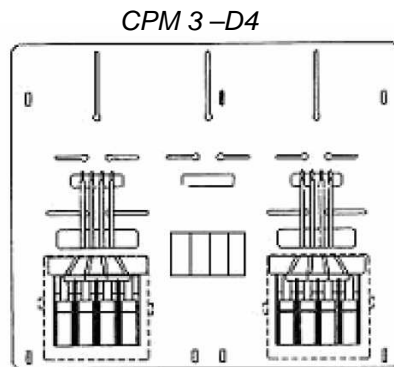
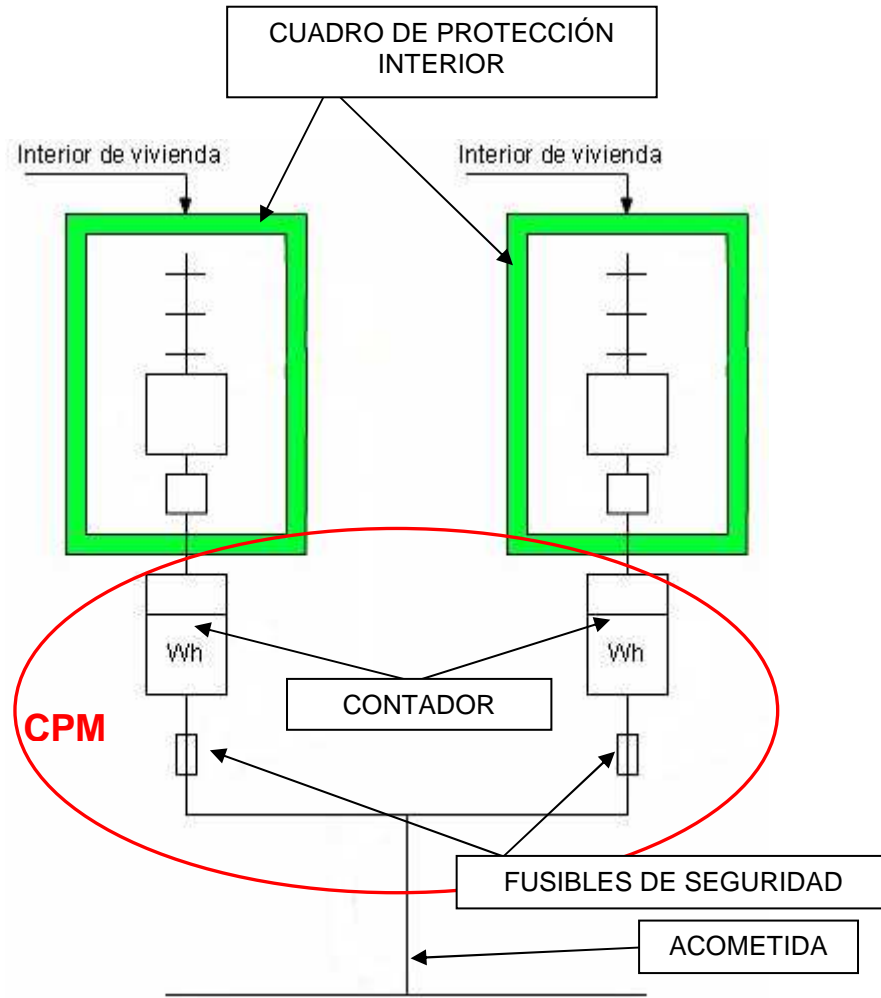


FIGURA 4.36. Cajas de Protección y Medida (CPM) para dos usuarios admitidas por UNIÓN FENOSA

### **LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN:**

- Capacidad Máxima:

El REBT no nos indica la capacidad máxima permitida de la Línea General de Alimentación, por el contrario, UNIÓN FENOSA indica que en general no superará 400 A, ya que es la intensidad máxima admitida por las cajas generales de protección.

- Sistemas de Canalización:

La principal diferencia entre el REBT y la NTP de la empresa distribuidora UNIÓN FENOSA respecto a los sistemas de canalización permitidos para líneas generales de alimentación es que la compañía distribuidora no permite la utilización de canalizaciones eléctricas prefabricadas.

### **DERIVACIONES INDIVIDUALES:**

- Material de los Conductores:

El REBT nos permite la utilización de conductores de cobre o de aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada mínima de 450/750V. Para el caso de cables multipolares o para derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de 0,6/1kV.

Por otro lado, la NTP de UNIÓN FENOSA exige que las derivaciones individuales sean de cobre, aislados y normalmente unipolares, con una tensión asignada mínima de 450/750V. Para el caso de cables multipolares (previa consulta con la compañía distribuidora) o para derivaciones individuales subterráneas el aislamiento de los conductores será de 0,6/1kV.

**CONTADORES:****- *Equipo de Medida Indirecta:***

El REBT no indica las características que deben poseer los elementos que componen el equipo de medida indirecta, por lo que son las compañías distribuidoras las que exigen cómo y cuándo se debe utilizar este tipo de medida.

En el caso de UNIÓN FENOSA, para suministro con una intensidad de contratación superior a 80 A, será obligado el uso de equipos de medida indirecta. Los elementos que constituyen estos equipos son:

- 3 Transformadores de intensidad
- 1 Contador Multifunción.
- 1 Regleta de verificación.
- Envolvertes.

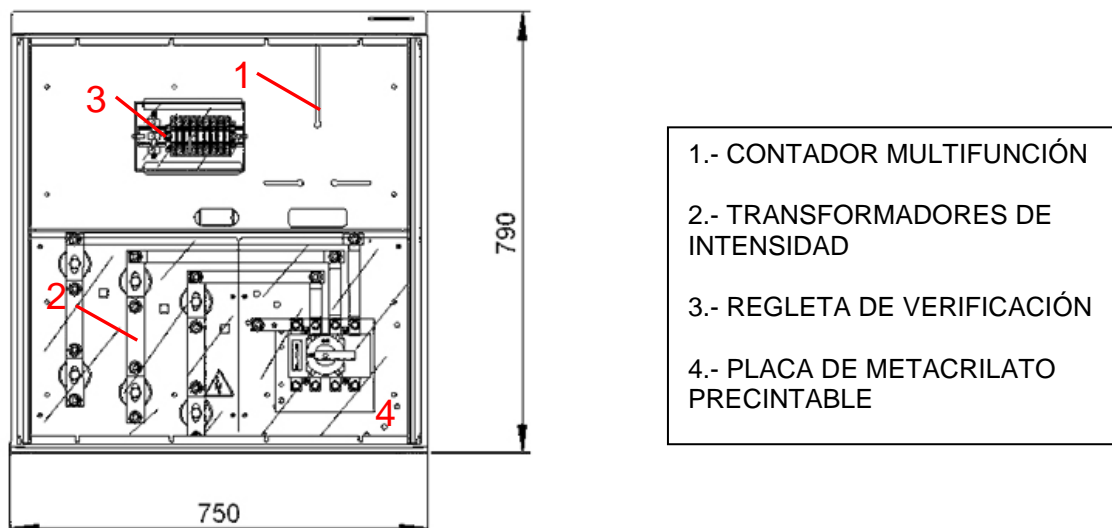


FIGURA 4.37. Esquema del Equipo de Medida Indirecta según UNIÓN FENOSA

### 4.3. COMPARATIVA ECONÓMICA DE NTP's PARA ACOMETIDAS E INSTALACIONES DE ENLACE

---

A lo largo de este apartado se realizará el estudio económico de las acometidas y las instalaciones de enlace en función de las Normativas Técnicas Particulares de las principales empresas distribuidoras.

El coste económico directo aplicable a las acometidas y a las instalaciones de enlace en baja tensión depende principalmente de los siguientes factores:

#### *ASPECTOS ECONÓMICOS EN FUNCIÓN DE LAS ACOMETIDAS:*

- Tipo de Derivación.
- Sección de los conductores.
- Material de los conductores.
- Caída de tensión máxima autorizada por la compañía distribuidora.
- Resistencia y reactancia de los conductores en el cálculo de Acometidas.
- Sección del neutro.

#### *ASPECTOS ECONÓMICOS EN FUNCIÓN DEL DISPOSITIVO GENERAL DE PROTECCIÓN:*

- Esquemas de cajas generales de protección permitidas.
- Cajas de protección y medida permitidas

#### *ASPECTOS ECONÓMICOS EN FUNCIÓN DE LA LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN:*

- Capacidad máxima de la línea general de alimentación.
- Material de los conductores.

#### *ASPECTOS ECONÓMICOS EN FUNCIÓN DE LAS DERIVACIONES INDIVIDUALES:*

- Sistemas de canalización.
- Material de los conductores.
- Sección de los conductores.

#### *ASPECTOS ECONÓMICOS EN FUNCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE CONTADORES:*

- Dimensiones del local o armario.

#### *ASPECTOS ECONÓMICOS EN FUNCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE MANDO Y PROTECCIÓN:*

- Protección contra sobretensiones.

Como se ha comentado, el coste final de la instalación de acometidas e instalaciones de enlace en los edificios depende de una gran cantidad de factores.

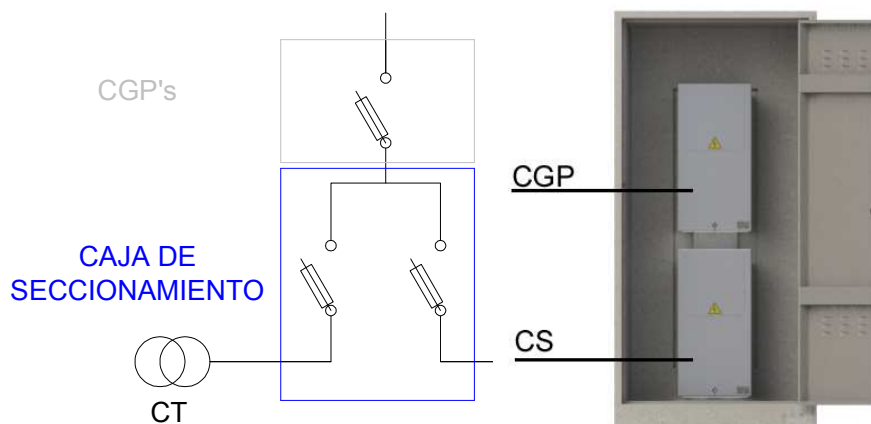
A continuación se describe cómo influyen cada uno de los factores en el presupuesto final de las acometidas y de las instalaciones de enlace.

**ASPECTOS ECONÓMICOS EN FUNCIÓN DE LAS ACOMETIDAS:**i) TIPO DE DERIVACIÓN:

La variación en los costes de la instalación de acometidas debida al tipo de derivación permitido por las empresas distribuidoras es equivalente a la estudiada en el apartado 3.3.vii. del presente proyecto final de carrera relativo a las redes subterráneas de distribución en baja tensión.

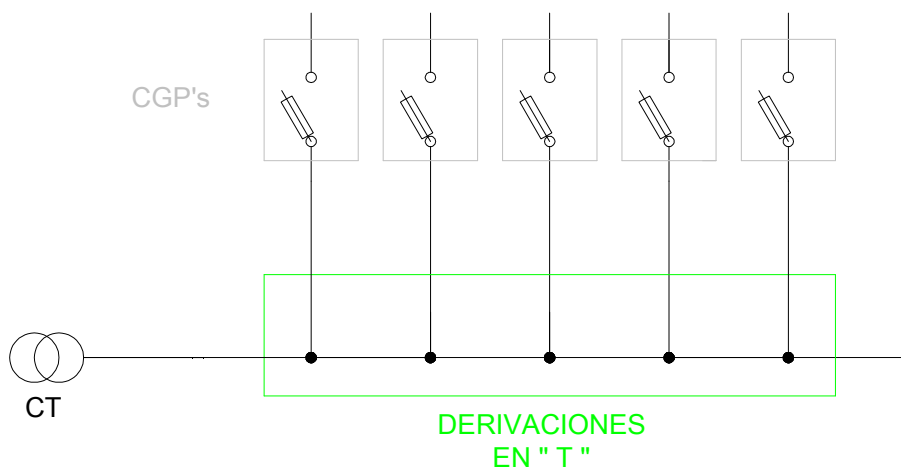
Como se ha visto, las empresas distribuidoras de baja tensión tienen distintos criterios a la hora de permitir un tipo u otro de derivación de acometidas subterráneas desde la red de distribución. Las derivaciones pueden ser:

- Derivación con seccionamiento de la línea subterránea.



*FIGURA 4.38. Esquema de derivación mediante caja de seccionamiento (con entrada y salida de línea de distribución)*

- Derivación en "T".



*FIGURA 4.39. Esquema de derivación tipo "T"*



El tipo de derivación influye de forma importante en el coste final de la instalación, ya que la diferencia de precios entre un tipo y otro de derivación es muy significativa.

Tipos de derivación mediante seccionamiento:

DERIVACIÓN MEDIANTE SECCIONAMIENTO	PRECIO VENTA AL PÚBLICO (€)
<b>Caja de Seccionamiento</b>	<b>1187.79 €</b>
- Equipo de seccionamiento	229.95 €
- Canal para caja de seccionamiento	82.14 €
- Armario de hormigón prefabricado	875.70 €
<b>Caja de Distribución para Urbanizaciones</b>	<b>1133.77 €</b>
- Equipo de distribución	517.13 €
- Canal para caja de distribución	81.14 €
- Armario de hormigón prefabricado	535.50 €
<b>Armario de Distribución</b>	<b>2318.40 €</b>
- Equipo de distribución	2051.70 €
- Zócalo de hormigón para armario	266.70 €

*TABLA 4.7. Precios en PVP (€) de los distintos métodos de derivación mediante seccionamiento para acometidas subterráneas de baja tensión. (Junio de 2012)*

Tipos de derivación en "T":

DERIVACIÓN TIPO "T"	PRECIO VENTA AL PÚBLICO (€)
<b>Conectores a Compresión</b>	<b>60 €</b>
- Conector (1 por fase)	15 €
<b>Conectores con Perforación</b>	<b>152 €</b>
- Conector (1 por fase)	38 €

*TABLA 4.8. Precios en PVP (€) de los distintos métodos de derivación tipo "T" para acometidas subterráneas de baja tensión. (Junio de 2012)*

ii) SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES:

Se ha comprobado que no existen diferencias entre las secciones autorizadas por las distintas empresas distribuidoras estudiadas en el apartado anterior.

Las cinco empresas permiten la utilización de cable de 50mm<sup>2</sup>, 95mm<sup>2</sup>, 150mm<sup>2</sup> y 240mm<sup>2</sup> para acometidas subterráneas en baja tensión. Sin embargo existen discrepancias entre dichas secciones autorizadas por las empresas distribuidoras y las secciones permitidas según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, ya que éste permite secciones a partir de 16mm<sup>2</sup> para acometidas realizadas con cable de aluminio.

A continuación puede observarse gráficamente cómo varían los costes de la acometida utilizando cableado permitido por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión o cableado exigido por las empresas distribuidoras.

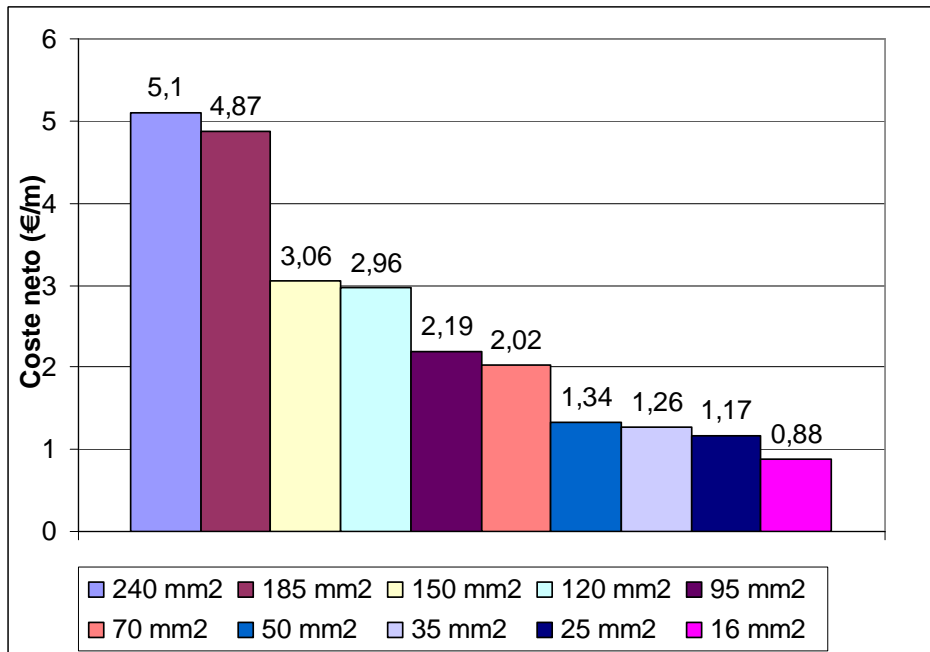


FIGURA 4.40. Precio neto de cable de aluminio con aislamiento 0.6/1 kV para acometidas subterráneas (Junio de 2012)

En la figura 4.41. se representa la variación de coste neto de cable en la instalación de acometidas subterráneas de baja tensión de aluminio en función de la potencia a transportar por la línea para dos casos:

- Utilizando el cable autorizado por las compañías distribuidoras (240mm<sup>2</sup>, 150mm<sup>2</sup>, 95mm<sup>2</sup> y 50mm<sup>2</sup>)
- Utilizando el cable que nos permite utilizar el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (240mm<sup>2</sup>, 185mm<sup>2</sup>, 150mm<sup>2</sup>, 120mm<sup>2</sup>, 95mm<sup>2</sup>, 70mm<sup>2</sup>, 50mm<sup>2</sup>, 35mm<sup>2</sup>, 25mm<sup>2</sup> y 16mm<sup>2</sup>)

Para la realización de la gráfica 4.41. se han supuesto los siguientes datos:

- Factor de potencia estimado de 0,9.
- Línea subterránea directamente enterrada.
- Coeficiente RBT = 1.
- No se ha tenido en cuenta la caída de tensión en la acometida. Este aspecto se estudiará en apartados siguientes.
- Coste neto de cable a fecha de Junio de 2012.

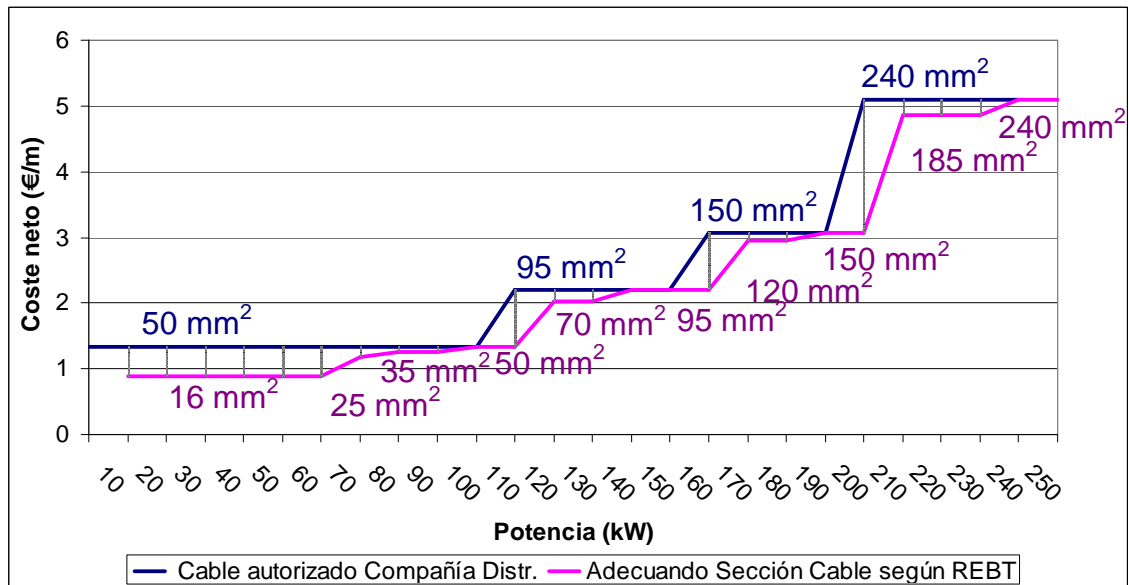


FIGURA 4.41. Coste neto del conductor necesario en función de la potencia a transportar realizando la instalación con cable autorizado por las compañías distribuidoras y adecuando la sección del cable según las secciones autorizadas por el REBT.

Como puede observarse en la figura 4.41. al instalar cable de 240, 150, 95 y 50 mm<sup>2</sup> de forma obligatoria como indican las compañías distribuidoras, se produce un sobredimensionado de la instalación de la acometida, que encarece de forma acusada el presupuesto final de la partida presupuestaria dedicada a la acometida.

iii) MATERIAL DE LOS CONDUCTORES:

Como se ha descrito en el apartado 3.3.ii. del presente proyecto final de carrera, el coste de una instalación subterránea depende del material de los conductores utilizados. Para el caso de acometidas en baja tensión, las empresas distribuidoras únicamente permiten el empleo de cable de aluminio, pese a que según el Reglamento electrotécnico para Baja tensión podrían utilizarse acometidas realizadas con cable de cobre.

Esta solución tiene las siguientes ventajas y desventajas:

**VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE CONDUCTORES DE ALUMINIO:**

- Disminución del coste de realización de la instalación.
- Reducción de la probabilidad de robo del cableado.
- Disminución del coste de sustitución de los circuitos por averías.
- El precio del aluminio es menos variable que el precio del cobre.

**DESVENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE CONDUCTORES DE ALUMINIO:**

- El aluminio posee menor capacidad de conducción de potencia que el cobre.
- Aumento de las caídas de tensión.
- Aumento de la sección necesaria de los conductores.
- Necesidad de mayor número de líneas de distribución.

A continuación se muestra gráficamente la influencia del material utilizado en el diseño final de la instalación de la acometida:

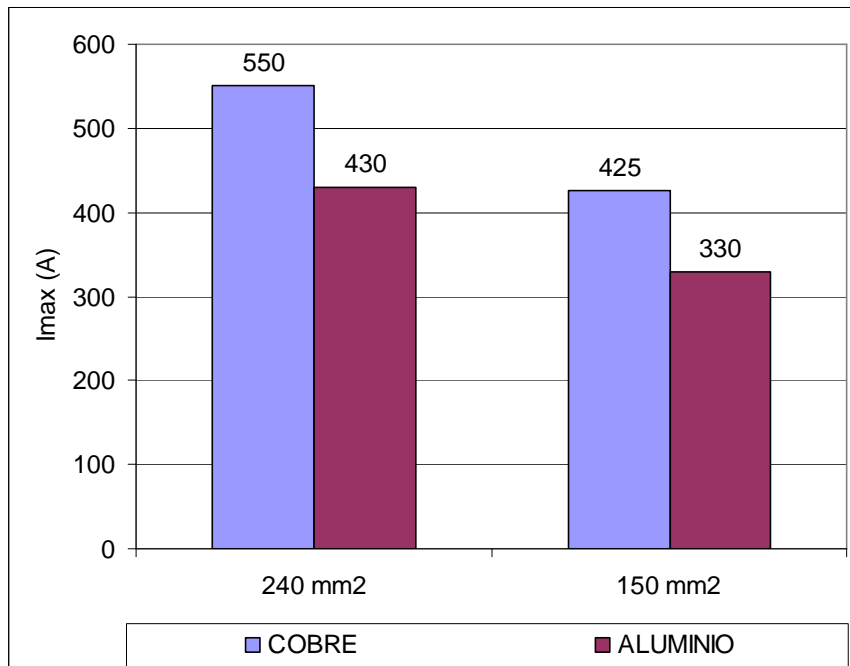


FIGURA 4.42. Intensidades Máximas admisibles para acometidas directamente enterradas en función de la sección y el material del conductor

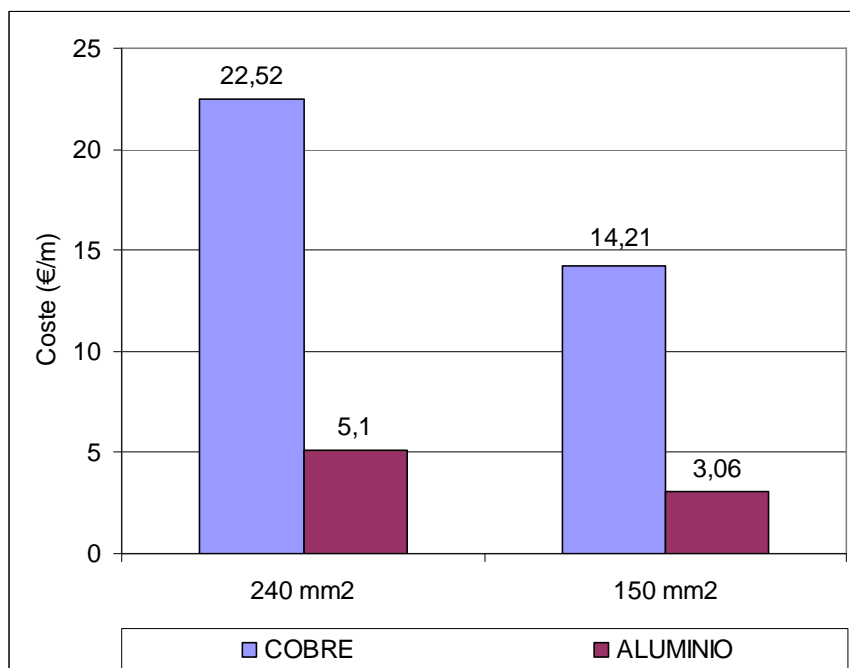


FIGURA 4.43. Coste neto del conductor en función de la sección y el material del conductor (Junio de 2012)

iv) CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE:

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión no indica la caída de tensión máxima admisible para acometidas en baja tensión, son las empresas distribuidoras las que fijan este valor para las instalaciones realizadas en su zona de influencia.

Como se ha visto en el apartado anterior, las empresas distribuidoras exigen los siguientes valores máximos para la caída de tensión máxima autorizada en acometidas:

- 0.5%: ERZ-Endesa, FECSA Endesa, Sevillana Endesa e Iberdrola.
- 1%: Unión Fenosa.

La caída de tensión en una línea se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta U = \frac{P * L * \Psi_L}{U_N}$$

Con: 
$$\Psi_L = R_L + X_L * tg \varphi$$

Y la caída de tensión relativa e en %:

$$\Delta U \% = \frac{\Delta U}{U_N} * 100$$

Siendo:

- P: Potencia trifásica equilibrada, W.
- L: Longitud desde el origen en m
- $U_N$ : Tensión entre fases, en V (400V)
- $\Psi_L$ : Impedancia Lineal del conductor, en  $\Omega/m$
- $R_L$ : Resistencia Lineal del conductor, en  $\Omega/m$
- $X_L$ : Reactancia Lineal del conductor, en  $\Omega/m$
- $\Delta U$ : Caída de tensión, en V
- $\Delta U\%$ : Caída de tensión relativa, en %.

A continuación se muestra la influencia de la caída de tensión máxima admisible en el diseño de acometidas.

Para el cálculo de las gráficas se han tomado los siguientes datos:

- Factor de Potencia: 0.9
- Resistencia y Reactancia de los conductores:

SECCION DEL CONDUCTOR	RESISTENCIA ( $\Omega/km$ )	REACTANCIA ( $\Omega/km$ )
50 mm <sup>2</sup> AL	0,64	0,09
95 mm <sup>2</sup> AL	0,32	0,08
150 mm <sup>2</sup> AL	0,21	0,08
240 mm <sup>2</sup> AL	0,13	0,08

TABLA 4.9. Resistencia y Reactancia del Conductor ( $\Omega/km$ ) utilizado en el cálculo de la influencia económica de la caída de tensión máxima admisible en la acometida.

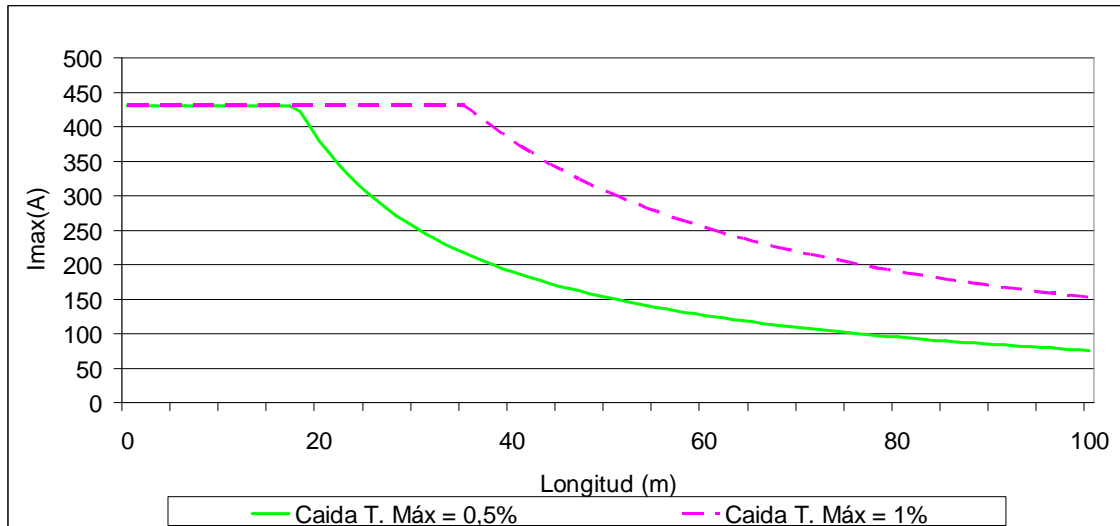


FIGURA 4.44. Intensidad máxima admisible en la acometida de **240mm<sup>2</sup>** en función de la longitud del conductor para distintas caídas de tensión máximas admisibles por las compañías de distribución

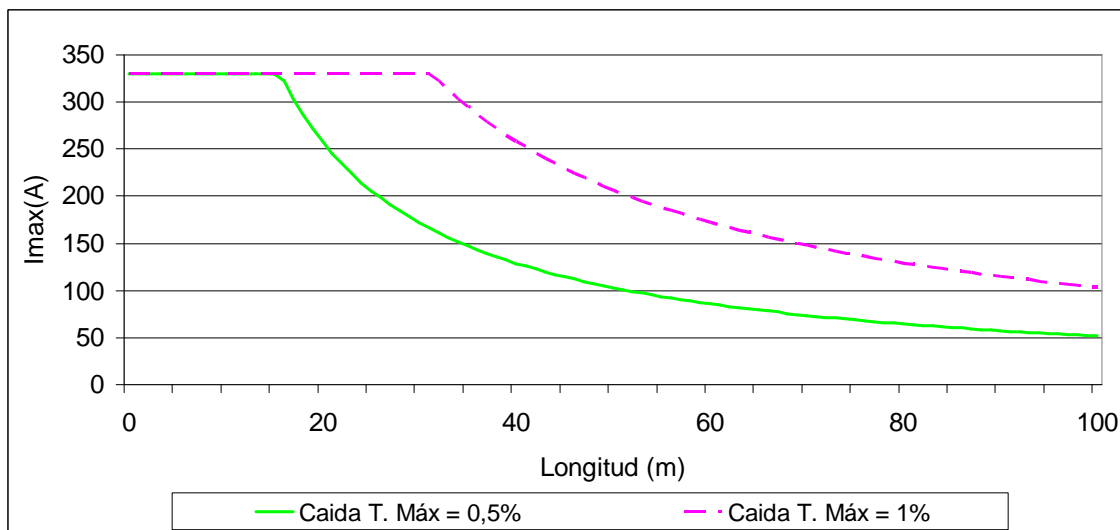


FIGURA 4.45. Intensidad máxima admisible en la acometida de **150mm<sup>2</sup>** en función de la longitud del conductor para distintas caídas de tensión máximas admisibles por las compañías de distribución

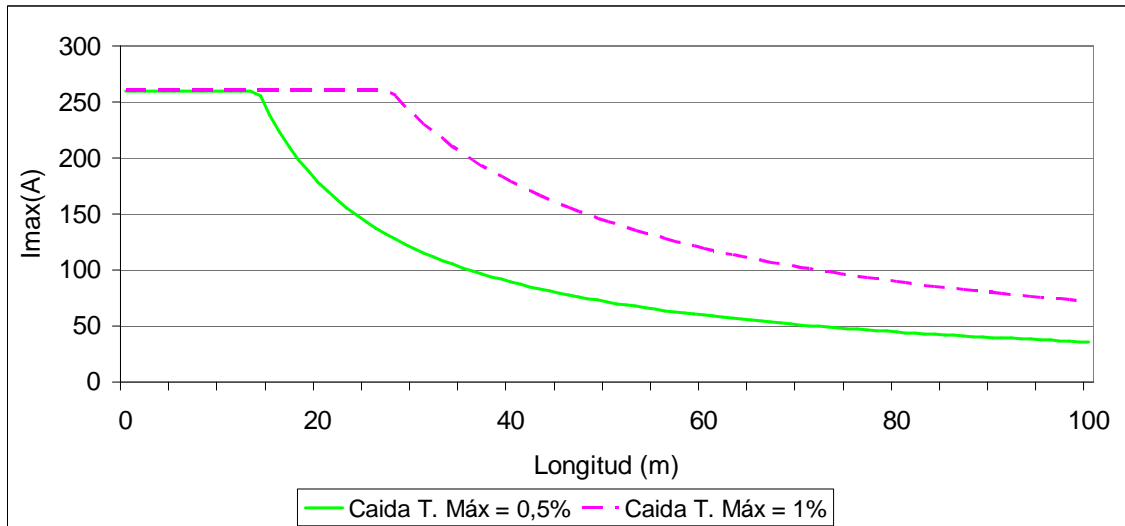


FIGURA 4.46. Intensidad máxima admisible en la acometida de  $95\text{mm}^2$  en función de la longitud del conductor para distintas caídas de tensión máximas admisibles por las compañías de distribución.

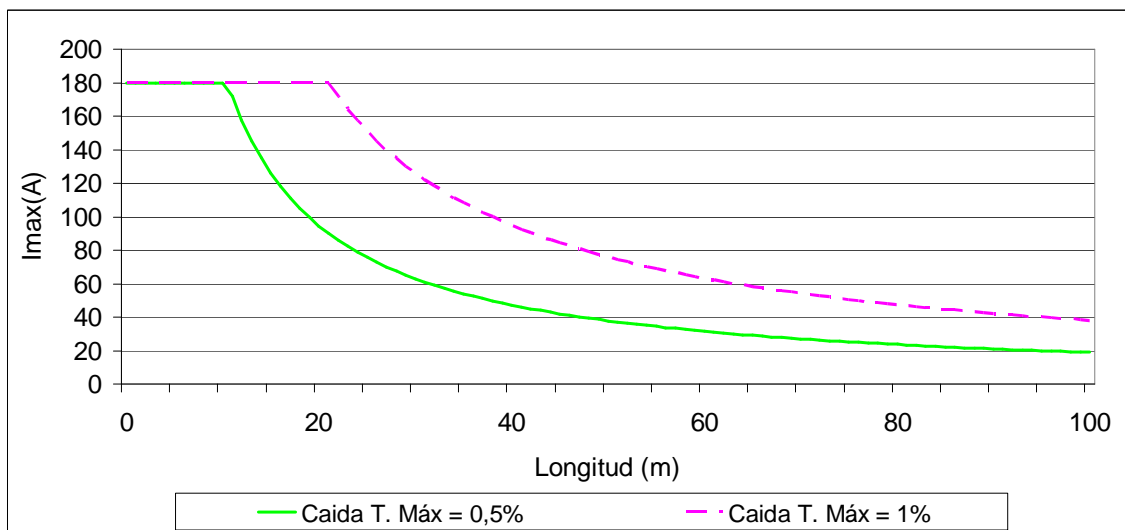


FIGURA 4.47. Intensidad máxima admisible en la acometida de  $50\text{mm}^2$  en función de la longitud del conductor para distintas caídas de tensión máximas admisibles por las compañías de distribución.

Como puede observarse en las figuras anteriores, una caída de tensión máxima admisible menor implica que, para una misma longitud de línea, la intensidad que puede transportar la acometida sea menor.

Además, para una intensidad dada, la longitud que puede alcanzar una acometida es menor si la empresa distribuidora exige una caída de tensión máxima admisible del 0.5% de la tensión nominal a la longitud que podría alcanzar si la empresa distribuidora exigiera una caída de tensión máxima en la acometida del 1%.

**ASPECTOS ECONÓMICOS EN FUNCIÓN DE LOS DISP. GENERALES DE PROTECCIÓN:**

## i) ESQUEMAS PERMITIDOS:

El coste final de la instalación de enlace de un edificio depende del esquema de las cajas generales de protección autorizadas por las empresas distribuidoras.

A continuación se muestra una tabla con los precios aproximados de las distintas cajas de protección.

ESQUEMA DE LA CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN	PRECIO VENTA AL PÚBLICO (€)
- CGP (BUC) – 100A – ESQUEMA 7	184.80 €
- CGP (BUC) – 160A – ESQUEMA 7	186.90 €
- CGP (BUC) – 250A – ESQUEMA 7	285.60 €
- CGP (BUC) – 400A – ESQUEMA 7	295.05 €
- CGP (BUC) – 100A – ESQUEMA 9	139.80 €
- CGP (BUC) – 160A – ESQUEMA 9	141.75 €
- CGP (BUC) – 250A – ESQUEMA 9	236.25 €
- CGP (BUC) – 400A – ESQUEMA 9	255.15 €
- CGP – 630A – ESQUEMA 9	584.85 €
- CGP (BUC) – 100A – ESQUEMA 8.a.	190.05 €
- CGP (BUC) – 100A – ESQUEMA 1	81.90 €
- CGP (BUC) – 400A – ESQUEMA 10	350.70 €
- CGP(BUC) – 250A/250A/400A – ESQUEMA 11	798.00 €
- CGP(BUC) – 250A/250A/400A – ESQUEMA 12	680.40 €
- CGP(BUC) – 250A/400A – ESQUEMA 14	310.80 €
- CGP(BUC) – 400A/400A – ESQUEMA 14	323.40 €

*TABLA 4.10. Precio en PVP (€) de las Cajas Generales de Protección en función del esquema permitido por las empresas distribuidoras. (Junio de 2012)*

Como puede observarse, en función de la Caja General de Protección admitida por la empresa distribuidora, puede producirse el incremento o la reducción del presupuesto final de la instalación de enlace del edificio.



ii) CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA PERMITIDAS:

La principal diferencia de costes debidos a la caja de protección y medida, en función de la empresa distribuidora que opera en la zona donde se sitúa la instalación de enlace, depende del número de contadores que éstas pueden contener.

- 1 Contador máximo: FECSA Endesa.
- 2 Contadores máximo: ERZ-Endesa, Sevillana Endesa, Iberdrola y Unión Fenosa.

ESQUEMA DE LA CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA	PRECIO VENTA AL PÚBLICO (€)
- CPM – MF 2	126.00 €
- CPM – MF 4	245.70 €
- CPM 1 – D2	96.60 €
- CPM 2 – D4	155.40 €
- CPM 3 – D4	289.90 €

*TABLA 4.11. Precio en PVP (€) de las Cajas de Protección y Medida en función del esquema permitido por las empresas distribuidoras. (Junio de 2012)*

En el caso de viviendas unifamiliares o agrupación de naves con alimentación independiente situadas en la zona de FECSA ENDESA cada instalación deberá tener su caja de protección y medida mientras que en zonas de influencia del resto de empresas distribuidoras podrá instalarse una caja de protección y medida por cada dos suministros.

**ASPECTOS ECONÓMICOS EN FUNCIÓN DE LA LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN:**

## i) CAPACIDAD MÁXIMA DE LA LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN:

Una de las diferencias económicas en la instalación de líneas generales de alimentación según las distintas empresas distribuidoras de baja tensión se debe a la carga máxima admitida por éstas.

Para el caso general de edificios de viviendas y locales o conjunto de unifamiliares alimentados desde una centralización de contadores, la capacidad máxima de la línea general de alimentación está determinada por el interruptor general de maniobra de la centralización, que como máximo puede ser de 250 A. Por este motivo no existen diferencias económicas debidas a la capacidad máxima de la línea general de alimentación en este tipo de agrupaciones.

Para el caso de suministros industriales, comerciales o de oficinas existen las siguientes diferencias, dependiendo de la empresa distribuidora que opere en la zona donde se realice la instalación de enlace:

- ERZ-Endesa: La línea general de alimentación tendrá una capacidad máxima de 400 A, excepto cuando ésta discurra por canalizaciones eléctricas prefabricadas.
- FECSA-Endesa: En todos los casos la capacidad máxima de la línea general de alimentación será de 250 A.
- Sevillana-Endesa: Para el caso de acometidas subterráneas la capacidad máxima de la línea general de alimentación será de 400 A, mientras que para acometidas aéreas, la capacidad máxima será de 250 A.
- Iberdrola: No exige una capacidad máxima para la línea general de alimentación.
- Unión Fenosa: La capacidad máxima de la línea general de alimentación será de 400 A, excepto algunos casos, previo acuerdo con la distribuidora.

Las capacidades máximas autorizadas indicadas anteriormente determinará el número de líneas generales de alimentación y de cajas generales de protección o de cajas de protección y medida a utilizar, por lo que cuanto menor sea este límite, mayores serán los costes debidos a estos elementos de la instalación de enlace.

## ii) MATERIAL DE LOS CONDUCTORES DE LA L.G.A.:

Según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, los conductores que forman las líneas generales de alimentación pueden ser de aluminio o de cobre.

Dependiendo de la empresa distribuidora que opere en la zona donde se va a realizar la instalación de enlace, los conductores podrán ser de:

- Cobre o Aluminio: ERZ-ENDESA, Sevillana-ENDESA y Unión Fenosa.
- Cobre: FECSA-ENDESA e Iberdrola.

El coste final de la instalación de las líneas generales de alimentación depende del material conductor utilizado. La utilización de cableado de aluminio tiene las siguientes ventajas y desventajas:

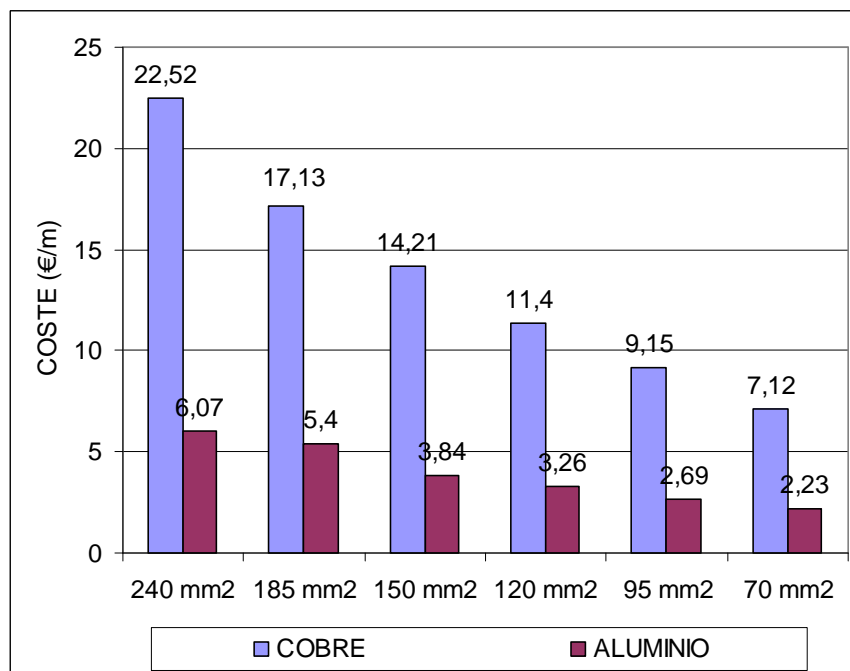
**VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE CONDUCTORES DE ALUMINIO:**

- Disminución del coste de realización de la instalación.
- Reducción de la probabilidad de robo del cableado.
- Disminución del coste de sustitución de los circuitos por averías.
- El precio del aluminio es menos variable que el precio del cobre.

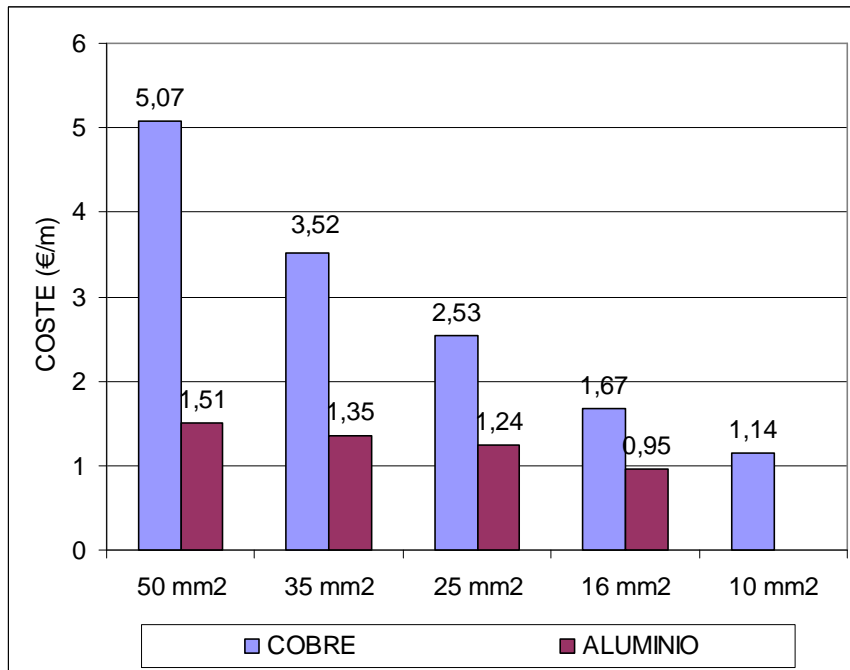
**DESVENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE CONDUCTORES DE ALUMINIO:**

- El aluminio posee menor capacidad de conducción de potencia que el cobre.
- Aumento de las caídas de tensión.
- Aumento de la sección necesaria de los conductores.

A continuación puede observarse gráficamente la influencia del material utilizado en los costes de la instalación:



*FIGURA 4.48. Coste neto del conductor en función de la sección y el material del conductor para las Líneas Generales de Alimentación (1ª parte) (Junio de 2012)*



*FIGURA 4.49. Coste neto del conductor en función de la sección y el material del conductor para las Líneas Generales de Alimentación (2ª parte) (Junio de 2012)*

Como puede observarse en las figuras 4.48. y 4.49., existe una gran diferencia en el coste neto según sean los conductores de Aluminio o de Cobre. Este aspecto resulta de especial interés en Líneas Generales de Alimentación con grandes longitudes, donde, en caso de ser posible sustituir los conductores de cobre por conductores de aluminio podríamos obtener una reducción considerable en el coste final de la instalación.

### **ASPECTOS ECONÓMICOS EN FUNCIÓN DE LAS DERIVACIONES INDIVIDUALES:**

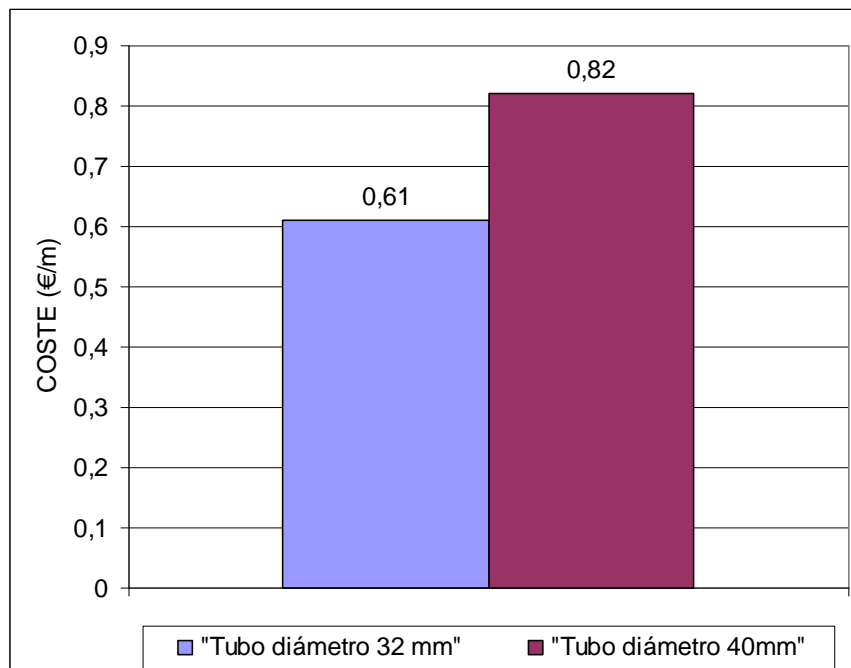
#### i) SISTEMAS DE CANALIZACIÓN DE LAS DI's:

Una de las diferencias económicas a tener en cuentas en la instalación de derivaciones individuales es el diámetro de tubo admitido por la empresa distribuidora.

Según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión el diámetro mínimo de tubo para las derivaciones individuales es de 32mm, sin embargo algunas compañías distribuidoras exigen que el diámetro mínimo del tubo utilizado sea de 40mm.

- 32mm de diámetro: Fecsa-Endesa; Iberdrola; Unión Fenosa.
- 40mm de diámetro: ERZ-Endesa; Sevillana Endesa.

Esta diferencia hace que aumenten los costes debidos al tubo de canalización de las derivaciones individuales, incrementando el coste final de las instalaciones de enlace.



*FIGURA 4.50. Coste de la canalización de la derivación individual en función del diámetro de tubo mínimo admitido para las Derivaciones Individuales (Junio de 2012)*

Como puede observarse en el gráfico anterior, la realización de la instalación eléctrica según las Normas Técnicas Particulares de ERZ-Endesa y Sevillana Endesa implica que se aumente en un 25.6% los costes debidos a la instalación del tubo.

## ii) MATERIAL DE LOS CONDUCTORES DE LAS DI's:

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión permite la utilización de cable de cobre o cable de aluminio para las derivaciones individuales, sin embargo las empresas distribuidoras estudiadas en el presente proyecto final de carrera exigen la utilización de cable de cobre.

Como se ha visto en apartados anteriores, el coste final de la instalación de las derivaciones individuales depende del material conductor utilizado. La utilización de cableado de aluminio tiene las siguientes ventajas y desventajas:

## VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE CONDUCTORES DE ALUMINIO:

- Disminución del coste de realización de la instalación.
- Reducción de la probabilidad de robo del cableado.
- Disminución del coste de sustitución de los circuitos por averías.
- El precio del aluminio es menos variable que el precio del cobre.

## DESVENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE CONDUCTORES DE ALUMINIO:

- El aluminio posee menor capacidad de conducción de potencia que el cobre.
- Aumento de las caídas de tensión.
- Aumento de la sección necesaria de los conductores.

A continuación puede observarse gráficamente la influencia del material utilizado en los costes de la instalación:

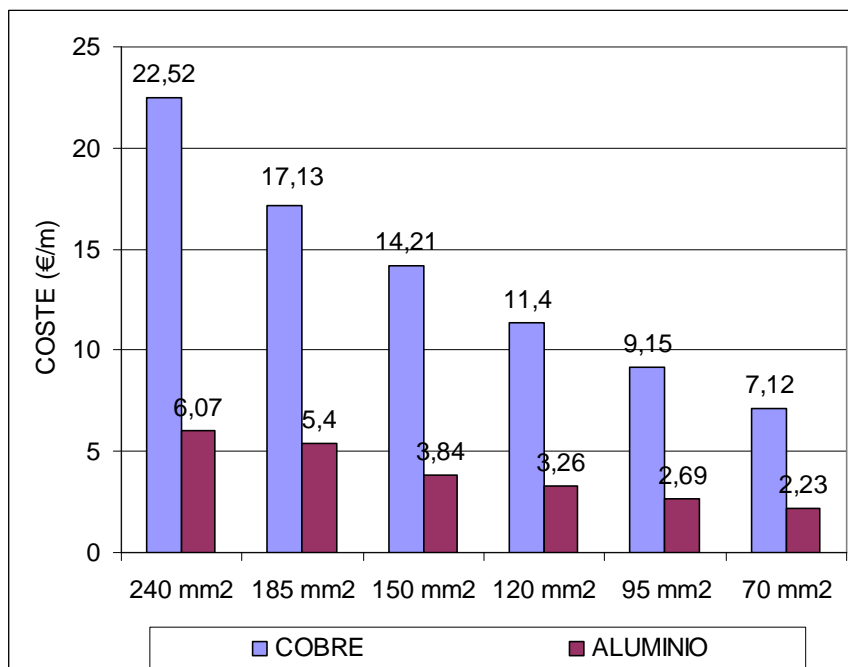


FIGURA 4.51. Coste neto del conductor en función de la sección y el material del conductor para las Derivaciones Individuales (1ª parte) (Junio de 2012)

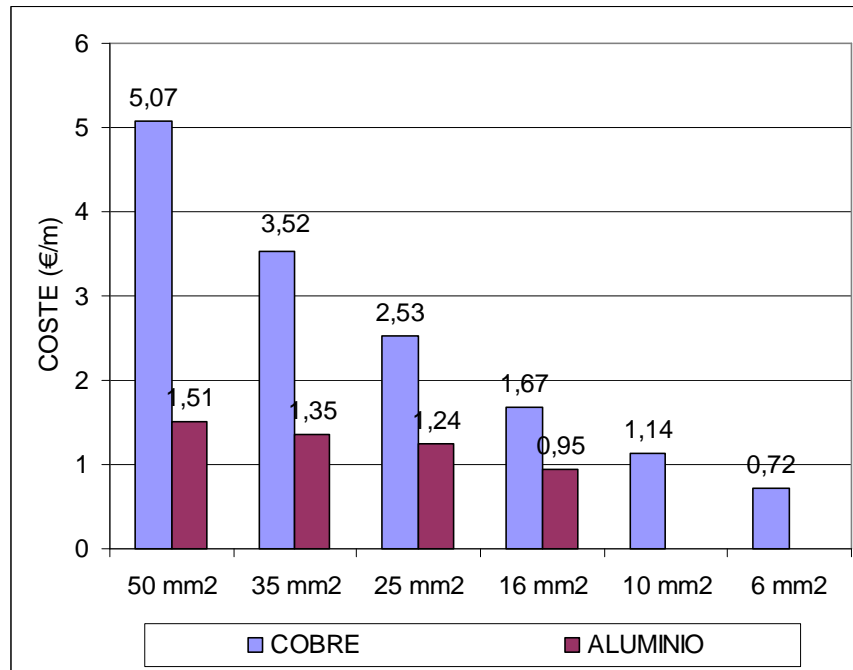


FIGURA 4.52. Coste neto del conductor en función de la sección y el material del conductor para las Derivaciones Individuales (2ª parte) (Junio de 2012)

Como puede observarse en las figuras 4.51. y 4.52., existe una gran diferencia en el coste neto según sean los conductores de Aluminio o de Cobre. Este aspecto resulta de especial interés en Derivaciones Individuales con grandes longitudes, donde, en caso de que fuera posible sustituir los conductores de cobre por conductores de aluminio podríamos obtener una reducción considerable en el coste final de la instalación.

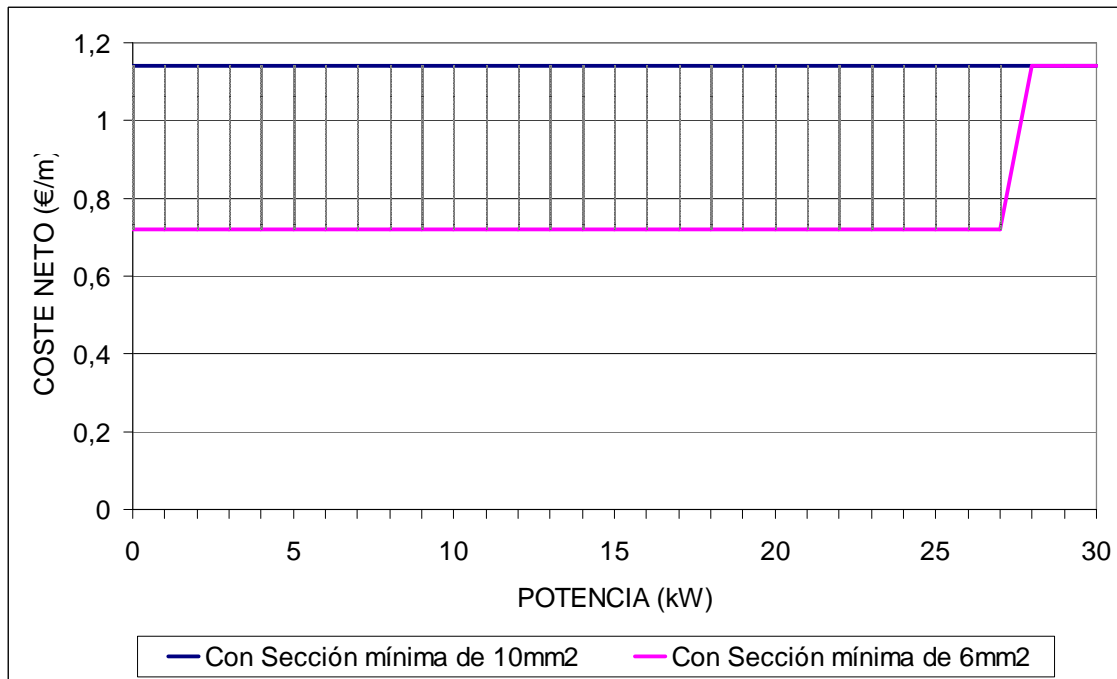
### iii) SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE LAS DI's:

Según Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión la sección mínima de conductor para cable de cobre en derivaciones individuales es de 6mm<sup>2</sup>.

Sin embargo, según las Normativas Técnicas Particulares de las empresas distribuidoras de baja tensión la sección mínima a utilizar en derivaciones individuales es:

- 6 mm<sup>2</sup>: Iberdrola; Unión Fenosa.
- 10 mm<sup>2</sup>: ERZ-Endesa; Fecsa Endesa; Sevillana Endesa.

A continuación se representa gráficamente la influencia de la sección mínima de conductor autorizada, en los costes debidos a los conductores en las derivaciones individuales.



*FIGURA 4.53. Coste neto del conductor (por fase) para una derivación individual trifásica con cable RZ1-k (Cu) 0.6/1 kV en función de la potencia que debe transportar la línea para una sección mínima de derivación individual de 6 mm<sup>2</sup> y una sección mínima de 10 mm<sup>2</sup>. (Junio de 2012)*

Datos utilizados en la realización de la gráfica 4.53.:

- Estudio de una derivación individual trifásica.
- Factor de Potencia: 0.9.
- Cable RZ1-k 0.6/1kV. Unipolar
- Coste del cable a fecha de Junio de 2012.

Como puede observarse en la gráfica anterior, utilizando una sección mínima de 10 mm<sup>2</sup>, como exigen algunas compañías de distribución, se produce un sobredimensionado de la instalación de la derivación individual, que encarece de forma acusada el presupuesto final de la instalación.



### **ASPECTOS ECONÓMICOS EN FUNCIÓN DE LOS CONTADORES:**

#### i) DIMENSIONES DEL LOCAL O ARMARIO DE CONTADORES:

Para instalaciones en edificios de nueva construcción la influencia de las dimensiones del local o armario de contadores en los costes finales de la instalación es mínima, ya que en el momento de construirlo puede preverse el espacio adecuado.

Sin embargo estas características mínimas son de especial importancia en reformas de instalaciones existentes, ya que puede darse el caso de tener que realizar obras importantes y costosas en el cuarto de contadores o tener que cambiar su localización para adecuarlo a las exigencias de las Normativas Técnicas Particulares de las empresas distribuidoras.

Las dimensiones mínimas del local o armario de contadores hay que tenerlo en cuenta especialmente en las reformas de instalaciones situadas en la zona de influencia de ERZ-Endesa, ya que su Normativa Técnica Particular es la más exigente en este aspecto.

### **ASPECTOS ECONÓMICOS EN FUNCIÓN DE LOS DISPOSIT. DE MANDO Y PROTECCIÓN:**

#### i) PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES:

La principal variación económica debida a los dispositivos de mando y protección en las instalaciones de baja tensión entre las distintas empresas distribuidoras viene determinada por la obligatoriedad o no de instalación de las protecciones contra sobretensiones.

Las sobretensiones en baja tensión pueden ser de dos tipos:

- **SOBRETENSIONES PERMANENTES:** Son aumentos de tensión de decenas de voltios habitualmente debidos a descompensaciones del punto de neutro. Al perderse el punto neutro, se produce una bajada de tensión en las fases donde tenemos más cargas conectadas, y un aumento de tensión por encima de la soportada en las fases donde hay menos carga conectada.

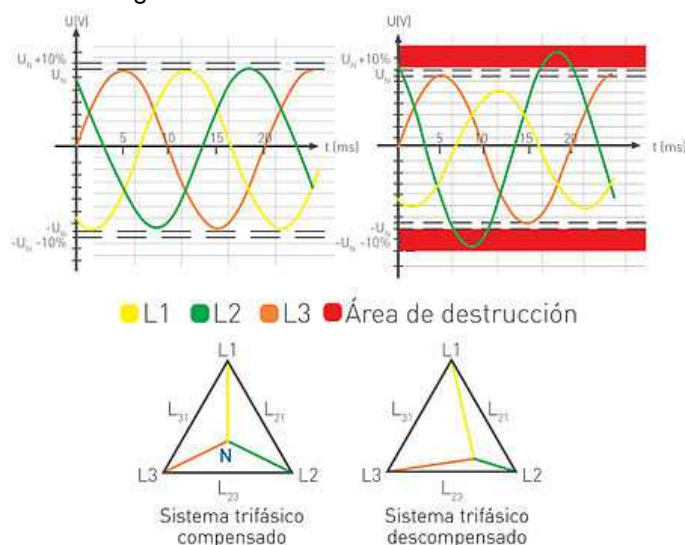
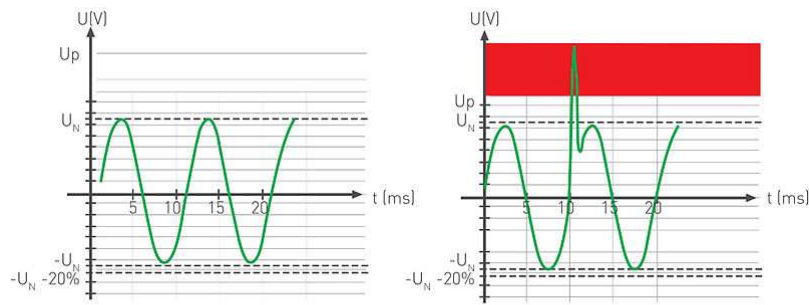


FIGURA 4.54. Gráfica representativa de Sobretensión Permanente

- **SOBRETENSIONES TRANSITORIAS:** Son aumentos de tensión muy elevados y de corta duración que pueden dañar los equipos conectados en una instalación. Suelen estar producidos por descargas atmosféricas o conmutaciones.



● Área de destrucción

FIGURA 4.55. Gráfica representativa de Sobretensión Transitoria

El artículo 16.3 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión dice textualmente:

*“Los sistemas de protección para las instalaciones interiores o receptoras en baja tensión impedirán los efectos de las sobrintensidades y sobretensiones que por distintas causas cabe prever en las mismas y resguardarán a sus materiales y equipos de las acciones y efectos de los agentes externos.”*

Por lo tanto cualquier tipo de sobretensión ha de ser impedida, salvo que se justifique la no necesidad de protección contra sobretensiones.

Sin embargo, es habitual que no se instalen protecciones contra sobretensiones excepto cuando la Normativa Técnica Particular de la empresa distribuidora obligue a instalarlo.

Este hecho hace que se den las siguientes diferencias entre las instalaciones interiores dependiendo de la compañía que opere en la zona:

- *Protección contra Sobretensiones Permanentes con carácter obligatorio:* ERZ-Endesa; Fecsa-Endesa y Sevillana Endesa.
- *Protección contra Sobretensiones Permanentes con carácter opcional:* Iberdrola y Unión Fenosa.
- *Protección contra Sobretensiones Transitorias con carácter obligatorio:* Es obligatoria su instalación según Sevillana Endesa. Para el resto de compañías distribuidoras es obligatorio en los siguientes casos: Cuando la instalación esté alimentada por o incluya líneas aéreas, existan equipos de alto valor económico, se puedan producir pérdidas irreparables, se puedan producir discontinuidades de servicio o en caso de que existan sistemas de protección externa contra el rayo (pararrayos).

La siguiente tabla muestra los precios tipo de los equipos para la protección contra sobretensiones:

EQUIPO DE PROTECCIÓN	PRECIO (€)
- Bobina de protección contra Sobretensiones Permanentes (1 bobina por fase)	88 €
- Protección contra sobretensiones transitorias CLASE 2 (20kA): Monofásico _____	190 €
Trifásico _____	332 €
- Protección contra sobretensiones transitorias CLASE 1 (20kA): Monofásico _____	497 €
Trifásico _____	998 €

TABLA 4.12. Precio en PVP (€) de las Protección contra Sobretensiones (Junio de 2012)

La figura 4.56. representa los emplazamientos de los protectores contra sobretensiones en la instalación.

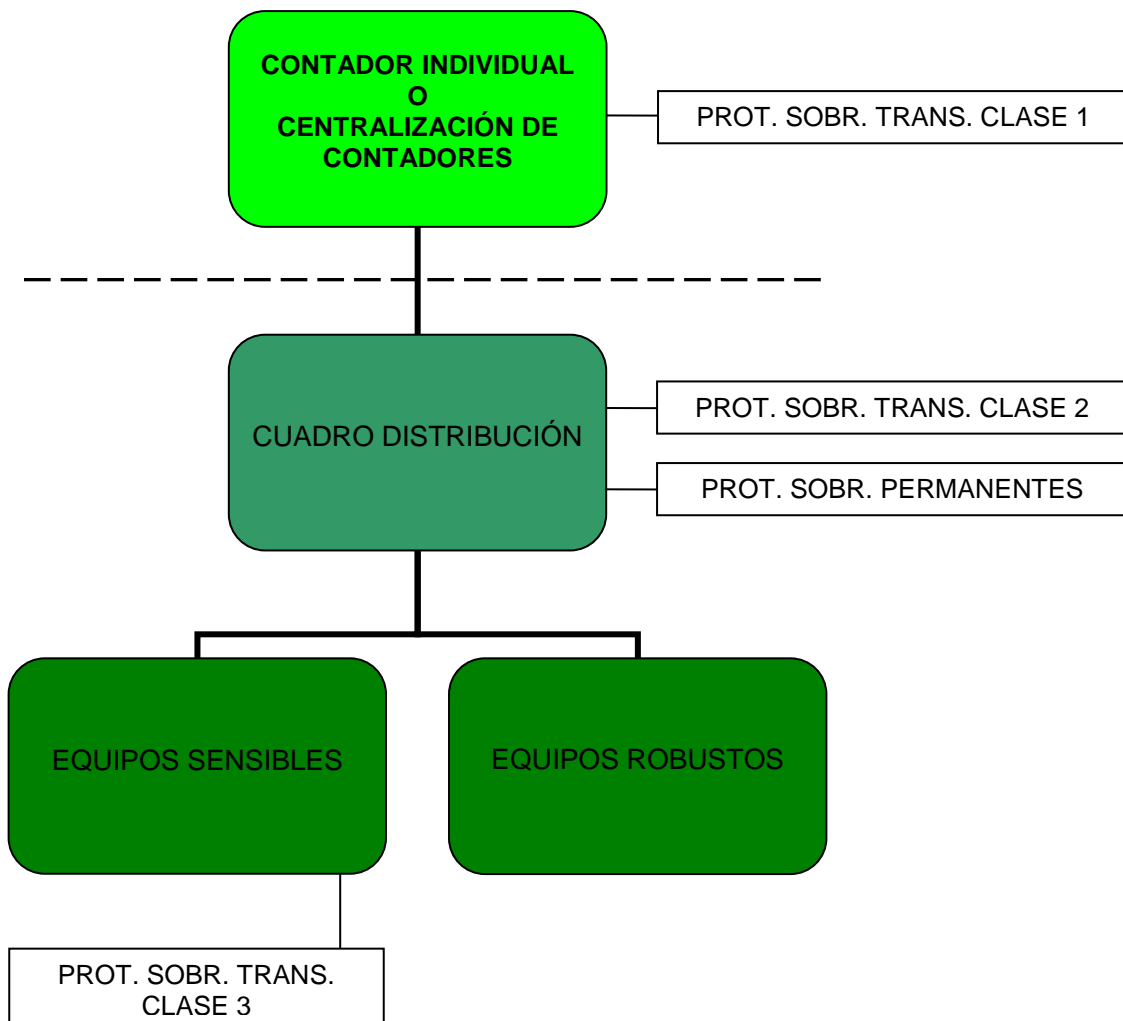


FIGURA 4.56. Emplazamiento de los elementos de protección contra sobretensiones transitorias y permanentes en la instalación eléctrica.



#### 4.4. RESOLUCIÓN DE UN EJEMPLO DE ACOMETIDA E IE

---

Como se ha visto en los apartados anteriores, aunque el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión marca unos mínimos a tener en cuenta en el cálculo, diseño y ejecución de las acometidas y las instalaciones de enlace, son las empresas distribuidoras las que exigen finalmente las características que debe poseer el proyecto y la instalación final.

La gran cantidad de factores a tener en cuenta, y que influyen en el resultado final de la instalación, hacen que el estudio comparativo entre proyectos diseñados según las distintas distribuidoras deba realizarse para cada instalación en particular.

En este apartado se ha realizado el diseño de una acometida y las instalaciones de enlace para un edificio ficticio con el objetivo de realizar una comparativa global de las posibles soluciones adoptadas según las características exigidas por las distintas Normativas Técnicas Particulares de las principales empresas distribuidoras.

Las acometidas y las instalaciones de enlace de baja tensión ficticias se han proyectado aplicando cada una de las Normativas Técnicas Particulares de las siguientes empresas distribuidoras:

- ERZ-ENDESA
- FECSA-ENDESA
- SEVILLANA-ENDESA
- IBERDROLA
- UNIÓN FENOSA

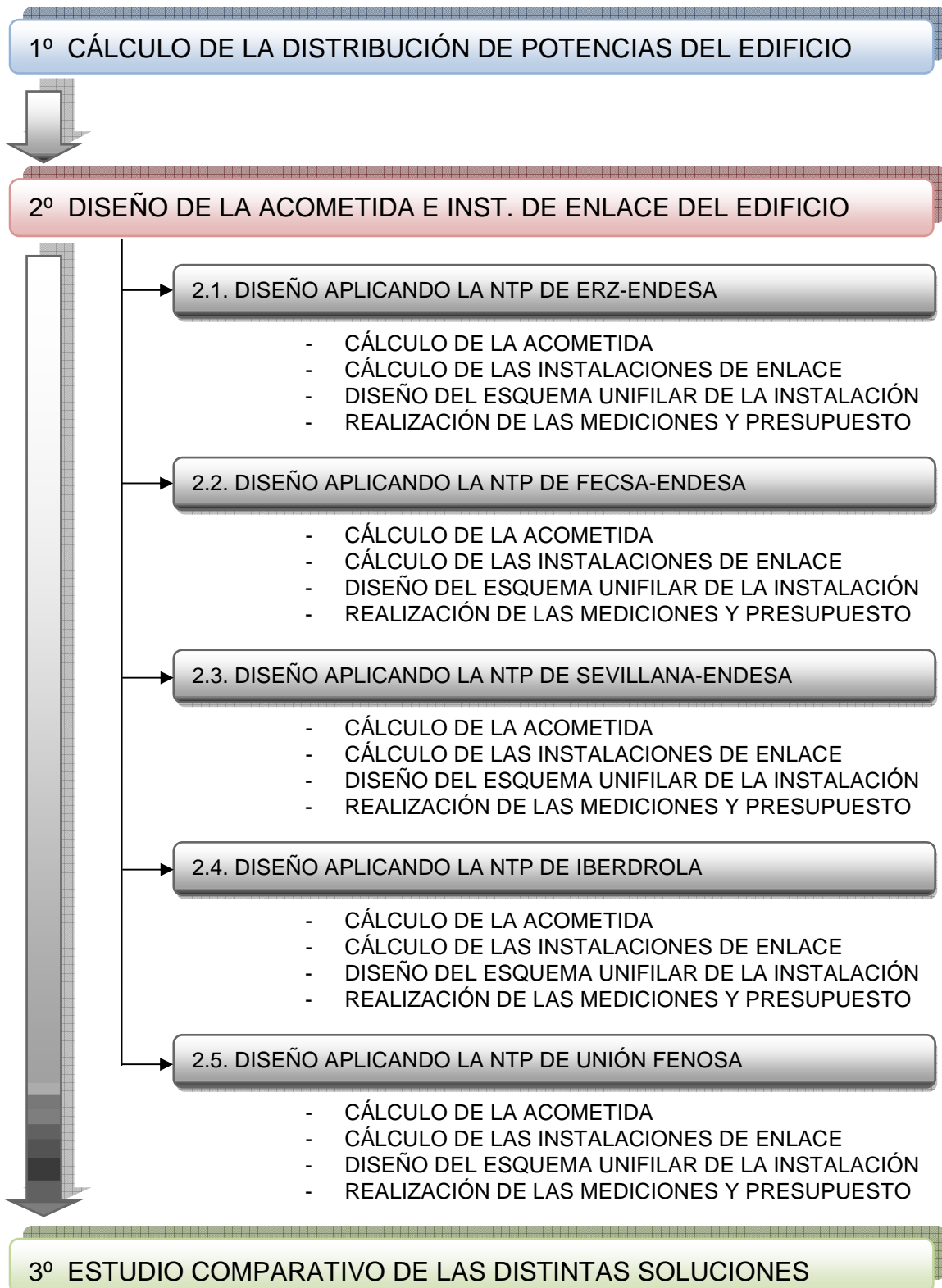
Las características del edificio ficticio cuya instalación eléctrica debe diseñarse son las siguientes:

- Edificio de 15 viviendas con electrificación básica (5.750W).
- 3 plantas, 5 viviendas por planta.
- Servicios Generales y Garaje.
- 1 Local de 80 m<sup>2</sup>.

En el capítulo de anexos del presente proyecto final de carrera se recogen los siguientes resultados del diseño de las acometidas y las instalaciones de enlace del edificio:

- *CÁLCULOS*: Anexo 3
- *ESQUEMAS UNIFILARES*: Anexo 4
- *PRESUPUESTOS*: Anexo 5

El proceso seguido en la resolución de las acometidas y las instalaciones de enlace y su posterior comparativa ha se representa en la figura 4.57.



*FIGURA 4.57. Esquema resumen del proceso seguido en el diseño de acometidas e instalaciones de enlace y estudio comparativo de las soluciones obtenidas aplicando distintas NTP's de empresas distribuidoras*

A continuación se recogen las conclusiones obtenidas al realizar el estudio comparativo de las distintas soluciones, en función de la Normativa Técnica Particular aplicada en el diseño de las acometidas y las instalaciones de enlace del edificio.

<b>PARTIDA</b>	<b>ERZ-ENDESA</b>	<b>FECSA-ENDESA</b>	<b>SEVILLANA-ENDESA</b>	<b>IBERDROLA</b>	<b>UNIÓN FENOSA</b>
- DERIVACIÓN Y PROTECCIÓN	1.473,39 (15,56 %)	1.473,39 (15,60 %)	923,75 (6,77 %)	923,75 (13,71 %)	923,75 (13,71 %)
- ACOMETIDA	18,51 (0,20 %)	18,51 (0,20 %)	37,02 (0,27 %)	37,02 (0,55 %)	37,02 (0,55 %)
- LÍNEA GENERAL DE ALIMENT.	522,30 (5,51 %)	522,30 (5,53 %)	522,30 (3,83 %)	522,30 (7,75 %)	522,30 (7,75 %)
- CENTR. DE CONTADORES	1.347,14 (14,22 %)	1.347,14 (14,27 %)	2.345,14 (17,19 %)	1.347,14 (20 %)	1.347,14 (20 %)
- DERIV. INDIVIDUALES	4.173,60 (44,07 %)	4.145,88 (43,90 %)	4.173,60 (30,59 %)	3.905,28 (57,98 %)	3.905,28 (57,98 %)
- PROT. CONTRA SOBRETENS.	1.936,00 (20,44 %)	1.936,00 (20,50 %)	5.640,00 (41,34 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
<b>TOTAL</b>	<b>9.470,94</b>	<b>9.443,22</b>	<b>13.641,81</b>	<b>6735,49</b>	<b>6735,49</b>

*TABLA 4.13. Comparativa económica de los ejemplos resueltos en función de la compañía distribuidora para acometidas e instalaciones de enlace.*

En la tabla 4.13. se observa que existen diferencias muy significativas entre las distintas soluciones diseñadas aplicando diferentes Normativas Técnicas Particulares de las empresas distribuidoras.

A continuación se recogen de forma gráfica dichas diferencias, explicando de forma detallada las características de diseño y cálculo que las provocan.

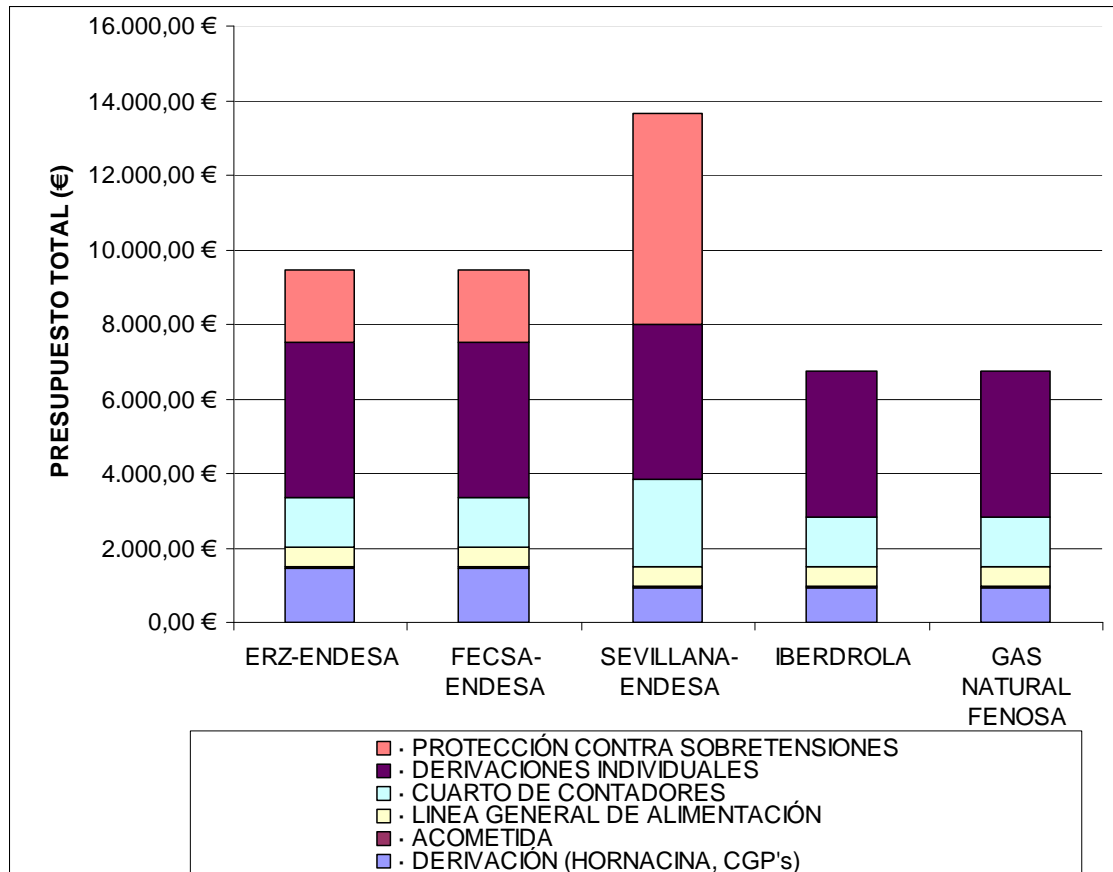


FIGURA 4.58. Diferencias económicas entre las acometidas e instalaciones de enlace diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.

La figura 4.58. representa las diferencias entre las acometidas y las instalaciones de enlace diseñadas según las distintas compañías eléctricas de distribución.

Como puede observarse, la instalación eléctrica más cara es la diseñada siguiendo la Normativa Técnica Particular de Sevillana-Endesa. Esto se debe principalmente a dos partidas concretas:

- La instalación del Cuarto de contadores.
- La partida dedicada a las protecciones contra sobretensiones.

En segundo lugar se encuentran las instalaciones eléctricas realizadas según las Normativas Técnicas Particulares de Erz-Endesa y Fecsa-Endesa. El presupuesto final de estas instalaciones es muy parecido, diferenciándose ligeramente en las partidas de las derivaciones individuales. Son aproximadamente un 30% más económicos que Sevillana-Endesa.

Por último, las acometidas e instalaciones de enlace más económicas son las diseñadas aplicando la normativa de Iberdrola y Unión Fenosa. Estos presupuestos son un 50% más económicos que el presupuesto realizado según la normativa de Sevillana-Endesa.

A continuación se explica de forma más detallada las diferencias entre cada una de las partidas de los presupuestos calculados.



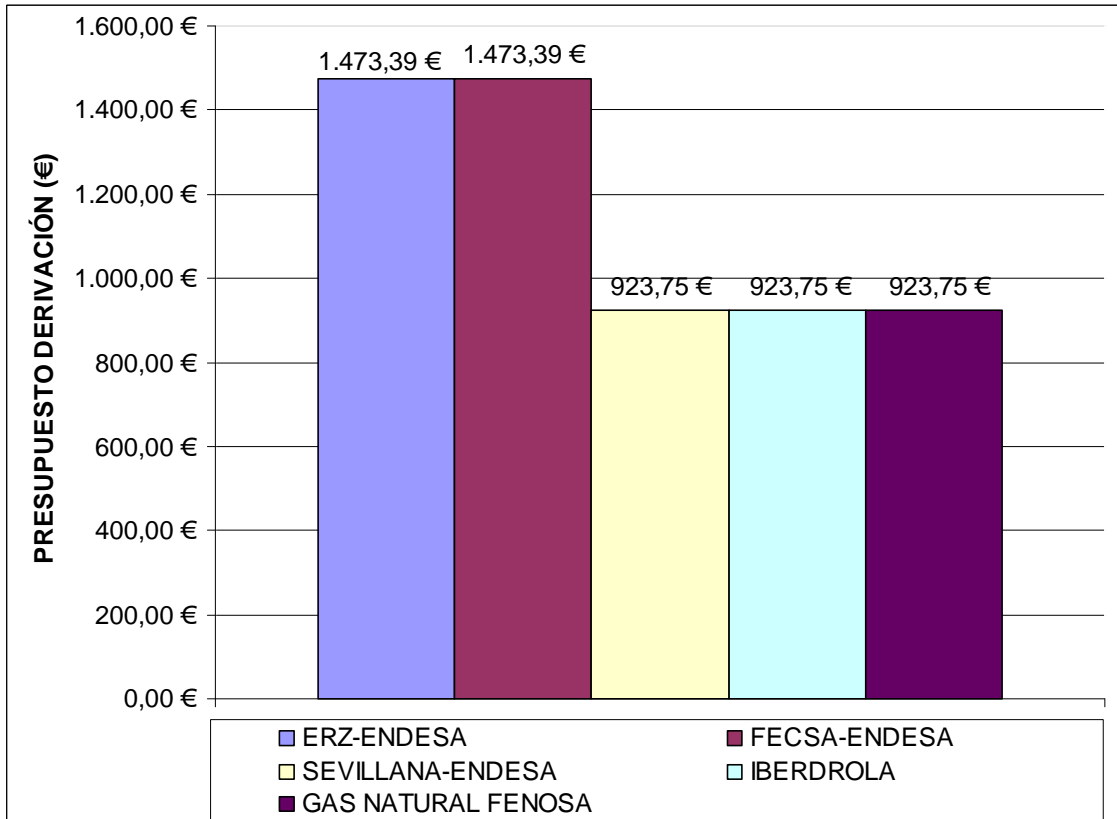


FIGURA 4.59. Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de las derivaciones y cajas generales de protección diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.

Como puede observarse en la figura 4.59., donde se representan las partidas relativas a la derivación desde la línea de distribución subterránea y la caja general de protección, las instalaciones diseñadas según Sevillana-Endesa, Iberdrola y Unión Fenosa son un 37% más económicas que las diseñadas según las normativas de Erz-Endesa y Fecsa-Endesa.

Estas diferencias se deben al tipo de derivación desde la línea subterránea:

- Derivación mediante Caja de Seccionamiento: Erz-Endesa y Fecsa Endesa.
- Derivación en "T": Sevillana-Endesa, Iberdrola y Unión Fenosa..

Como se ha indicado en el apartado 4.3. del presente proyecto final de carrera, resulta mucho más económico realizar una derivación tipo "T" desde la línea de distribución subterránea que realizar una derivación utilizando una caja de seccionamiento.

También se ha observado que, este caso en concreto, no se dan diferencias económicas entre las cajas generales de protección de las distintas instalaciones de enlace diseñadas, ya que todas las compañías permiten la utilización de Cajas Generales de Protección con el esquema 9.

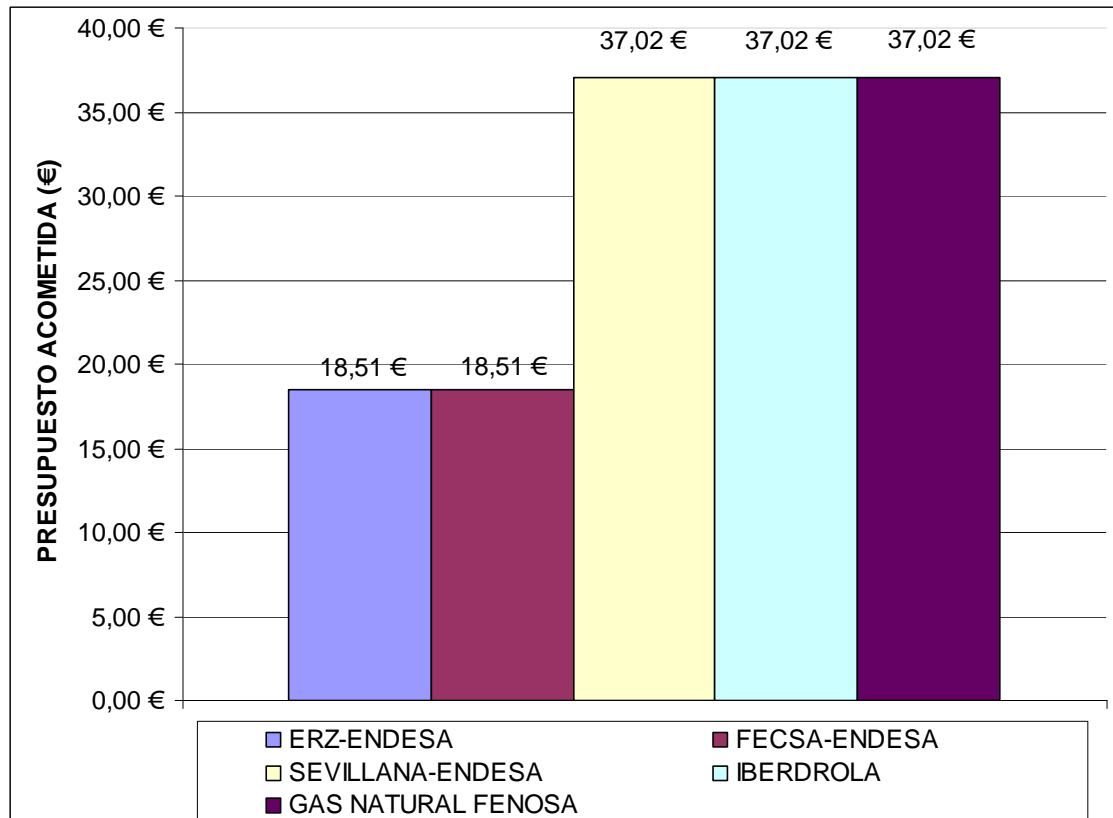


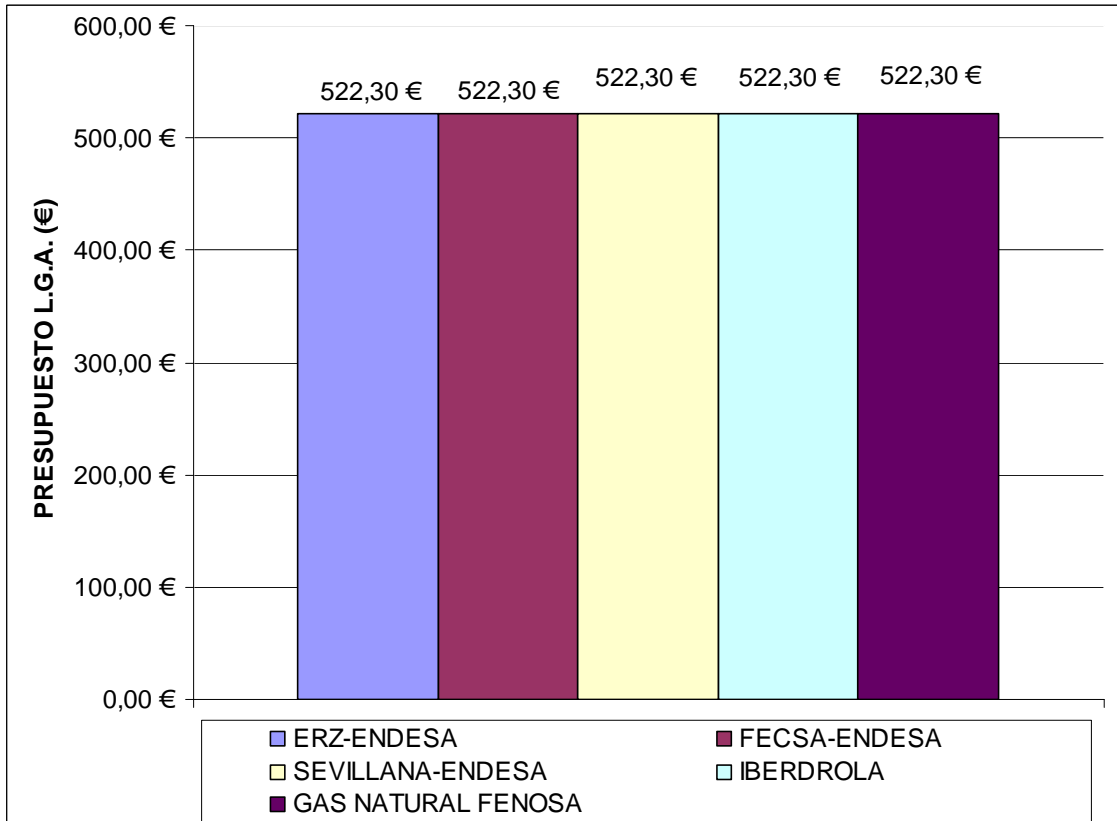
FIGURA 4.60. Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de las acometidas diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.

En la figura 4.60. se ha representado las partidas debidas a la instalación de la acometida según los diseños realizados a partir de las Normativas Técnicas Particulares de distintas compañías eléctricas de distribución.

La principal diferencia se debe a que para Erz-Endesa y Fecsa-Endesa, la acometida es de menor longitud que las acometidas diseñadas para Sevillana-Endesa, Iberdrola y Unión Fenosa.

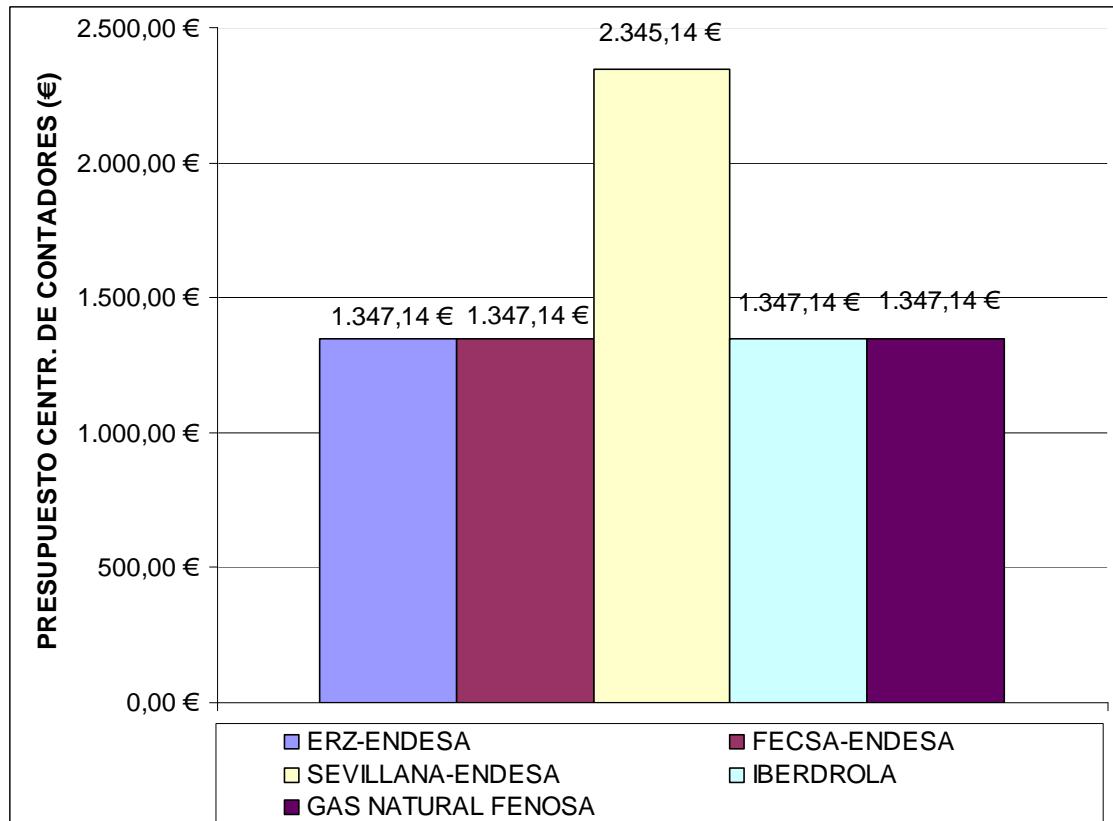
Generalmente, la acometida es de menor longitud cuando se realizan derivaciones mediante caja de seccionamiento, ya que ésta va desde la caja de seccionamiento hasta la caja general de protección que se encuentran normalmente en el mismo nicho u hornacina.

Por el contrario, cuando la derivación se realiza mediante derivación tipo "T", la acometida va desde la red de distribución eléctrica, que normalmente se encuentra bajo la acera, y la caja general de protección, por lo que su longitud suele ser mayor que si se instalaran cajas de seccionamiento.



*FIGURA 4.61. Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de las líneas generales de alimentación diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.*

Como puede observarse en la figura 4.61. no existen diferencias entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de las líneas generales de alimentación ya que las Normativas Técnicas Particulares de las distintas empresas de distribución estudiadas exigen las mismas características para este elemento de las instalaciones de enlace.



*FIGURA 4.62. Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de las centralizaciones de contadores diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.*

En la figura 4.62. se ha representado gráficamente las diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de las centralizaciones de contadores diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución que opera en la zona.

Como se ha explicado en el apartado 4.3., aunque existen diferencias notables entre las dimensiones autorizadas por las distintas empresas distribuidoras para los cuartos y los armarios de contadores, éstas no pueden cuantificarse económicamente para edificios de nueva construcción, ya que el tamaño de los locales y armarios se adecua a la centralización necesaria.

Sin embargo, para el caso de la compañía eléctrica Sevillana-Endesa, la partida relativa a la centralización de contadores se encarece un 42% debido a la obligatoriedad de instalar un protector contra sobretensiones transitorias clase 1 en la centralización.

Como se ha visto en el apartado 4.3. del presente proyecto final de carrera, ésta protección contra sobretensiones tiene un coste muy elevado.

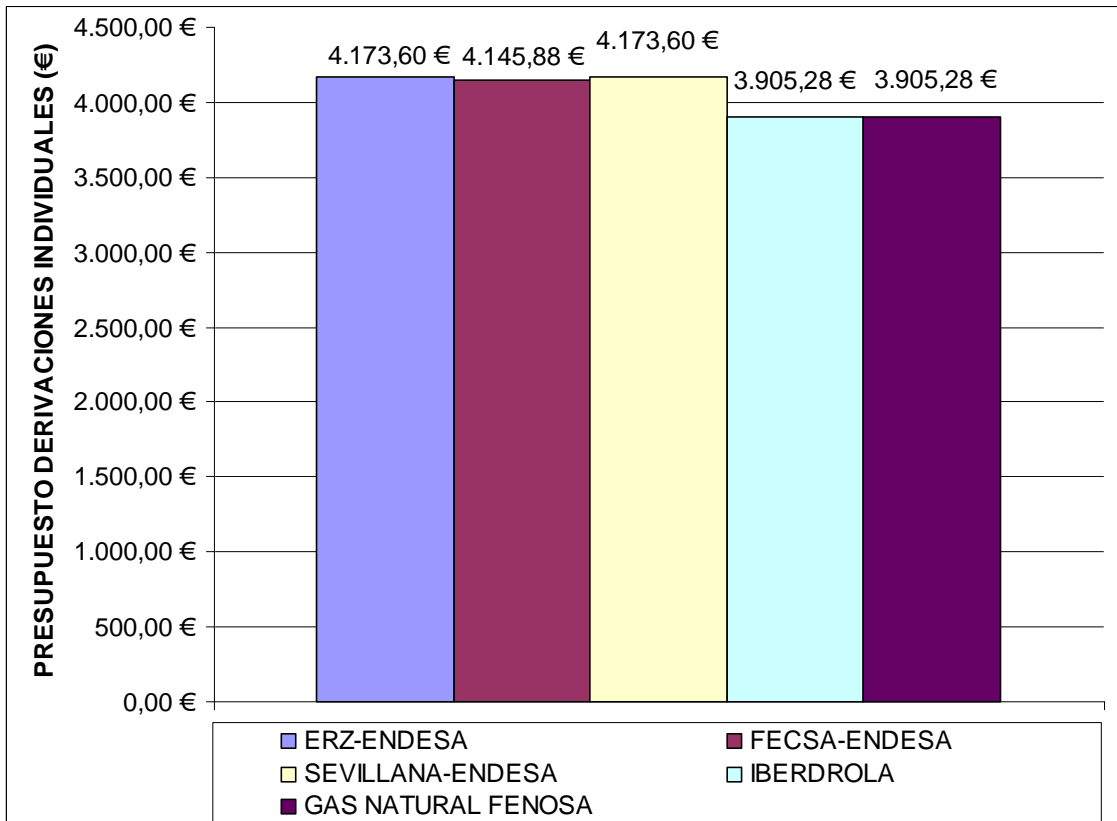


FIGURA 4.63. Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de las derivaciones individuales diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.

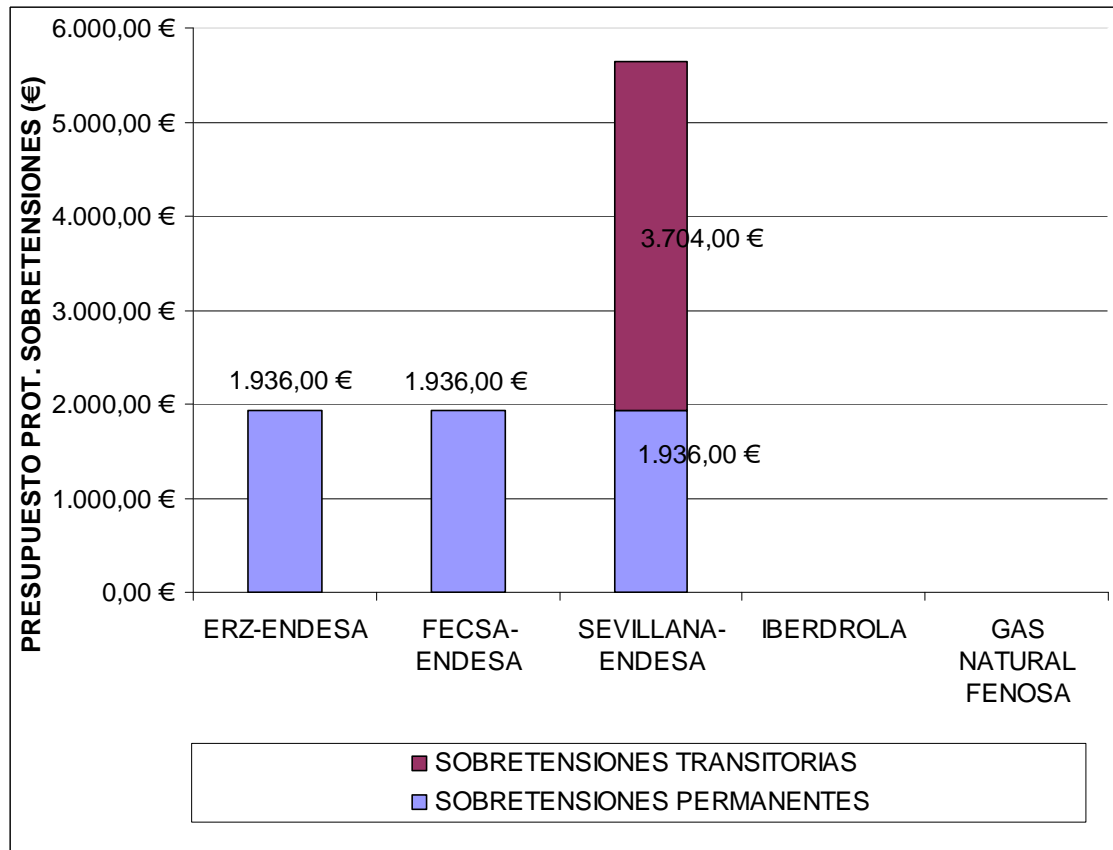
Como puede comprobarse en la figura 4.63., dedicada a la partida de las derivaciones individuales, existen ligeras diferencias económicas según se realice la instalación y cálculo de las derivaciones aplicando la Normativa Técnica Particular de una compañía u otra.

Estas diferencias se deben a que mientras que algunas compañías exigen una sección mínima de las derivaciones individuales de 10mm<sup>2</sup>, otras permiten la utilización de derivaciones individuales de 6mm<sup>2</sup>. Además, algunas compañías no permiten la utilización de tubo con un diámetro menor a 40mm.

A continuación se incluye una tabla resumen de las derivaciones permitidas por cada compañía:

COMPAÑÍA ELÉCTRICA	SECCIÓN MÍNIMA DE CABLE	SECCIÓN MÍNIMA DE TUBO
ERZ-ENDESA	10 mm <sup>2</sup>	40 mm
FECSA-ENDESA	10 mm <sup>2</sup>	32 mm
SEVILLANA ENDESA	10 mm <sup>2</sup>	40 mm
IBERDROLA	6 mm <sup>2</sup>	32 mm
UNION FENOSA	6 mm <sup>2</sup>	32 mm

TABLA 4.14. Tabla resumen de las secciones de cable y diámetro de tubo admitidos por las empresas distribuidoras.



*FIGURA 4.64. Diferencias económicas entre las partidas dedicadas al suministro e instalación de las protecciones contra sobretensiones diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución.*

La tabla 4.64. representa las diferencias económicas entre las partidas debidas al suministro e instalación de protecciones contra sobretensiones transitorias y permanentes diseñadas en función de la obligatoriedad o no que exigen algunas compañías eléctricas de distribución.

Como puede observarse la partida más cara se da en el diseño realizado según la Normativa Técnica Particular de Sevillana-Endesa. Esto es debido a que dicha compañía exige la instalación de protectores contra sobretensiones transitorias y sobretensiones permanentes de forma obligatoria en cada uno de los cuadros generales de protección eléctrica de cada suministro.

En segundo lugar se encuentran las partidas dedicadas a las protecciones contra sobretensiones de Erz-Endesa y Fecsa-Endesa. Estas compañías exigen la instalación de protecciones contra sobretensiones permanentes en todo caso, sin embargo, no exigen la instalación de protecciones contra sobretensiones transitorias salvo en los casos que exige el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su ITC-23 o el Código Técnico de la Edificación.

Como se indica en la figura y se ha comentado en el apartado 4.2. del presente proyecto final de carrera, las empresas Iberdrola y Unión Fenosa no exigen la instalación de ningún tipo de protector contra sobretensiones, excepto en los casos que indica el REBT en su ITC-23 o el Código Técnico de la Edificación para el caso de protecciones contra sobretensiones transitorias.

## 5. CONCLUSIONES

---

A lo largo del presente proyecto final de carrera se ha realizado el estudio comparativo técnico-económico de las redes subterráneas de distribución en baja tensión y las instalaciones de enlace según las distintas Normativas Técnicas Particulares aplicable de las principales empresas distribuidoras de electricidad.

Para la realización del proyecto final de carrera se ha seguido la siguiente metodología:

- En primer lugar se ha realizado un estudio de la situación actual de la distribución de la energía eléctrica en España, indicando el alcance que tienen las Normativas Técnicas Particulares de las empresas distribuidoras de Baja Tensión.
- Después, se ha realizado la comparativa técnico-económica de las Normativas Técnicas Particulares aplicables a las redes de distribución en Baja Tensión. Para ello, en primer lugar se ha explicado en qué consisten las redes de distribución en baja tensión. A continuación se ha elaborado una tabla resumen de las diferencias a tener en cuenta entre las distintas empresas distribuidoras, explicando de forma detallada dichas diferencias técnicas. Después, se ha realizado la comparativa económica de las distintas Normativas Técnicas en sus apartados dedicados a las Redes de Distribución en Baja Tensión. Por último se ha resuelto un ejemplo de línea subterránea de distribución en Baja Tensión aplicando las Normativas Técnicas Particulares de distintas empresas distribuidoras, realizando un estudio comparativo de las soluciones proyectadas.
- Más adelante, se ha realizado la comparativa técnico-económica de las Normativas Técnicas Particulares aplicables a las acometidas y las instalaciones de enlace de Baja Tensión. Para ello, en primer lugar se ha explicado en qué consisten las acometidas y las instalaciones de enlace en baja tensión. A continuación se ha elaborado una tabla resumen de las diferencias a tener en cuenta entre las distintas empresas distribuidoras, explicando de forma detallada dichas diferencias técnicas. Después, se ha realizado la comparativa económica de las distintas Normativas Técnicas en sus apartados dedicados a las acometidas y las instalaciones de enlace en Baja Tensión. Por último se ha resuelto un ejemplo de acometida e instalaciones de enlace en Baja Tensión para un edificio de viviendas aplicando las Normativas Técnicas Particulares de distintas empresas distribuidoras, realizando un estudio comparativo de las soluciones proyectadas.
- En los *Anexos* del presente proyecto final de carrera se presentan los cálculos, planos y presupuestos realizados en el estudio de los ejemplos resueltos.

Como se ha visto, existen importantes diferencias a tener en cuenta en el diseño y ejecución de las instalaciones eléctricas según las Normativas Técnicas Particulares de las empresas distribuidoras españolas.

Las principales conclusiones a las que se ha llegado tras realizar el proyecto final de carrera son las siguientes:

### CONCLUSIONES DE LA COMPARATIVA TÉCNICA DE RSBT's:

En algunos casos, las redes de distribución y las acometidas de baja tensión están construidas por la propia empresa de distribución, sin embargo, la mayor parte de las redes de distribución y de las acometidas son realizadas por terceros y cedidas a las empresas distribuidoras, pasando a formar parte de su red de distribución. Una vez realizada la cesión de la instalación, la empresa distribuidora se hace responsable de su explotación, operación y mantenimiento.

Para conseguir una mayor homogeneización de las redes de distribución, las empresas distribuidoras exigen, bajo el amparo del artículo 14 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), que las instalaciones de redes de distribución se realicen de acuerdo con su Normativa Técnica Particular (NTP).

Como puede observarse en la tabla 3.1. diseñada para conocer de forma visual las diferencias técnicas en el diseño de Redes Subterráneas de Baja Tensión según las distintas Normativas Técnicas Particulares de empresas distribuidoras de electricidad, los principales aspectos a tener en cuenta ya que influyen de forma importante en el diseño final de la instalación son:

- *Cálculo de la Previsión de Carga:* ERZ-Endesa y Sevillana-Endesa recogen en sus Normativas Técnicas Particulares métodos de cálculo de la previsión de carga en las líneas subterráneas distintos al cálculo realizado según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Según estas empresas distribuidoras, se puede realizar el cálculo de la carga de la línea aplicando distintos coeficientes de simultaneidad que hacen que el sobredimensionado de la línea sea menor.
- *Conductores:* Todas las empresas distribuidoras estudiadas exigen que el material a utilizar para las líneas de distribución sea de aluminio, de este modo, aunque el aluminio posee una menor conductividad eléctrica, se reduce el coste y el riesgo por robos del cableado, ya que dicho material es mucho más económico que el cobre.
- *Canalización del cableado:* Los métodos de canalización permitidos principalmente por las empresas de distribución para las líneas de baja tensión son cableado directamente enterrado y canalización bajo tubo. Sin embargo, algunas empresas de distribución (como Sevillana-Endesa o Iberdrola) únicamente permiten la canalización bajo tubo, sobre todo en zonas urbanas, lo que supone una reducción del 20% en la intensidad máxima admitida por la línea (ya que el coeficiente por cable instalado bajo tubo es el 0.8). Como contrapartida, la utilización de cableado bajo tubo hace que el tiempo de reparación de líneas subterráneas averiadas y el coste asociado a dicha reparación sea menor que en los casos de cableado directamente enterrado, pues en principio no existe necesidad de abrir zanjas.
- *Requisitos de la instalación:* La principal diferencia en los requisitos de la instalación entre las empresas distribuidoras estudiadas son las derivaciones de línea autorizadas. La utilización de Cajas de Seccionamiento (como indican las Normativas Técnicas Particulares de ERZ-Endesa y Fecsa-Endesa) hace que aumente la seguridad de suministro, ya que en caso de cortocircuito entre dos cajas de seccionamiento puede aislarse la avería sin necesidad de dejar sin suministro al resto de clientes.



- *Dimensionado de las Líneas de Distribución:* El principal aspecto a tener en cuenta en el dimensionado de las líneas de distribución y que varía en función de la empresa distribuidora que opere en la zona es la caída de tensión máxima admisible. Casi todas las empresas distribuidoras exigen una caída de tensión máxima admisible en las líneas de distribución del 5% mientras que Fecsa-Endesa permite una caída de tensión máxima del 7%. Este mayor índice de caída de tensión permite mayores longitudes de línea para una carga dada. Por otro lado, como se indica en la tabla 3.1., Iberdrola y Unión Fenosa exigen el cálculo de las líneas de distribución con una intensidad máxima admisible menor a la que indican las tablas del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Por último, cabe destacar que dependiendo de la zona geográfica dónde nos encontremos y la Normativa Técnica Particular a aplicar, los coeficientes de corrección a utilizar en el cálculo de los conductores varían, sobre todo en lo referido al coeficiente de corrección por cable entubado, ya que Erz-Endesa y Fecsa-Endesa indican unos coeficientes distintos a los que aparecen en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

#### CONCLUSIONES DE LA COMPARATIVA ECONÓMICA DE RSBT's:

El coste económico directo aplicable a una red de distribución subterránea en baja tensión depende principalmente de los siguientes Factores que dependen de la empresa distribuidora que opera en la zona:

- Potencia transportada por la LSBT.
- Material de los conductores.
- Sección de los conductores.
- Canalización de la instalación.
- Caída de tensión máxima autorizada por la compañía distribuidora.
- Resistencia y reactancia de los conductores en el cálculo de LSBT.
- Tipo de derivación de la LSBT.
- Puesta a tierra del neutro.
- Sección del neutro.

En el apartado 3.3. se describe cómo influyen por separado cada uno de los factores que dependen de la empresa distribuidora que opera en la zona, en el presupuesto final de la instalación subterránea.

La gran cantidad de factores a tener en cuenta, y que influyen en el resultado final de la instalación, hacen que el estudio comparativo entre proyectos diseñados según las distintas empresas distribuidoras deba realizarse para cada instalación en particular. Por este motivo, se ha realizado el diseño de una red de distribución ficticia con el objetivo de hacer una comparativa global de las posibles soluciones adoptadas según las características exigidas por las distintas Normativas Técnicas Particulares de las principales empresas distribuidoras.

A continuación se recuerdan los resultados obtenidos en el proyecto final de carrera, donde puede comprobarse las diferencias entre las distintas soluciones diseñadas.

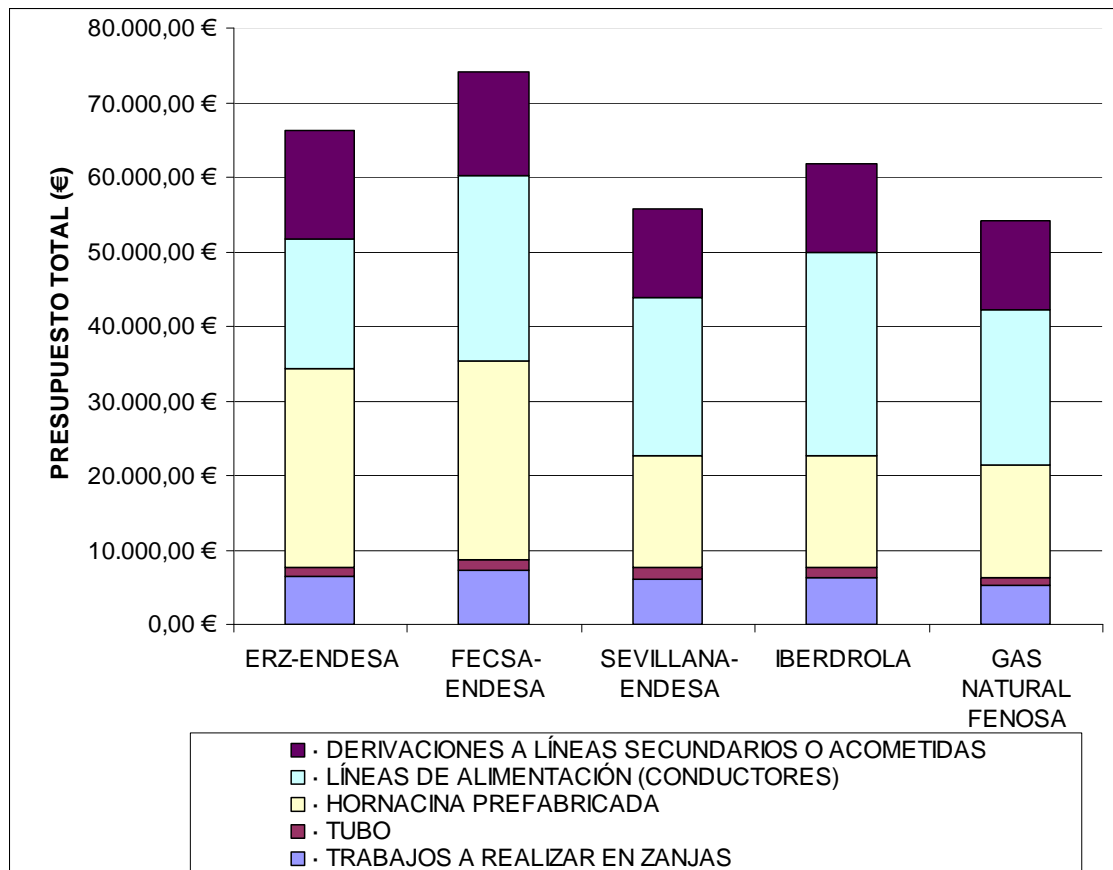


FIGURA 5.1. Diferencias económicas en las redes de distribución diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución (CONCLUSIONES).

En la figura 5.1. se muestra de forma gráfica las diferencias económicas entre las distintas redes de distribución diseñadas en función de la compañía distribuidora, siendo la instalación eléctrica realizada según la normativa de Unión Fenosa la más económica y la instalación eléctrica diseñada según la normativa de Fecsa-Endesa la más cara.

Además, se comprueba el peso que tiene cada una de las partidas en el presupuesto final de la instalación subterránea.

Como puede observarse, dependiendo de la normativa utilizada para el diseño de la red de distribución, las partidas presupuestarias tienen más o menos peso en el presupuesto final.

Las principales conclusiones son:

- Para instalaciones subterráneas diseñadas según la normativa de ERZ-ENDESA y de FECSA-ENDESA, las partidas presupuestarias con mayor peso en el presupuesto final son las relativas a los materiales y trabajos necesarios para realizar las derivaciones de líneas secundarias o de acometidas. Como se ha comentado en el apartado 3.2. del presente proyecto final de carrera, dichas compañías exigen la derivación mediante cajas de seccionamiento, cuyo precio es mucho mayor que las derivaciones tipo "T".
- Para instalaciones subterráneas diseñadas según la normativa de SEVILLANA-ENDESA, IBERDROLA y UNIÓN FENOSA, las partidas presupuestarias con mayor peso en el presupuesto final son las relativas al suministro e instalación de las líneas de alimentación. Esto se debe a que dichas compañías permiten la utilización de derivaciones tipo "T" para líneas secundarias o acometidas.

### CONCLUSIONES DE LA COMPARATIVA TÉCNICA DE ACOMETIDAS E IE's:

En algunos casos, las acometidas en Baja Tensión están construidas por la propia empresa de distribución, sin embargo, la mayor parte de las acometidas son realizadas por terceros y cedidas a las empresas distribuidoras, pasando a formar parte de su red de distribución. Una vez realizada la cesión de la instalación, la empresa distribuidora se hace responsable de su explotación, operación y mantenimiento.

Las instalaciones de enlace están realizadas por terceros y no se ceden a las empresas distribuidoras, sin embargo, éstas exigen en sus Normativas Técnicas Particulares las características que deben cumplir para poder darles suministro.

Para conseguir una mayor homogeneización de las acometidas y las instalaciones de enlace, las empresas distribuidoras exigen, bajo el amparo del artículo 14 del reglamento electrotécnico en Baja Tensión, que las acometidas e instalaciones de enlace se realicen de acuerdo a su Normativa Técnica Particular.

Como puede observarse en la tabla 4.1. diseñada para conocer de forma visual las diferencias técnicas en el diseño de Acometidas e Instalaciones de Enlace según las distintas Normativas Técnicas Particulares de empresas distribuidoras de electricidad, los principales aspectos a tener en cuenta ya que influyen de forma importante en el diseño final de la instalación son:

- *Tipo de derivación de la acometida:* La utilización de Cajas de Seccionamiento (como indican las Normativas Técnicas Particulares de ERZ-Endesa y Fecsa-Endesa) hace que aumente la seguridad de suministro, ya que en caso de cortocircuito entre dos cajas de seccionamiento puede aislarse la avería sin necesidad de dejar sin suministro al resto de clientes.
- *Sección y Material de los Conductores de la acometida:* Todas las empresas distribuidoras estudiadas exigen que el material a utilizar para las acometidas sea de aluminio, de este modo, aunque el aluminio posee una menor conductividad eléctrica, se reduce el coste y el riesgo por robos del cableado, ya que dicho material es mucho más económico que el cobre. Por otro lado, no están permitidas todas las secciones que aparecen en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Las secciones autorizadas por las empresas distribuidoras son 50 mm<sup>2</sup>, 95 mm<sup>2</sup>, 150 mm<sup>2</sup> y 240 mm<sup>2</sup>.
- *Caída de Tensión Máxima Admisible en la acometida:* Casi todas las empresas distribuidoras exigen una caída de tensión máxima admisible en las acometidas del 0.5% mientras que Unión Fenosa permite una caída de tensión máxima del 1%. Este mayor índice de caída de tensión permite mayores longitudes de acometida para una carga dada.
- *Cajas Generales de Protección y Cajas de Protección y Medida:* Cada empresa distribuidora admite unos esquemas para Cajas Generales de Protección. En el apartado 4.2. del presente proyecto final de carrera puede comprobarse los distintos esquemas según la empresa distribuidora. La principal diferencia se observa en los elementos de protección y medida, ya que mientras que Fecsa-Endesa exige la utilización de Cajas de Protección y Medida para un único usuario, el resto de empresas distribuidoras permiten la utilización de Cajas de Protección y medida para dos usuarios.
- *Línea General de Alimentación:* Las principales diferencias observadas en las líneas generales de alimentación se dan en la capacidad máxima de la línea, los sistemas de

canalización de ésta y el material de los conductores. En una instalación habitual de línea general de alimentación, el aspecto a tener en cuenta es el material de los conductores, ya que en zonas de influencia de Fecsa-Endesa e Iberdrola no se podrá utilizar en ningún caso cableado de Aluminio.

- *Derivaciones Individuales:* Para una derivación individual con canalización habitual (bajo tubo) los elementos a tener en cuenta en función de la empresa distribuidora que opera en la zona son el material de los conductores (ninguna empresa distribuidora permite la utilización de cable de aluminio) y la sección del cable utilizado (ERZ-Endesa, Fecsa-Endesa y Sevillana-Endesa no permite la utilización de conductores de menos de  $10\text{mm}^2$  de sección, lo que produce en algunos casos un sobredimensionado de la derivación individual). Además, es importante recordar que las empresas distribuidoras ERZ-ENDESA y Fecsa-Endesa exigen que el diámetro mínimo de tubo para las derivaciones individuales sea de 40mm. Esto permite que en caso de aumentos de potencia futuros en los que sea necesario cambiar la derivación individual del suministro, el paso del cable nuevo sea posible sin necesidad de sustituir el tubo antiguo.
- *Equipos de Medida Indirecta:* El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión no describe claramente las características de los equipos de medida indirecta a utilizar. Son las empresas distribuidoras las que exigen el esquema y características obligatorias de dichos equipos.
- *Dimensiones del Local y Armario de Contadores:* Aunque en un principio podría pensarse que las características de los locales y los armarios de contadores no son muy importantes, son aspectos a tener en cuenta antes de realizar una instalación eléctrica en edificios de nueva construcción ya que si no se cumplen las exigencias de las empresas distribuidoras, éstas podrían no aceptar el local o el armario y no dar suministro hasta que no se adecuen a su Normativa Técnica Particular. Además, en caso de rehabilitación de centralizaciones de contadores en edificios ya construidos, las dimensiones mínimas exigidas condicionan de forma muy importante la distribución final de los contadores.
- *Protección Contra Sobretensiones:* Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en el diseño de instalaciones de enlace y de cualquier instalación interior que precise de nuevo boletín o certificado de instalación eléctrica es la obligatoriedad o no de instalación de Protección contra Sobretensiones. Sevillana-Endesa exige la instalación en todos los casos de protección contra sobretensiones permanentes y transitorias, ERZ-Endesa y Fecsa-Endesa únicamente exigen protección contra sobretensiones permanentes y el resto de distribuidoras no exige ningún tipo de protección contra sobretensiones (salvo protección contra sobretensiones transitorias cuando la instalación esté alimentada por o incluya líneas aéreas, existan equipos de alto valor económico, se puedan producir pérdidas irreparables, se puedan producir discontinuidades de servicio o en caso de que existan sistemas de protección externa contra el rayo).

#### CONCLUSIONES DE LA COMPARATIVA ECONÓMICA DE ACOMETIDAS E IE's:

El coste económico directo aplicable a las acometidas y a las instalaciones de enlace en baja tensión depende principalmente de los siguientes factores:

- Tipo de Derivación.
- Sección de los conductores.
- Material de los conductores.
- Caída de tensión máxima autorizada por la compañía distribuidora.
- Resistencia y reactancia de los conductores en el cálculo de Acometidas.
- Sección del neutro.

La gran cantidad de factores a tener en cuenta, y que influyen en el resultado final de la instalación, hacen que el estudio comparativo entre proyectos diseñados según las distintas empresas distribuidoras deba realizarse para cada instalación en particular. Por este motivo, se ha realizado el diseño de la acometida y las instalaciones de enlace de un edificio ficticio con el objetivo de hacer una comparativa global de las posibles soluciones adoptadas según las características exigidas por las distintas Normativas Técnicas Particulares de las principales empresas distribuidoras.

A continuación se recuerdan los resultados obtenidos en el proyecto final de carrera, donde puede comprobarse las diferencias entre las distintas soluciones diseñadas.

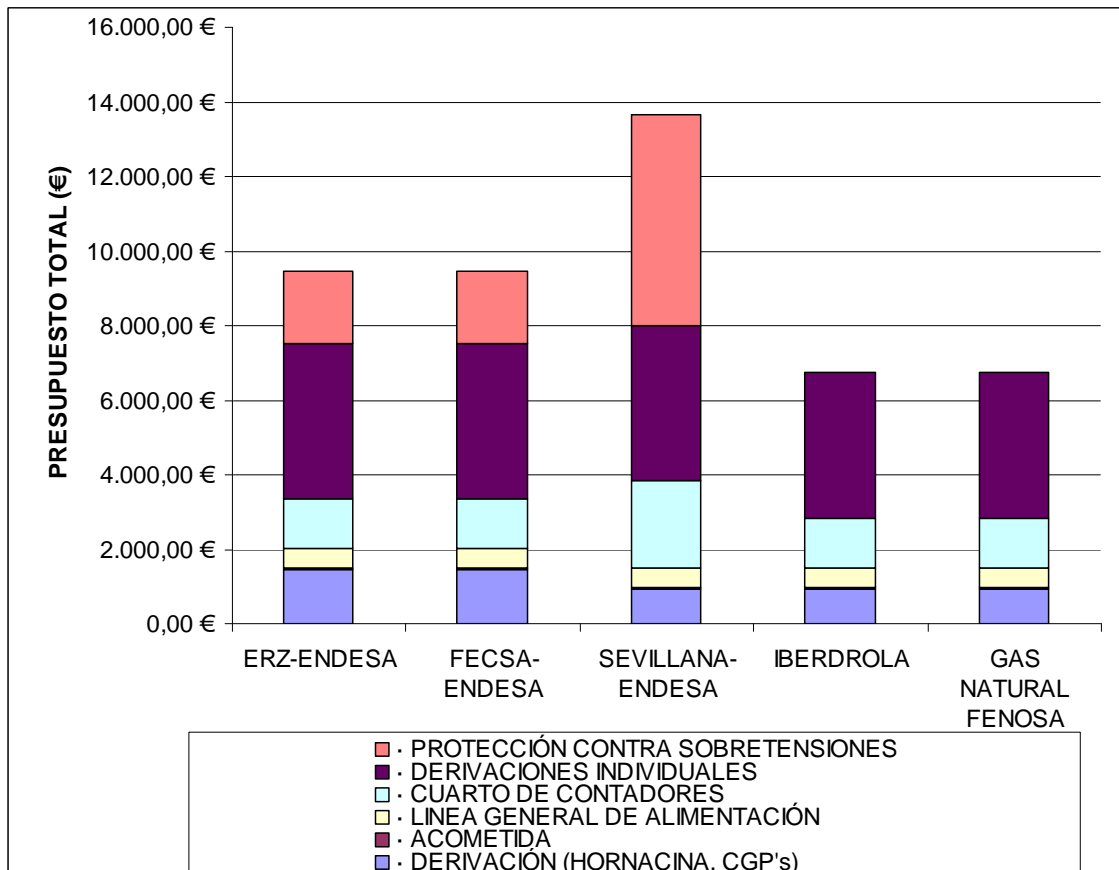


FIGURA 5.2. Diferencias económicas entre las acometidas e instalaciones de enlace diseñadas en función de la compañía eléctrica de distribución. (CONCLUSIONES)

La figura 5.2. representa las diferencias económicas entre las acometidas y las instalaciones de enlace diseñadas según las distintas compañías eléctricas de distribución.

Como puede observarse, la instalación eléctrica más cara es la diseñada siguiendo la Normativa Técnica Particular de Sevillana-Endesa. Esto se debe principalmente a dos partidas concretas:

- La instalación del Cuarto de contadores (con protección contra sobretensiones transitorias).
- La partida dedicada a las protecciones contra sobretensiones.

En segundo lugar se encuentran las instalaciones eléctricas realizadas según las Normativas Técnicas Particulares de Erz-Endesa y Fecsa-Endesa. El presupuesto final de estas instalaciones es muy parecido, diferenciándose ligeramente en las partidas de las derivaciones individuales. Son aproximadamente un 30% más económicos que Sevillana-Endesa.

Por último, las acometidas e instalaciones de enlace más económicas son las diseñadas aplicando la normativa de Iberdrola y Unión Fenosa. Estos presupuestos son un 50% más económicos que el presupuesto realizado según la normativa de Sevillana-Endesa, ya que no exigen la instalación de protección contra sobretensiones de ninguna clase.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
- Guía Técnica de aplicación del REBT
  
- Normativa Técnica Particular de ERZ-Endesa
- Normativa Técnica Particular de Fecsa-Endesa
- Normativa Técnica Particular de Sevillana-Endesa
- Normativa Técnica Particular de Iberdrola
- Normativa Técnica Particular de Unión Fenosa Distribución
  
- Documento “El consumo eléctrico en el mercado peninsular en el año 2010”  
Comisión Nacional de Energía (CNE)
- Documento “Agentes del Mercado Eléctrico Español”  
Comisión Nacional de Energía (CNE)
- Documento “Organización del Sector Eléctrico Español”  
Comisión Nacional de Energía (CNE)
  
- Registro de empresas distribuidoras de electricidad del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (Mayo de 2012)





## **ANEXOS**

---



## INDICE DE LOS ANEXOS

---

	Pág.
ANEXO 1: Caract. Ppales de las LSBT según las NTP's de Compañía y el REBT_____	185
ANEXO 2: Caract. Ppales de las Acometidas y las IE's según el REBT_____	217
ANEXO 3: Cálculos_____	231
ANEXO 4: Presupuestos_____	251
ANEXO 5: Planos_____	285



## **ANEXO 1: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS LSBT SEGÚN NTP'S DE LA COMPAÑÍA Y EL REBT**

---

El Anexo 1 del presente proyecto final de carrera tiene como objetivo recopilar los métodos de previsión de carga, los métodos de cálculo de las líneas subterráneas y las principales características de las líneas, exigido por las principales compañías de distribución de energía eléctrica así como por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

De esta forma, el presente proyecto final de carrera sirve de base para la realización de proyectos de distribución eléctrica en baja tensión por parte del ingeniero, así como la ejecución correcta de las líneas por parte del instalador, pudiéndose observar las principales diferencias a tener en cuenta en función de la zona dónde vaya a ejecutarse la instalación.

### **INDICE DEL ANEXO 1:**

	Pág.
1. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión_____	187
1.1. Cálculo de la Previsión de cargas para LSBT	187
1.2. Características principales de las LSBT	188
1.3. Cálculos eléctricos según el RETB	189
1.3.1. Conductores	190
1.3.2. Criterio de Intensidad Máxima Admisible	192
1.3.3. Criterio de la Caída de Tensión Máxima Admisible	193
1.3.4. Cálculo de Corrientes de Cortocircuito	194
2. Norma Técnica Particular de ERZ-Endesa_____	196
2.1. Cálculo de la Previsión de cargas para LSBT	196
2.2. Características principales de las LSBT	197
2.3. Cálculos eléctricos según la NTP de ERZ-Endesa	198
2.3.1. Conductores	198
2.3.2. Criterio de Intensidad Máxima Admisible	199
2.3.3. Criterio de la Caída de Tensión Máxima Admisible	199
2.3.4. Criterio del Momento Eléctrico	199
2.3.5. Cálculo de Corrientes de Cortocircuito	200
3. Norma Técnica Particular de FECSA-Endesa_____	201
3.1. Cálculo de la Previsión de cargas para LSBT	201
3.2. Características principales de las LSBT	201
3.3. Cálculos eléctricos según la NTP de FECSA-Endesa	202
3.3.1. Conductores	202
3.3.2. Criterio de Intensidad Máxima Admisible	203
3.3.3. Criterio de la Caída de Tensión Máxima Admisible	203
3.3.4. Criterio del Momento Eléctrico	203
3.3.5. Cálculo de Corrientes de Cortocircuito	204
4. Norma Técnica Particular de Sevillana-Endesa_____	205
4.1. Cálculo de la Previsión de cargas para LSBT	205
4.2. Características principales de las LSBT	206

4.3. Cálculos eléctricos según la NTP de Sevillana-Endesa	207
4.3.1. Conductores	207
4.3.2. Criterio de Intensidad Máxima Admisible	208
4.3.3. Criterio de la Caída de Tensión Máxima Admisible	208
4.3.4. Cálculo de Corrientes de Cortocircuito	208
5. Norma Técnica Particular de Iberdrola	209
5.1. Cálculo de la Previsión de cargas para LSBT	209
5.2. Características principales de las LSBT	209
5.3. Cálculos eléctricos según la NTP de Iberdrola	210
5.3.1. Conductores	210
5.3.2. Criterio de Intensidad Máxima Admisible	211
5.3.3. Criterio de la Caída de Tensión Máxima Admisible	211
5.3.4. Cálculo de Corrientes de Cortocircuito	211
6. Norma Técnica Particular de Unión Fenosa	212
6.1. Cálculo de la Previsión de cargas para LSBT	212
6.2. Características principales de las LSBT	212
6.3. Cálculos eléctricos según la NTP de Unión Fenosa	213
6.3.1. Conductores	213
6.3.2. Criterio de Intensidad Máxima Admisible	214
6.3.3. Criterio de la Caída de Tensión Máxima Admisible	214
6.3.4. Criterio de la Pérdida de Potencia	214
6.3.5. Cálculo de Corrientes de Cortocircuito	215

## 1. REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN

---

A lo largo de este apartado se expondrán los mínimos exigibles por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en el proyecto y ejecución de líneas subterráneas, de acuerdo con la ITC-BT-07 y la ITC-BT-10.

Las empresas distribuidoras de electricidad en Baja Tensión estipulan sus condiciones técnicas aplicables atendiendo a estos mínimos exigibles.

### 1.1. CALCULO DE LA PREVISIÓN DE CARGAS PARA LSBT SEGÚN REBT

El REBT no explica de forma concreta el método a utilizar a la hora de calcular la previsión de cargas en líneas subterráneas de Baja Tensión. Sin embargo, el cálculo de la previsión de cargas se puede realizar teniendo en cuenta que la potencia total que debe resistir el cable será como mínimo la suma de las potencias de cada acometida o suministro en particular.

Se debe diferenciar por tanto entre:

- SUMINISTRO: Cada acometida de edificio, independientemente del tipo del lugar de consumo.
- TIPO DE SUMINISTRO: Dependiendo del uso final del lugar de consumo:
  - o Viviendas
  - o Locales
  - o Industrias
  - o Servicios Generales
  - o Garajes

A continuación se incluye la expresión para determinar la previsión de cargas de cada línea o circuito de la red de baja tensión:

$$P_{Tc} = P_{SUM.1} + P_{SUM.2} + \dots + P_{SUM.n}$$

Siendo:

- $P_{Tc}$ : Potencia total del circuito o línea subterránea.
- $P_{SUM.i}$ : Potencia individual de cada Suministro o acometida del edificio que alimenta la línea.i

Cada suministro se calculará como se indica en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción Técnica Complementaria número 10, dependiendo del tipo de suministro o uso final de la instalación.

Con:

$$P_{SUMi} = P_{VIVIENDAS} + P_{SERV.GEN} + P_{LOCALES} + P_{GARAJES} + P_{INDUSTRIAS}$$

- $P_{VIVIENDAS}$ : Potencia debida a las viviendas.
- $P_{LOCALES}$ : Potencia debida a los locales.
- $P_{INDUSTRIAS}$ : Potencia debida a las industrias.
- $P_{SERV.GEN.}$ : Potencia debida a los servicios generales.
- $P_{GARAJES.}$ : Potencia debida a los garajes.

A cada tipo de suministro (viviendas, locales, industrias,...) se le aplicará su coeficiente de simultaneidad individual, según la ITC-BT 10 del REBT. A continuación se recuerdan dichos coeficientes:

VIVIENDAS:

Nº viviendas (n)	Coefficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n > 21	$15,3+(n-21)\cdot 0,5$

## GRADOS DE ELECTRIFICACION EN VIVIENDAS:

- Grado de Electrificación BASICA: 5.750W
- Grado de Electrificación ELEVADA: 9.200W

LOCALES COMERCIALES Y OFICINAS:

La carga correspondiente a los locales comerciales y de oficinas se calculará considerando un mínimo de 100W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3.450W a 230V y un coeficiente de simultaneidad de 1.

INDUSTRIAS:

La carga correspondiente a industrias se calculará considerando un mínimo de 125W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 10.350W a 230V y un coeficiente de simultaneidad de 1.

SERVICIOS GENERALES:

La carga correspondiente a los servicios generales de los edificios será la suma prevista en ascensores, aparatos elevadores, centrales de calor y frío, grupos de presión, alumbrado del portal, caja de escalera y espacios comunes y en todo el servicio eléctrico general del edificio sin aplicar ningún factor de reducción por simultaneidad (coeficiente de simultaneidad = 1)

GARAJES

La carga correspondiente a los garajes de un edificio se calculará considerando un mínimo de 10 W por metro cuadrado y planta para garajes de ventilación natural y de 20W para los de ventilación forzada, con un mínimo de 3.450W a 230V y un coeficiente de simultaneidad de 1.

**1.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS LSBT SEGÚN REBT**

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su ITC-BT-07, indica las principales características que deben cumplir las líneas subterráneas de baja tensión.

En el reglamento se detallan las distintas maneras en que pueden instalarse los cables, las condiciones generales para cruzamiento, proximidades y paralelismos, y la puesta a tierra y continuidad del neutro.



Respecto a los métodos de instalación de los cables, cabe destacar que las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público, y en zonas perfectamente delimitadas, preferiblemente bajo las aceras. Además, el trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas, como líneas de fachada y bordillos.

Los cables aislados podrán instalarse de cualquiera de las siguientes maneras:

- Directamente Enterrados.
- En canalizaciones Entubadas.
- En galerías:
  - o Galerías visitables
  - o Galerías o zanjas Registrables
- En atarjeas o canales revisables.
- En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared.

A lo largo de este proyecto final de carrera se estudiarán los casos concretos de instalación directamente enterrada y en canalizaciones entubadas, ya que son los tipos de instalación más usados por las grandes empresas españolas de distribución eléctrica.

El REBT fija, en el apartado 2.2 de la ITC-BT-07, las condiciones a que deben responder los cruzamientos, proximidades y paralelismos de cables subterráneos de baja tensión con:

- Calles y Carreteras
- Ferrocarriles
- Otros cables de energía eléctrica
- Cables de telecomunicaciones
- Canalizaciones de agua y gas
- Conducciones de alcantarillado
- Depósitos de carburante
- Acometidas

Por último, la puesta a tierra y la continuidad del neutro deberá atenderse a lo establecido en los capítulos 3.6 y 3.7 de la ITC-BT-06:

- *Continuidad el neutro*: El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que dicha interrupción se realice mediante alguno de los dispositivos siguientes:
  - o Interruptores o seccionadores unipolares que actúen sobre el neutro y las fases al mismo tiempo (corte omnipolar simultáneo), o que conecten el neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
  - o Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas.
- *Puesta a tierra del neutro*: El conductor neutro de las líneas subterráneas de distribución en baja tensión se deberá conectar a la tierra en el centro de transformación o central generadora de alimentación. Además, en los esquemas de distribución tipo TT y TN, el conductor neutro y el de protección para el esquema TN-S deberá estar puesto a tierra en otros puntos, y como mínimo una vez cada 500 metros de longitud de línea. Dicha conexión a tierra se realizará preferiblemente en los puntos de donde partan derivaciones importantes de la línea subterránea.

### 1.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS SEGÚN EL REBT:

En este apartado se expondrá el método de cálculo que exige el REBT en los proyectos de distribución mediante líneas subterráneas de baja tensión. Los métodos a utilizar se describen en el Anexo 2 del REBT para el cálculo de caídas de tensión y en el Anexo 3 del REBT para el cálculo de corrientes de cortocircuito.

Para determinar la sección de los conductores de una red de distribución en BT, así como las protecciones adecuadas, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Caída de Tensión máxima admisible

- Máxima intensidad admisible de los conductores
- Intensidades de Cortocircuito

### 1.3.1. CONDUCTORES

Según el REBT, los conductores a utilizar en las LSBT serán de cobre o de aluminio y deberán estar aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Las líneas pueden estar formadas por uno o más conductores y su tensión asignada no será inferior a 0,6/1kV.

La sección mínima a utilizar no será inferior a 6mm<sup>2</sup> para los conductores de cobre y a 16mm<sup>2</sup> para los conductores de aluminio.

Dependiendo del número de conductores con el que se haga la distribución, la sección mínima del conductor neutro será:

- Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores: la sección del neutro será como mínimo la que nos indica la Tabla 1 de la ITC-BT- 07 del reglamento, y que expongo a continuación:

CONDUCTORES DE FASE (mm <sup>2</sup> )	SECCIÓN DEL NEUTRO (mm <sup>2</sup> )
6 (Cu)	6
10(Cu)	10
16(Cu)	10
16(Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

La intensidad máxima admisible para cables en instalación enterrada:

- Para cables tetrapolares con conductores de aluminio y conductor neutro concéntrico de cobre:

CABLES	Sección Nominal de los Conductores (mm <sup>2</sup> )	Intensidad (A)
3 x 50 Al + 16 Cu	50	160
3 x 95 Al + 30 Cu	95	235
3 x 150 Al + 50 Cu	150	305
3 x 240 Al + 80 Cu	240	395

- Para conductores de aluminio:

SECCION NOMINAL mm2	CABLES UNIPOLARES			CABLES MULTIPOLARES		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

- Para conductores de Cobre:

SECCION NOMINAL mm2	CABLES UNIPOLARES			CABLES MULTIPOLARES		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

La potencia a considerar en cada una de las líneas será la calculada según el método expuesto en el apartado 1.1. relativo a la previsión de cargas según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

**1.3.2. CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE:**

Para el cálculo de la sección de los conductores mediante el método de la Intensidad máxima Admisible, se establece la intensidad en cada circuito, que para circuitos trifásicos viene determinada por la expresión:

$$I_{cir} = \frac{P}{\sqrt{3} * U_n * \cos \varphi}$$

Siendo:

- I<sub>cir</sub>: Intensidad que circula por el circuito, en amperios.
- P: Potencia del circuito en Vatios
- U<sub>n</sub>: Tensión de línea (U<sub>n</sub>=400V)
- Cosφ: Factor de potencia.

Conociendo la intensidad que va a circular por los conductores se escoge la sección más acorde a éstas necesidades, teniendo en cuenta las secciones admitidas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y los factores de corrección a aplicar.

Los factores de corrección se deben de tener en cuenta ya que las intensidades máximas admisibles de los conductores que obtenemos de las tablas están calculas para unas condiciones específicas. Dichas intensidades deben corregirse aplicando los coeficientes correctores que se correspondan con las características reales de la instalación:

1. Coeficiente de corrección de temperatura: En la tabla siguiente se indican los factores de corrección F de la intensidad admisible, en función de la temperatura máxima de servicio θ<sub>s</sub> para temperaturas del terreno θ<sub>t</sub>, distintas de 25°C:

TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	TEMPERATURA DE TERRENO (°C)								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno:

$$F = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_t}{\theta_s - 25}}$$

2. Coeficiente de Resistividad Térmica: En la tabla siguiente se indican los factores de corrección de la intensidad máxima admisible, para distintas resistividades térmicas del terreno, cuando los conductores sean enterrados en terrenos que tengan una resistividad térmica distinta de 1Km/W:

FACTOR DE CORRECCION SEGÚN TIPO DE CABLE	RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO (K·m/W)										
	0,8	0,85	0,9	1,00	1,1	1,2	1,4	1,65	2	2,5	2,8
COEF. CABLE UNIPOLAR	1,09	1,06	1,04	1,00	0,96	0,93	0,87	0,81	0,75	0,68	0,66
COEF. CABLE TRIPOLAR	1,07	1,05	1,03	1,00	0,97	0,94	0,89	0,84	0,78	0,71	0,69

3. Coeficiente por agrupación de cables: En la tabla siguiente figuran los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para varios cables multipolares o unipolares en contacto mutuo, enterrados en la misma zanja, en un mismo plano horizontal:

COEF. POR AGRUPACION SITUACION DE LOS CIRCUITOS	Nº DE CIRCUITOS							
	2	3	4	5	6	8	10	12
en contacto	0,8	0,7	0,64	0,6	0,56	0,53	0,5	0,47
a 7cm	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,5
a 10cm	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
a 15cm	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
a 20cm	0,88	0,79	0,74	0,7	0,68	0,64	0,62	0,6
a 25cm	0,89	0,8	0,76	0,72	0,7	0,66	0,64	0,62

En el caso de instalarse circuitos en más de un plano horizontal, se aplicará un coeficiente de 0,90 suponiendo una separación entre planos de 0,10 m.

4. Coeficiente por cables enterrados en zanja a diferentes profundidades: En la tabla siguiente figuran los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para instalaciones de cables enterrados a profundidades distintas a 0,70m.

Profundidades de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
Coeficiente profundidad	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

5. Coeficiente por cable entubado: El REBT indica los coeficientes a tener en cuenta en las instalaciones de cable entubado:
- En el caso de una línea con cable tripolar o con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo, se aplicará un factor de corrección de 0,8.
  - En el caso de una línea con cuatro cables unipolares situados en sendos tubos, se aplicará un factor de corrección de 0,9.
  - En el caso de canalizaciones bajo tubos que no superan los 15m, si el tubo se rellena con aglomerados especiales no será necesario aplicar factor de corrección de intensidad por canalización entubada.

### 1.3.3. CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

Para el cálculo de la sección a partir de la máxima caída de tensión admisible en cada circuito, se considerará la caída de tensión provocada por la conexión de una carga P, situada a una distancia determinada L, del origen de la línea. Estos cálculos se realizan según el Anexo 2 de la Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

El REBT no nos indica la caída de tensión máxima admisible en Líneas subterráneas para baja tensión, sino que deja su límite a la elección por parte de la compañía distribuidora de la zona.

La caída de tensión entre fases para circuitos trifásicos, en función de la potencia, se determina por la expresión:

$$\Delta U = \frac{P * L * \Psi_L}{U_N}$$

Con:

$$\Psi_L = R_L + X_L * tg \varphi$$

Y la caída de tensión relativa e en %:

$$\Delta U \% = \frac{\Delta U}{U_N} * 100$$

Siendo:

- P: Potencia trifásica equilibrada, W.
- L: Longitud desde el origen en m
- U<sub>N</sub>: Tensión entre fases, en V (400V)

- $\Psi_L$ : Impedancia Lineal del conductor, en  $\Omega/m$
- $R_L$ : Resistencia Lineal del conductor, en  $\Omega/m$
- $X_L$ : Reactancia Lineal del conductor, en  $\Omega/m$
- $\Delta U$ : Caída de tensión, en V
- $\Delta U\%$ : Caída de tensión relativa, en %.

La resistencia y la reactancia del conductor varían con la temperatura T de funcionamiento de la línea. Para el cálculo de la resistividad en función de la temperatura, se utiliza la expresión:

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

Siendo:

$$T = T_0 + (T_{MAX} - T_0) * \left( \frac{I}{I_{MAX}} \right)^2$$

- $\alpha$ : Coeficiente de Variación de resistencia por Temperatura del conductor en  $^{\circ}C^{-1}$
- $\rho_T$ : Resistividad del Conductor a la Temperatura 0.
- $\rho_{20}$ : Resistividad del conductor a  $20^{\circ}C$
- T: Temperatura Real estimada en el conductor en  $^{\circ}C$
- $T_{MAX}$ : Temperatura Máxima admisible para el conductor según tipo de aislamiento en  $^{\circ}C$
- $T_0$ : Temperatura Ambiente del conductor en  $^{\circ}C$
- I: Intensidad Prevista en el conductor en A
- $I_{MAX}$ : Intensidad Máxima Admisible para el conductor según tipo de Instalación en A

MATERIAL	$\rho_{20}$ ( $\Omega mm^2/m$ )	$\rho_{70}$ ( $\Omega mm^2/m$ )	$\rho_{90}$ ( $\Omega mm^2/m$ )	$\alpha$ ( $^{\circ}C^{-1}$ )
COBRE	0,018	0,021	0,023	0,00392
ALUMINIO	0,029	0,033	0,036	0,00403

Para el cálculo de la Resistencia y la Reactancia, basta con sustituir en las expresiones:

$$R_L = \frac{\rho_T}{S}$$

En ausencia de datos, se puede estimar el valor de la reactancia inductiva como  $0,1\Omega/km$ , o bien como incremento adicional de la resistencia. Así se puede suponer:

SECCION	RACTANCIA INDUCTIVA (X)
$S \leq 120$	0
$S = 150$	$0,15 * R$
$S = 185$	$0,20 * R$
$S = 240$	$0,25 * R$

#### 1.3.4. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Todo proyecto de Red de distribución en baja tensión deberá poseer un apartado con los cálculos oportunos de las corrientes de cortocircuito en los puntos más desfavorables de cada circuito individual. Dichos cálculos se llevarán a cabo mediante las expresiones que aparecen en el Anexo 3 de la Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

$$I_{CC} = \frac{U_N}{\sqrt{3} * Z_{CC}}$$

$$Z_{CC} = \sqrt{(R_{redAT \rightarrow BT} + R_{TRAFO} + R_L)^2 + (X_{redAT \rightarrow BT} + X_{TRAFO} + X_L)^2}$$

Siendo:

- $I_{CC}$ : Intensidad de cortocircuito, en kA.  
 $Z_{CC}$ : Impedancia de cortocircuito, en  $m\Omega$ .  
 $U_N$ : Tensión de línea, en voltios ( $U_N = 400V$ )  
 $R_{redAT-BT}$ : Resistencia eléctrica debida a la red aguas arriba, en  $m\Omega$ .  
 $R_{TRAFO}$ : Resistencia eléctrica debida al transformador de distribución, en  $m\Omega$ .  
 $R_L$ : Resistencia eléctrica debida a la línea, en  $m\Omega$ .  
 $X_{redAT-BT}$ : Reactancia debida a la red aguas arriba, en  $m\Omega$ .  
 $X_{TRAFO}$ : Reactancia debida al transformador de distribución, en  $m\Omega$ .  
 $X_L$ : Reactancia debida a la línea, en  $m\Omega$ .

El REBT nos indica las densidades de corriente de cortocircuito admisibles en los conductores, en función de los tiempos de duración del cortocircuito, tanto para conductores de aluminio como para conductores de cobre:

Para Conductores de Aluminio:

Tipo de Aislamiento	Duración del cortocircuito, en segundos									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
XLPE ( $A/mm^2$ )	294	208	170	132	93	76	66	59	54	

Para Conductores de Cobre:

Tipo de Aislamiento	Duración del cortocircuito, en segundos									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
XLPE ( $A/mm^2$ )	449	318	259	201	142	116	100	90	82	

## 2. NTP ERZ-ENDESA

El capítulo de la Normativa Técnica Particular de ERZ-ENDESA relativo a las líneas subterráneas en Baja Tensión tiene por objeto establecer las características técnicas que deben reunir, en su diseño, construcción y montaje, tanto las líneas principales que van a formar parte de las redes de distribución en la zona de actuación de la compañía como de las instalaciones que vayan a integrarse en las mismas.

La NTP de ERZ-ENDESA entró en vigor con carácter voluntario a partir del 13 de enero de 2010 y con carácter obligatorio el 12 de Abril de 2010 tras su aprobación por orden del Departamento de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno de Aragón.

### 2.1. CALCULO DE LA PREVISION DE CARGAS PARA LSBT

En la NTP de ERZ-ENDESA se define un concepto denominado el **Coeficiente de Simultaneidad de la Red de Baja Tensión**. Dicho coeficiente es el utilizado para realizar las previsiones de carga en la línea de distribución a diseñar.

#### COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD DE LA RED DE BAJA TENSIÓN.

Conocida la previsión de cargas, las nuevas líneas de baja tensión se dimensionarán, como mínimo, aplicando un coeficiente de simultaneidad cuyo valor será el resultante de aplicar el REBT para cada tipo de suministro.

El coeficiente de simultaneidad para la red BT (coef. RBT) es el valor global que se obtiene aplicando los mismos criterios que los fijados para las acometidas (según el REBT, ITC-10), pero considerando que todos los suministros que se alimentan desde una red de BT forman un único suministro, que cada tipo de suministro tiene un coeficiente individual y que la potencia total resultante es la suma aritmética de la de cada suministro individualizado multiplicado por su coeficiente.

La potencia total calculada con el anterior criterio se comparará con la potencia suma aritmética de las potencias solicitadas para cada suministro (viviendas, locales, etc.) obteniendo un valor que es el coeficiente de simultaneidad global para el dimensionamiento de la red BT, no siendo admisible un valor de coeficiente global inferior a 0,6.

Se diferencia por lo tanto entre:

- SUMINISTRO: Cada acometida de edificio, independientemente del tipo de lugar de consumo.
- TIPO DE SUMINISTRO: Dependiendo del lugar de consumo:
  - o Viviendas
  - o Locales
  - o Industrias
  - o Servicios Generales
  - o Garajes

A continuación se incluye la expresión a aplicar para calcular el Coeficiente de simultaneidad de la Red de Baja Tensión:

$$Coef_{RBT} = \frac{P_{VIVIENDAS} + P_{LOCALES} + P_{INDUSTRIAS} + P_{SERV.GEN.} + P_{GARAJES}}{P_{SUM.1} + P_{SUM.2} + \dots + P_{SUM.n}} \geq 0,6$$

Siendo:

- $P_{VIVIENDAS}$ : Potencia debida a las viviendas que alimenta la línea subterránea.
- $P_{LOCALES}$ : Potencia debida a los locales que alimenta la línea subterránea.
- $P_{INDUSTRIAS}$ : Potencia debida a las industrias que alimenta la línea subterránea.



- $P_{SERV.GEN.}$ : Potencia debida a los servicios generales que alimenta la línea subterránea.
- $P_{GARA.JES.}$ : Potencia debida a los garajes que alimenta la línea subterránea.
- $P_{SUM.I.}$ : Potencia individual de cada Suministro o acometida del edificio que alimenta la línea.

A cada tipo de suministro (viviendas, locales, industrias,...) se le aplicará su coeficiente de simultaneidad individual, según la ITC-BT 10 del REBT, que ya se ha recordado en el apartado 1.1. del anexo 1.

## 2.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS LSBT

La Normativa Técnica Particular de ERZ ENDESA indica una serie de características obligatorias a considerar a la hora de diseñar una red de distribución en baja tensión mediante líneas subterráneas.

Durante la fase de diseño del proyecto específico de la red de distribución, el ingeniero debe tener en cuenta los siguientes criterios de diseño, de forma que la instalación final cumpla las especificaciones particulares de la empresa.

Los cables aislados podrán instalarse de cualquiera de las siguientes maneras:

- Directamente Enterrados:
- En canalizaciones Entubadas.

En general los cables se dispondrán enterrados directamente en el terreno. Bajo las aceras, en las zonas de entrada y salida de vehículos en las fincas en las que no se prevea el paso de vehículos de gran tonelaje, se dispondrán dentro de tubos en seco (sin hormigonar). En los accesos a fincas de vehículos de gran tonelaje y en los cruces de calzada se dispondrán dentro de tubos hormigonados. No se permite la instalación de los cables de distribución en baja tensión en galerías, atarjeas, canales revisables o bandejas, salvo acuerdo expreso con la compañía distribuidora.

Respecto a las condiciones a que deben responder los cruzamientos, proximidades y paralelismos de cables subterráneos de baja tensión entre sí y con otros suministros, la Normativa Técnica Particular de ERZ-ENDESA exige el cumplimiento del apartado 2.2 de la ITC-BT-07 del REBT.

El sistema de Tensiones es alterna con neutro puesto a tierra (sistema TT). Las características que debe cumplir el conductor neutro respecto a continuidad y puesta a tierra son:

- *Continuidad del neutro*: Como indica el REBT, el conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que dicha interrupción se realice mediante alguno de los dispositivos siguientes:
  - o Interruptores o seccionadores unipolares que actúen sobre el neutro y las fases al mismo tiempo (corte omnipolar simultáneo), o que conecten el neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
  - o Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas.
- *Puesta a tierra del neutro*: El conductor neutro de las líneas subterráneas de distribución en baja tensión deberá cumplir los requisitos expuestos en el apartado 3.7 de la ITC-BT-06 del REBT. Se deberá conectar a la tierra en el centro de transformación mediante cable aislado de  $50\text{mm}^2$ , RV 0.6/1kV, entubado e independiente de la red. Además, el conductor neutro deberá estar puesto a tierra en otros puntos, y como mínimo una vez cada 200 metros de longitud de línea, en las cajas y armarios de distribución y en todas sus derivaciones, mediante conductor de cobre desnudo de  $50\text{mm}^2$ . Una vez conectadas todas las puestas a tierra, el valor de la resistencia de la puesta a tierra de la red de BT deberá ser inferior a  $37\Omega$ .

Si la red es muy larga se recomiendan puntos de seccionamiento en la misma con tramos no superiores a 250m. En las redes subterráneas de BT las derivaciones saldrán, en general, de cajas de entrada y salida de un cable de baja tensión principal (armarios de distribución o cajas de seccionamiento). Así, en caso de avería de un tramo de cable subterráneo de BT, se facilita la identificación y la separación del tramo averiado.

Las derivaciones de líneas secundarias se efectuarán en cajas de distribución o en cajas de seccionamiento, en la que se ubicarán, si procede, fusibles de protección del calibre apropiado, selectivos con los de cabecera. En ciertos casos y excepcionalmente, se acepta la derivación en T directamente desde la línea subterránea de BT.

Los elementos que pueden formar parte de la red de distribución en baja tensión mediante líneas subterráneas en la zona de ERZ-ENDESA son:

- Cuadro de distribución en Baja Tensión en Centro de Transformación.
- Armario de distribución y de derivación urbana
- Cajas de seccionamiento
- Acometidas
- Cajas de distribución para urbanizaciones
- Conductores, empalmes, derivaciones y terminales.

### 2.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS SEGÚN LA NTP ERZ-ENDESA:

En este apartado se expondrá el método de cálculo que exige ERZ-ENDESA en los proyectos de distribución mediante líneas subterráneas de baja tensión en su zona de influencia.

Para determinar la sección de los conductores de una red de distribución en BT, así como las protecciones adecuadas, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Caída de Tensión máxima admisible
- Máxima intensidad admisible de los conductores
- Momento eléctrico de la línea
- Intensidades de Cortocircuito

#### 2.3.1. CONDUCTORES

Según su Normativa Técnica Particular, los conductores a utilizar en las LSBT en la zona de ERZ ENDESA serán Conductores UNIPOLARES tipo RV o XZ1, de Aluminio, con tensión de aislamiento de 0,6/1kV, aislamiento de polietileno reticulado XLPE y cubierta.

En líneas subterráneas de baja tensión con tendidos largos, ejecutados por terceros y sin previsión de futuras derivaciones, redes o acometidas, también podrán utilizarse conductores trenzados en haz, tipo RVS.

Los conductores podrán ser de sección 50, 95, 150 y 240mm<sup>2</sup>, en cada aplicación se utilizará la sección adecuada, teniendo en cuenta que el conductor de 50mm<sup>2</sup> se utilizará exclusivamente para el neutro y que en las líneas principales se utilizarán conductores de 240 y 150mm<sup>2</sup>.

Características de los conductores:

SECCION DEL CONDUCTOR	INT. MAX. ADMISIBLE 25°C	
	ENTERRADO	BAJO TUBO
50 AL	180	144
95 AL	260	208
150 AL	330	264
240 AL	430	344

La potencia a considerar en cada una de las líneas será la calculada según el método expuesto en el apartado 2.1. relativo a la previsión de cargas según la Normativa Técnica Particular de ERZ ENDESA.

### 2.3.2. CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE:

El cálculo de la sección de los conductores mediante el método de la intensidad máxima admisible, se determina según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.2.

Conociendo la intensidad que va a circular por los conductores se escoge la sección más acorde a éstas necesidades, teniendo en cuenta las secciones admitidas por ERZ ENDESA y los factores de corrección a aplicar. Dichas intensidad deben corregirse aplicando los coeficientes correctores que se correspondan con las características reales de la instalación, y que se han recordado en el apartado 1.3.

ERZ-ENDESA exige realizar el cálculo de las líneas subterráneas de baja tensión aplicando los siguientes coeficientes de corrección:

- *Coefficiente de corrección de temperatura*
- *Coefficiente de Resistividad*
- *Coefficiente por agrupación de cables*
- *Coefficiente por cable entubado:* La NTP de ERZ ENDESA indica que para un cable o circuito formado por cables unipolares o multipolares instalados en el interior de un tubo directamente enterrado, deberá aplicarse un coeficiente de corrección de la intensidad máxima admisible de 0,80. Si la parte de cable entubado corresponde sólo a los cruces de calzadas o de vados de entrada de vehículos en fincas y el resto de cables se encuentra en contacto directo con el terreno, en coeficiente de corrección a tener en cuenta es de 0,85.

### 2.3.3. CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

La caída de tensión entre fases para circuitos trifásicos, en función de la potencia, se determina según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.3.

La caída de tensión máxima admisible en Líneas subterráneas en baja Tensión según la Normativa Técnica Particular de ERZ ENDESA es del 5%.

La Normativa Técnica Particular de ERZ ENDESA nos indica que a efectos de cálculo se adopten los valores correspondientes a 25°C. A continuación se indican los valores de resistencia y reactancia de los conductores para dicha temperatura:

SECCION DEL CONDUCTOR	RESISTENCIA A 25°C (Ω/km)	REACTANCIA A 25°C (Ω/km)
50 AL	0,64	0,09
95 AL	0,32	0,08
150 AL	0,21	0,08
240 AL	0,13	0,08

### 2.3.4. CRITERIO DEL MOMENTO ELÉCTRICO

La Norma Técnica Particular de ERZ-ENDESA exige el cálculo de líneas de distribución subterráneas aplicando el criterio del momento eléctrico.

Se denomina momento eléctrico de una carga trifásica equilibrada P (en kW), situada a una distancia del origen L (en km), al producto  $M=P \cdot L$  y se expresa en kW·km.

El momento eléctrico de una potencia P uniformemente repartida a lo largo de una línea de longitud L, se determina por la expresión:

$$M = \frac{P * L}{2}$$

El momento eléctrico específico de una línea ( $M_1$ ) es el que, por una línea determinada, origina una caída de tensión relativa del 1%:

$$1\% = 100 * \frac{\Delta U}{U}$$

el momento eléctrico  $M_1$ , viene determinado por la expresión:

$$M_1 = \frac{U^2}{10^5 * (R + X * tg \varphi)}$$

La NTP de ERZ ENDESA nos indica lo valores de los momentos eléctricos  $M_1$ , para los conductores aceptados:

Sección del conductor	Valores de $M_1$ (kW/km), a 25°C		
	Cosφ=1	Cosφ=0,9	Cosφ=0,8
50 mm <sup>2</sup>	2,50	2,34	2,08
95 mm <sup>2</sup>	5,00	4,46	4,21
150 mm <sup>2</sup>	7,62	6,42	5,93
240 mm <sup>2</sup>	12,32	9,48	8,42

La caída de tensión relativa de una carga de momento eléctrico  $M$  alimentada por una línea de momento eléctrico  $M_1$ , se determina por la expresión:

$$\Delta U = \frac{M}{M_1}$$

### 2.3.5. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITOS

Los cálculos oportunos de las corrientes de cortocircuito en los puntos más desfavorables de cada circuito individual se determinan según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.4.

### 3. NTP FECSA-ENDESA

---

El capítulo de la Normativa Técnica Particular de FECSA-ENDESA relativo a las líneas subterráneas en Baja Tensión tiene por objeto establecer las características técnicas que deben reunir, en su diseño, construcción y montaje, tanto las líneas principales que van a formar parte de las redes de distribución en la zona de actuación de la compañía como de las instalaciones que vayan a integrarse en las mismas.

La NTP de FECSA-ENDESA entró en vigor en diciembre de 2006 tras publicarse la RESOLUCIÓN ECF/4548/2006, de 29 de diciembre, por la que se aprueba las Normas Técnicas Particulares relativas a las instalaciones de red de baja tensión y a las instalaciones de enlace.

#### 3.1. CALCULO DE LA PREVISION DE CARGAS PARA LSBT

En la NTP de FECSA-ENDESA no se define específicamente un método particular para la determinación de la previsión de cargas en el diseño de Líneas Subterráneas de Baja Tensión.

El cálculo de la previsión de cargas se realiza teniendo en cuenta que la potencia total que debe resistir el cable será como mínimo la suma de las potencias de cada acometida o suministro en particular, realizando los cálculos que se explicaron en el apartado 1.1. del anexo 1 del presente proyecto fin de carrera.

#### 3.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS LSBT

La Normativa Técnica Particular de FECSA ENDESA indica una serie de características obligatorias a considerar a la hora de diseñar una red de distribución en baja tensión mediante líneas subterráneas.

Durante la fase de diseño del proyecto específico de la red de distribución, el ingeniero debe tener en cuenta los siguientes criterios de diseño, de forma que la instalación final cumpla las especificaciones particulares de la empresa.

Los cables aislados podrán instalarse de cualquiera de las siguientes maneras:

- Directamente Enterrados.
- En canalizaciones Entubadas.

En general los cables se dispondrán enterrados directamente en el terreno. Bajo las aceras, en las zonas de entrada y salida de vehículos en las fincas en las que no se prevea el paso de vehículos de gran tonelaje, se dispondrán dentro de tubos en seco (sin hormigonar). En los accesos a fincas de vehículos de gran tonelaje y en los cruces de calzada se dispondrán dentro de tubos hormigonados. No se permite la instalación de los cables de distribución en baja tensión en galerías, atarjeas, canales revisables o bandejas, salvo acuerdo expreso con la compañía distribuidora.

Respecto a las condiciones a que deben responder los cruzamientos, proximidades y paralelismos de cables subterráneos de baja tensión entre sí y con otros suministros, la Normativa Técnica Particular de FECSA-ENDESA exige el cumplimiento del apartado 2.2 de la ITC-BT-07.

El sistema de tensiones es alterna con neutro puesto a tierra (sistema TT). Las características que debe cumplir el conductor neutro respecto a continuidad y puesta a tierra son:

- *Continuidad el neutro:* Como indica el REBT, el conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que dicha interrupción se realice mediante alguno de los dispositivos siguientes:

- Interruptores o seccionadores unipolares que actúen sobre el neutro y las fases al mismo tiempo (corte omnipolar simultáneo), o que conecten el neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
  - Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas.
- *Puesta a tierra del neutro:* El conductor neutro de las líneas subterráneas de distribución en baja tensión deberá cumplir los requisitos expuestos en el apartado 3.7 de la ITC-BT-06 del REBT. Se deberá conectar a la tierra en el centro de transformación mediante cable aislado de 50mm<sup>2</sup>, RV 0.6/1kV, entubado e independiente de la red. Además, el conductor neutro deberá estar puesto a tierra en otros puntos, y como mínimo una vez cada 200 metros de longitud de línea, en las cajas y armarios de distribución y en todas sus derivaciones, mediante conductor de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup>. Una vez conectadas todas las puestas a tierra, el valor de la resistencia de la puesta a tierra de la red de BT deberá ser inferior a 37Ω.

Si la red es muy larga se recomiendan puntos de seccionamiento en la misma con tramos no superiores a 250m. En las redes subterráneas de BT las derivaciones saldrán, en general, de cajas de entrada y salida de un cable de baja tensión principal (armarios de distribución o cajas de seccionamiento). Así, en caso de avería de un tramo de cable subterráneo de BT, se facilita la identificación y la separación del tramo averiado.

Las derivaciones de líneas secundarias se efectuarán en cajas de distribución o en cajas de seccionamiento, en la que se ubicarán, si procede, fusibles de protección del calibre apropiado, selectivos con los de cabecera.

Los elementos que pueden formar parte de la red de distribución en baja tensión mediante líneas subterráneas en la zona de FECSA-ENDESA son:

- Cuadro de distribución en Baja Tensión en Centro de Transformación.
- Armario de distribución y de derivación urbana
- Cajas de seccionamiento
- Acometidas
- Cajas de distribución para urbanizaciones
- Conductores, empalmes, derivaciones y terminales.

### 3.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS SEGÚN LA NTP FECSA-ENDESA

En este apartado se expondrá el método de cálculo que exige FECSA-ENDESA en los proyectos de distribución mediante líneas subterráneas de baja tensión en su zona de influencia.

Para determinar la sección de los conductores de una red de distribución en BT, así como las protecciones adecuadas, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Caída de Tensión máxima admisible
- Máxima intensidad admisible de los conductores
- Momento eléctrico de la línea
- Intensidades de Cortocircuito

#### 3.3.1. CONDUCTORES

Según su Normativa Técnica Particular, los conductores a utilizar en las LSBT en la zona de FECSA ENDESA serán conductores unipolares tipo RV, de Aluminio, con tensión de aislamiento de 0,6/1kV, aislamiento de polietileno reticulado XLPE y cubierta de PVC, y tipo RZ1, de Aluminio, con tensión de aislamiento de 0,6/1kV, aislamiento de polietileno reticulado XLPE y cubierta de Poliolefina.

Los conductores podrán ser de sección 150 y 240mm<sup>2</sup>, se usará el cable de 240mm<sup>2</sup> para el conductor de fase y el cable de 150mm<sup>2</sup> para el conductor neutro.

Características de los conductores:

SECCION DEL CONDUCTOR	INT. MAX. ADMISIBLE 25°C	
	ENTERRADO	BAJO TUBO
150 AL	330	310
240 AL	430	405

La potencia a considerar en cada una de las líneas será la calculada según el método expuesto en el apartado 3.1. relativo a la previsión de cargas según la Normativa Técnica Particular de FECSA ENDESA.

### 3.3.2. CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE:

El cálculo de la sección de los conductores mediante el método de la intensidad máxima admisible, se determina según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.2.

Conociendo la intensidad que va a circular por los conductores se escoge la sección más acorde a éstas necesidades, teniendo en cuenta las secciones admitidas por FECSA-ENDESA y los factores de corrección a aplicar. Dichas intensidades deben corregirse aplicando los coeficientes correctores que se correspondan con las características reales de la instalación, y que se han recordado en el apartado 1.3.

FECSA-ENDESA exige realizar el cálculo de las líneas subterráneas de baja tensión aplicando los siguientes coeficientes de corrección:

- *Coefficiente de corrección de temperatura*
- *Coefficiente de Resistividad*
- *Coefficiente por agrupación de cables*
- *Coefficiente de corrección para diferentes profundidades*
- *Coefficiente por cable entubado:* La NTP de FECSA-ENDESA indica que para un cable o circuito formado por cables unipolares o multipolares instalado en el interior de un tubo directamente enterrado, deberá aplicarse un coeficiente de corrección de la intensidad máxima admisible de 0,80. Si la parte de cable entubado corresponde sólo a los cruces de calzadas o de vados de entrada de vehículos en fincas y el resto de cables se encuentra en contacto directo con el terreno, el coeficiente de corrección a tener en cuenta es de 0,85.

### 3.3.3. CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

La caída de tensión entre fases para circuitos trifásicos, en función de la potencia, se determina según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.3.

La caída de tensión máxima admisible en líneas subterráneas en baja tensión según la Normativa Técnica Particular de FECSA ENDESA es del 7%.

La Normativa Técnica Particular de FECSA ENDESA nos indica que a efectos de cálculo se adopte el valor correspondiente a 25°C. A continuación se indican los valores de resistencia y reactancia de los conductores para dicha temperatura:

SECCION DEL CONDUCTOR	RESISTENCIA A 25°C ( $\Omega$ /km)	REACTANCIA A 25°C ( $\Omega$ /km)
150 AL	0,21	0,08
240 AL	0,13	0,08

### 3.3.4. CRITERIO DEL MOMENTO ELÉCTRICO

La Norma Técnica Particular de FECSA-ENDESA exige el cálculo de líneas de distribución subterráneas aplicando el criterio del momento eléctrico.

Se denomina momento eléctrico de una carga trifásica equilibrada P (en kW), situada a una distancia del origen L (en km), al producto  $M=P \cdot L$  y se expresa en kW·km.

El momento eléctrico de una potencia P uniformemente repartida a lo largo de una línea de longitud L, se determina por la expresión:

$$M = \frac{P \cdot L}{2}$$

El momento eléctrico específico de una línea ( $M_1$ ) es el que, por una línea determinada, origina una caída de tensión relativa del 1%:

$$1\% = 100 \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

el momento eléctrico  $M_1$ , viene determinado por la expresión:

$$M_1 = \frac{U^2}{10^5 \cdot (R + X \cdot \operatorname{tg} \varphi)}$$

La NTP de FECSA ENDESA nos indica los valores de los momentos eléctricos  $M_1$ , para los conductores aceptados:

Sección del conductor	Valores de $M_1$ (kW/km), a 25°C		
	$\operatorname{Cos} \varphi = 1$	$\operatorname{Cos} \varphi = 0,9$	$\operatorname{Cos} \varphi = 0,8$
150 mm <sup>2</sup>	7,59	6,40	5,90
240 mm <sup>2</sup>	12,26	9,45	8,39

La caída de tensión relativa de una carga de momento eléctrico M alimentada por una línea de momento eléctrico  $M_1$ , se determina por la expresión:

$$\Delta U = \frac{M}{M_1}$$

### 3.3.5. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITOS

Los cálculos oportunos de las corrientes de cortocircuito en los puntos más desfavorables de cada circuito individual se determinan según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.4.



## 4. NTP SEVILLANA-ENDESA

---

El capítulo de la Normativa Técnica Particular de SEVILLANA-ENDESA relativo a las líneas subterráneas de baja tensión tiene por objeto establecer las características técnicas que deben reunir, en su diseño, construcción y montaje, tanto las líneas principales que van a formar parte de las redes de distribución en la zona de actuación de la compañía como de las instalaciones que vayan a integrarse en las mismas.

La NTP de SEVILLANA-ENDESA entró en vigor en Mayo de 2005 tras publicarse la RESOLUCIÓN en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, por la que se aprueba las Normas técnicas particulares y condiciones técnicas y de seguridad relativas a las instalaciones de red de baja tensión y a las instalaciones de enlace.

### 4.1. CALCULO DE LA PREVISION DE CARGAS PARA LSBT

En la NTP de SEVILLANA-ENDESA nos indica que para realizar la previsión de cargas de las líneas subterráneas de distribución en baja tensión en las áreas residenciales e industriales debemos basarnos en el método indicado en la Instrucción de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía con fecha 14-10-2004, publicado en el BOJA de 5 de noviembre.

Dicha instrucción nos indica la previsión de cargas a tener en cuenta en las zonas residenciales e industriales así como los coeficientes de simultaneidad a aplicar.

Según nos indica la Instrucción de Industria, la potencia prevista en las líneas de baja tensión, a tener en cuenta para dimensionar la instalación de distribución en baja tensión, será, para cada línea, la obtenida al considerar un coeficiente de simultaneidad de 0,8 sobre la suma de las potencias previstas en las C.G.P. (acometida o suministro) que alimente, siempre que el número de éstas no sea inferior a cuatro. En el caso de que el número de C.G.P. alimentadas por la línea sea inferior a cuatro, el coeficiente a considerar será la unidad.

Se debe diferenciar por tanto entre:

- SUMINISTRO: Cada acometida de edificio, independientemente del tipo de lugar de consumo.
- TIPO DE SUMINISTRO: Dependiendo del lugar de consumo:
  - o Viviendas
  - o Locales
  - o Industrias
  - o Servicios Generales
  - o Garajes

A continuación se incluye la expresión para determinar la previsión de cargas de cada línea o circuito de la red de baja tensión en función del número de cajas generales de protección que alimente:

- Si el número de C.G.P < 4:

$$P_{Tc} = P_{SUM.1} + P_{SUM.2} + \dots + P_{SUM.n}$$

- Si el número de C.G.P  $\geq$  4:

$$P_{Tc} = 0,8 * (P_{SUM.1} + P_{SUM.2} + \dots + P_{SUM.n})$$

Cada suministro se calculará como se indica en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción Técnica Complementaria nº10, dependiendo del tipo de suministro o uso final de la instalación.

Siendo:

- $P_{Tc}$ : Potencia total del circuito o línea subterránea.
- $P_{SUM.i}$ : Potencia individual de cada Suministro o acometida del edificio que alimenta la línea.i

$$P_{SUMi} = P_{VIVIENDAS} + P_{SERV.GEN} + P_{LOCALES} + P_{GARAJES} + P_{INDUSTRIAS}$$

- $P_{VIVIENDAS}$ : Potencia debida a las viviendas.
- $P_{LOCALES}$ : Potencia debida a los locales.
- $P_{INDUSTRIAS}$ : Potencia debida a las industrias.
- $P_{SERV.GEN.}$ : Potencia debida a los servicios generales.
- $P_{GARAJES.}$ : Potencia debida a los garajes.

A cada tipo de suministro (viviendas, locales, industrias,...) se le aplicará su coeficiente de simultaneidad individual, según la ITC-BT 10 del REBT, y que se han recordado en el apartado 1.1. del anexo 1 del presente proyecto final de carrera.

## 4.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS LSBT

La Normativa Técnica Particular de SEVILLANA ENDESA expone una serie de características a tener en cuenta a la hora de diseñar una red de distribución en baja tensión mediante líneas subterráneas.

Durante la fase de diseño del proyecto específico de la red de distribución, el ingeniero debe tener en cuenta los siguientes criterios de diseño, de forma que la instalación final cumpla las especificaciones particulares de la empresa.

Las líneas se enterrarán siempre bajo tubo, a una profundidad mínima de 60 cm, con una resistencia suficiente a las solicitudes a las que se han de someter durante su instalación.

En las nuevas instalaciones se deberá prever siempre al menos un tubo de reserva para el caso de que en el futuro se produzca alguna desviación de la realidad con lo previsto.

No se permite la instalación de los cables de distribución en baja tensión en galerías, atarjeas, canales revisables o bandejas, salvo acuerdo expreso con la compañía distribuidora.

Respecto a las condiciones a que deben responder los cruzamientos, proximidades y paralelismos de cables subterráneos de baja tensión entre sí y con otros suministros, la Normativa Técnica Particular de SEVILLANA-ENDESA exige el cumplimiento del apartado 2.2 de la ITC-BT-07.

Las líneas subterráneas se diseñarán de forma radial ramificada, con sección uniforme. En zonas de alta densidad de carga se pueden formar redes malladas explotadas en forma radial. Dichas líneas se estructurarán a partir del Centro de Transformación de origen.

El sistema de Tensiones es alterna con neutro puesto a tierra (sistema TT). Las características que debe cumplir el conductor neutro respecto a continuidad y puesta a tierra son:

- *Continuidad el neutro*: Como indica el REBT, el conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que dicha interrupción se realice mediante alguno de los dispositivos siguientes:

- Interruptores o seccionadores unipolares que actúen sobre el neutro y las fases al mismo tiempo (corte omnipolar simultáneo), o que conecten el neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
  - Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas.
- *Puesta a tierra del neutro:* El conductor neutro de las líneas subterráneas de distribución en baja tensión deberá cumplir los requisitos expuestos en el apartado 3.7 de la ITC-BT-06 del REBT. Se deberá conectar a la tierra en el centro de transformación mediante cable aislado de 50mm<sup>2</sup>, RV 0.6/1kV, entubado e independiente de la red. Además, el conductor neutro deberá estar puesto a tierra en otros puntos, y como mínimo una vez cada 200 metros de longitud de línea, en las cajas y armarios de distribución y en todas sus derivaciones, mediante conductor de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup>. Una vez conectadas todas las puestas a tierra, el valor de la resistencia de la puesta a tierra de la red de BT deberá ser inferior a 37Ω.

Si la red es muy larga se recomiendan puntos de seccionamiento en la misma con tramos no superiores a 250m. Las acometidas se efectuarán, de manera general, derivando en T la línea subterránea de BT, mediante conectores apropiados.

Los elementos que pueden formar parte de la red de distribución en baja tensión mediante líneas subterráneas en la zona de FECSA-ENDESA son:

- Cuadro de distribución en Baja Tensión en Centro de Transformación.
- Armario de distribución y de derivación urbana
- Cajas de seccionamiento
- Acometidas
- Cajas de distribución para urbanizaciones
- Conductores, empalmes, derivaciones y terminales.

### 4.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS SEGÚN LA NTP SEVILLANA-ENDESA:

En este apartado se expondrá el método de cálculo que exige SEVILLANA-ENDESA en los proyectos de distribución mediante líneas subterráneas de baja tensión en su zona de influencia.

Para determinar la sección de los conductores de una red de distribución en BT, así como las protecciones adecuadas, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Caída de Tensión máxima admisible
- Máxima intensidad admisible de los conductores
- Intensidades de Cortocircuito

#### 4.3.1. CONDUCTORES

Según su Normativa Técnica Particular, los conductores a utilizar en las LSBT en la zona de SEVILLANA ENDESA serán conductores unipolares tipo RV, de Aluminio, con tensión de aislamiento de 0,6/1kV, aislamiento de polietileno reticulado XLPE y cubierta de PVC, y tipo RZ1, de Aluminio, con tensión de aislamiento de 0,6/1kV, aislamiento de polietileno reticulado XLPE y cubierta de Poliolefina.

Los conductores podrán ser de sección 150 y 240mm<sup>2</sup>.

Características de los conductores:

SECCION DEL CONDUCTOR	INT. MAX. ADMISIBLE 25°C	
	ENTERRADO	BAJO TUBO
150 AL	NO PERMITIDO	264
240 AL	NO PERMITIDO	344

La potencia a considerar en cada una de las líneas será la calculada según el método expuesto en el apartado 4.1. relativo a la previsión de cargas según la Normativa Técnica Particular de SEVILLANA ENDESA.

#### **4.3.2. CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE:**

El cálculo de la sección de los conductores mediante el método de la intensidad máxima admisible, se determina según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.2.

Conociendo la intensidad que va a circular por los conductores se escoge la sección más acorde a éstas necesidades, según las secciones admitidas por SEVILLANA ENDESA y los factores de corrección a aplicar. Los factores de corrección se deben tener en cuenta ya que las intensidades máximas admisibles de los conductores que obtenemos de las tablas, están calculadas para unas condiciones específicas.

Dicha intensidad deben corregirse aplicando los coeficientes correctores que se correspondan con las características reales de la instalación.

- *Coeficiente de corrección de temperatura*
- *Coeficiente de Resistividad*
- *Coeficiente por agrupación de cables*
- *Coeficiente de corrección para diferentes profundidades*
- *Coeficiente por cable entubado*

#### **4.3.3. CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE**

La caída de tensión entre fases para circuitos trifásicos, en función de la potencia, se determina según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.3.

La caída de tensión máxima admisible en líneas subterráneas en baja tensión según la Normativa Técnica Particular de SEVILLANA ENDESA es del 5%.

#### **4.3.4. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITOS**

Los cálculos oportunos de las corrientes de cortocircuito en los puntos más desfavorables de cada circuito individual se determinan según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.4.

## 5. NTP IBERDROLA

---

El capítulo de la Normativa Técnica Particular de IBERDROLA relativo a las líneas subterráneas de baja tensión tiene por objeto establecer las características técnicas que deben reunir, en su diseño, construcción y montaje, tanto las líneas principales que van a formar parte de las redes de distribución en la zona de actuación de la compañía, como de las instalaciones que vayan a integrarse en las mismas.

La NTP de IBERDROLA fue aprobada según Resolución en Febrero de 2010 por orden de la Dirección General de Industria, Turismo y Comercio de España.

### 5.1. CALCULO DE LA PREVISION DE CARGAS PARA LSBT

En la NTP de IBERDROLA no se define específicamente un método particular para la determinación de la previsión de cargas en el diseño de líneas subterráneas de baja tensión.

El cálculo de la previsión de cargas se realiza teniendo en cuenta que la potencia total que debe resistir el cable será como mínimo la suma de las potencias de cada acometida o suministro en particular, realizando los cálculos que se explicaron en el apartado 1.1. del anexo 1 del presente proyecto fin de carrera.

### 5.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS LSBT

La Normativa Técnica Particular de IBERDROLA indica una serie de características obligatorias a considerar a la hora de diseñar una red de distribución en baja tensión mediante líneas subterráneas.

Durante la fase de diseño del proyecto específico de la red de distribución, el ingeniero debe tener en cuenta los siguientes criterios de diseño, de forma que la instalación final cumpla las especificaciones particulares de la empresa.

La red de distribución de IBERDROLA S.A. admite la instalación de cables enterrados solamente en zonas no urbanas; ya que en el caso de averías la canalización directamente enterrada supone un obstáculo para la reposición del suministro en el menor tiempo posible.

Respecto a las condiciones a que deben responder los cruzamientos, proximidades y paralelismos de cables subterráneos de baja tensión entre sí y con otros suministros, la Normativa Técnica Particular de IBERDROLA exige el cumplimiento del apartado 2.2 de la ITC-BT-07.

El sistema de Tensiones es alterna con neutro puesto a tierra (sistema TT). Las características que debe cumplir el conductor neutro respecto a continuidad y puesta a tierra son:

- *Continuidad del neutro*: Como indica el REBT, el conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que dicha interrupción se realice mediante alguno de los dispositivos siguientes:
  - o Interruptores o seccionadores unipolares que actúen sobre el neutro y las fases al mismo tiempo (corte omnipolar simultáneo), o que conecten el neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
  - o Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas.
  
- *Puesta a tierra del neutro*: El conductor neutro de las líneas subterráneas de distribución en baja tensión deberá cumplir los requisitos expuestos en el apartado 3.7

de la ITC-BT-06 del REBT. Se deberá conectar a la tierra en el centro de transformación mediante cable aislado de 50mm<sup>2</sup>, RV 0.6/1kV, entubado e independiente de la red. Además, el conductor neutro deberá estar puesto a tierra en otros puntos, y como mínimo una vez cada 500 metros de longitud de línea, en las cajas y armarios de distribución y en todas sus derivaciones, mediante conductor de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup>. Una vez conectadas todas las puestas a tierra, el valor de la resistencia de la puesta a tierra de la red de BT deberá ser inferior a 37Ω.

Las acometidas se efectuarán, de manera general, derivando en T la línea Subterránea de BT, mediante conectores apropiados.

Los elementos que pueden formar parte de la red de distribución en baja tensión mediante líneas subterráneas en la zona de IBERDROLA son:

- Cuadro de distribución en Baja Tensión en Centro de Transformación.
- Armario de distribución y de derivación urbana
- Cajas de seccionamiento
- Acometidas
- Cajas de distribución para urbanizaciones
- Conductores, empalmes, derivaciones y terminales.

### 5.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS SEGÚN LA NTP IBERDROLA:

En este apartado se expondrá el método de cálculo que exige IBERDROLA en los proyectos de distribución mediante líneas subterráneas de baja tensión en su zona de influencia.

Para determinar la sección de los conductores de una red de distribución en BT, así como las protecciones adecuadas, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Caída de Tensión máxima admisible
- Máxima intensidad admisible de los conductores
- Intensidades de Cortocircuito

#### 5.3.1. CONDUCTORES

Según su Normativa Técnica Particular, los conductores a utilizar en las LSBT en la zona de IBERDROLA serán Conductores unipolares tipo RV o XZ1, de Aluminio, con tensión de aislamiento de 0,6/1kV, aislamiento de polietileno reticulado XLPE y cubierta.

Los conductores podrán ser de sección 50, 95, 150 y 240mm<sup>2</sup>, en cada aplicación se utilizará la sección adecuada, teniendo en cuenta que el conductor de 50 se utilizará exclusivamente para el neutro y que en las líneas principales se utilizarán conductores de 240 y 150mm<sup>2</sup>.

Características de los conductores:

Resistencia Térmica del terreno: 1,5Km/W

Profundidad de soterramiento: 0.7m

SECCION DEL CONDUCTOR	INT. MAX. ADMISIBLE 25°C	
	ENTERRADO	BAJO TUBO
50 AL	135	115
95 AL	200	175
150 AL	260	230
240 AL	340	305

La potencia a considerar en cada una de las líneas será la calculada según el método expuesto en el apartado 5.1. relativo a la previsión de cargas según la Normativa Técnica Particular de IBERDROLA.

### 5.3.2. CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE:

El cálculo de la sección de los conductores mediante el método de la intensidad máxima admisible, se determina según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.2.

Conociendo la intensidad que va a circular por los conductores se escoge la sección más acorde a éstas necesidades, teniendo en cuenta las secciones admitidas por IBERDROLA y los factores de corrección a aplicar. Dichas intensidad deben corregirse aplicando los coeficientes correctores (recordados en el apartado 1.3.2. del anexo 1) que se correspondan con las características reales de la instalación:

- *Coeficiente de corrección de temperatura*
- *Coeficiente de Resistividad*
- *Coeficiente por cables enterrados en zanja a diferentes profundidades*
- *Coeficiente por agrupación de cables*
- *Coeficiente por cable entubado*

### 5.3.3. CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

La caída de tensión entre fases para circuitos trifásicos, en función de la potencia, se determina según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.3.

La caída de tensión máxima admisible en líneas subterráneas de baja tensión según la Normativa Técnica Particular de IBERDROLA es del 5%.

La Normativa Técnica Particular de IBERDROLA indica los valores de resistencia y reactancia de los conductores para una temperatura de 20°C:

SECCION DEL CONDUCTOR	RESISTENCIA A 20°C (Ω/km)	REACTANCIA A 20°C (Ω/km)
50 AL	0,641	0,080
95 AL	0,320	0,076
150 AL	0,206	0,075
240 AL	0,125	0,070

### 5.3.4. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITOS

Los cálculos oportunos de las corrientes de cortocircuito en los puntos más desfavorables de cada circuito individual se determinan según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.4.

## 6. NTP UNIÓN FENOSA

---

El capítulo de la Normativa Técnica Particular de UNIÓN FENOSA relativo a las líneas subterráneas en baja tensión tiene por objeto establecer las características técnicas que deben reunir, en su diseño, construcción y montaje, tanto las líneas principales que van a formar parte de las redes de distribución en la zona de actuación de la compañía como de las instalaciones que vayan a integrarse en las mismas.

### 6.1. CALCULO DE LA PREVISION DE CARGAS PARA LSBT

En la NTP de UNIÓN FENOSA no se define específicamente un método particular para la determinación de la previsión de cargas en el diseño de Líneas Subterráneas de Baja Tensión.

El cálculo de la previsión de cargas se realiza teniendo en cuenta que la potencia total que debe resistir el cable será como mínimo la suma de las potencias de cada acometida o suministro en particular, realizando los cálculos que se explicaron en el apartado 1.1. del anexo 1 del presente proyecto fin de carrera.

### 6.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS LSBT

La Normativa Técnica Particular de UNIÓN FENOSA indica una serie de características obligatorias a considerar a la hora de diseñar una red de distribución en baja tensión mediante líneas subterráneas.

Durante la fase de diseño del proyecto específico de la red de distribución, el ingeniero debe tener en cuenta los siguientes criterios de diseño, de forma que la instalación final cumpla las especificaciones particulares de la empresa.

Los cables aislados podrán instalarse de cualquiera de las siguientes maneras:

- En canalizaciones Entubadas.
- Directamente enterrados en zanja.
- Cables al aire, alojados en galerías visitables: No se permite este tipo de instalación de los cables de distribución en baja tensión salvo acuerdo expreso con la compañía distribuidora. En estos casos se utilizará cable no propagador de incendios XZ1(AS) 0.6/1kV.

Respecto a las condiciones a que deben responder los cruzamientos, proximidades y paralelismos de cables subterráneos de baja tensión entre sí y con otros suministros, la Normativa Técnica Particular de UNIÓN FENOSA exige el cumplimiento del apartado 2.2 de la ITC-BT-07.

El sistema de tensiones es alterna con neutro puesto a tierra (sistema TT). Las características que debe cumplir el conductor neutro respecto a continuidad y puesta a tierra son:

- *Continuidad del neutro:* Como indica el REBT, el conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que dicha interrupción se realice mediante alguno de los dispositivos siguientes:
  - o Interruptores o seccionadores unipolares que actúen sobre el neutro y las fases al mismo tiempo (corte omnipolar simultáneo), o que conecten el neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
  - o Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas.



- *Puesta a tierra del neutro:* La sección del conductor neutro será la misma que la de los conductores de fase. El conductor neutro de las líneas subterráneas de distribución en baja tensión deberá cumplir los requisitos expuestos en el apartado 3.7 de la ITC-BT-06 del REBT. Se deberá conectar a la tierra en el centro de transformación mediante cable aislado de 50mm<sup>2</sup>, RV 0.6/1kV, entubado e independiente de la red. Además, el conductor neutro deberá estar puesto a tierra en otros puntos, y como mínimo una vez cada 200 metros de longitud de línea, en las cajas y armarios de distribución y en todas sus derivaciones, mediante conductor de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup>. Una vez conectadas todas las puestas a tierra, el valor de la resistencia de la puesta a tierra de la red de BT deberá ser inferior a 37Ω.

Los elementos que pueden formar parte de la red de distribución en baja tensión mediante líneas subterráneas en la zona de UNIÓN FENOSA son:

- o Cuadro de distribución en Baja Tensión en Centro de Transformación.
- o Armario de distribución y de derivación urbana
- o Cajas de seccionamiento
- o Acometidas
- o Cajas de distribución para urbanizaciones
- o Conductores, empalmes, derivaciones y terminales.

### 6.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS SEGÚN LA NTP UNIÓN FENOSA:

En este apartado se expondrá el método de cálculo que exige UNIÓN FENOSA en los proyectos de distribución mediante líneas subterráneas de baja tensión en su zona de influencia.

Para determinar la sección de los conductores de una red de distribución en BT, así como las protecciones adecuadas, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- o Caída de Tensión máxima admisible
- o Máxima intensidad admisible de los conductores
- o Criterio de la Pérdida de Potencia
- o Intensidades de Cortocircuito

#### 6.3.1. CONDUCTORES

Según su Normativa Técnica Particular, los conductores a utilizar en las LSBT en la zona de UNIÓN FENOSA serán Conductores unipolares tipo RV o XZ1, de Aluminio, con tensión de aislamiento de 0,6/1kV, aislamiento de polietileno reticulado XLPE y cubierta.

Los conductores podrán ser de sección 50, 95, 150 y 240mm<sup>2</sup>, en cada aplicación se utilizará la sección adecuada, teniendo en cuenta que en las líneas principales se utilizarán conductores de 240 y 150mm<sup>2</sup>.

Características de los conductores:

SECCION DEL CONDUCTOR	INT. MAX. ADMISIBLE 25°C	
	ENTERRADO	BAJO TUBO
50 AL	180	144
95 AL	260	208
150 AL	330	264
240 AL	430	344

La potencia a considerar en cada una de las líneas será la calculada según el método expuesto en el apartado 6.1. relativo a la previsión de cargas según la Normativa Técnica Particular de UNIÓN FENOSA.

**6.3.2. CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE:**

El cálculo de la sección de los conductores mediante el método de la Intensidad Máxima Admisible, se determina según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.2.

Conociendo la intensidad que va a circular por los conductores se escoge la sección más acorde a éstas necesidades, teniendo en cuenta las secciones admitidas por UNIÓN FENOSA y los factores de corrección a aplicar. Dichas intensidades deben corregirse aplicando los coeficientes correctores que se correspondan con las características reales de la instalación, y que ya se han recordado en el apartado 1.3.2. UNIÓN FENOSA exige realizar el cálculo de las líneas subterráneas de baja tensión aplicando los siguientes coeficientes de corrección:

- *Coeficiente de corrección de temperatura*
- *Coeficiente de Resistividad*
- *Coeficiente de Profundidad de instalación en zanja*
- *Coeficiente por agrupación de cables*
- *Coeficiente por cable entubado:* La NTP de UNIÓN FENOSA indica mediante la tabla que se ha citado en el apartado 6.3.1. del presente proyecto final de carrera la intensidad máxima admisible de los conductores instalados mediante canalización bajo tubo.

**6.3.3. CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE**

La caída de tensión entre fases para circuitos trifásicos, en función de la potencia, se determina según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.3.

La caída de tensión máxima admisible en líneas subterráneas de baja tensión según la Normativa Técnica Particular de UNIÓN FENOSA es del 5%.

La Normativa Técnica Particular de UNIÓN FENOSA nos indica que a efectos de cálculo se adopte el valor correspondiente a 90°C. A continuación se indican los valores de resistencia y reactancia de los conductores para dicha temperatura:

SECCION DEL CONDUCTOR	RESISTENCIA A 90°C (Ω/km)	REACTANCIA A 90°C (Ω/km)
50 AL	0,821	0,107
95 AL	0,410	0,100
150 AL	0,264	0,098
240 AL	0,160	0,094

**6.3.4. CRITERIO DE LA PÉRDIDA DE POTENCIA**

La Norma Técnica Particular de UNIÓN FENOSA exige el cálculo de líneas de distribución subterráneas aplicando el criterio de la pérdida de potencia.

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

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

Siendo:

- $\Delta P$ : Pérdida de potencia en vatios
- R: Resistencia del conductor en Ω/m
- L: Longitud de la línea en km.
- I: Intensidad de la línea en amperios

La pérdida de potencia en tanto por ciento será:

$$\Delta P\% = \frac{10^5 PLR}{U^2 \cos^2 \varphi}$$

### **6.3.5. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITOS**

Los cálculos oportunos de las corrientes de cortocircuito en los puntos más desfavorables de cada circuito individual se determinan según el procedimiento mostrado en el apartado 1.3.4.



## **ANEXO 2: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS ACOMETIDAS Y LAS INSTALACIONES DE ENLACE SEGÚN EL REBT**

---

A lo largo de este apartado se expondrán los mínimos exigibles por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en el proyecto y ejecución de Instalaciones de Enlace Y Acometidas, de acuerdo con las ITC-BT-12 a ITC-BT-16.

Las empresas distribuidoras de electricidad en Baja Tensión estipulan sus condiciones técnicas aplicables atendiendo a estos mínimos exigibles.

El cálculo de las previsiones de carga, necesario para el dimensionado de las Acometidas y de los elementos que componen las Instalaciones de Enlace se realizará siguiendo las indicaciones de la ITC-BT-10. Dicho cálculo puede recordarse en el apartado 1.1. del anexo 1 del presente proyecto final de carrera.

### **INDICE DEL ANEXO 2:**

	Pág.
1. Acometidas_____	219
2. Cajas Generales de Protección_____	220
3. Línea General de Alimentación_____	222
4. Derivaciones Individuales_____	224
5. Contadores_____	225
6. Dispositivos de mando y Protección_____	229



## 1. ACOMETIDAS

---

Las Acometidas son las líneas que alimentan la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente.

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, las acometidas podrán ser:

- i) Aéreas:
  - a. Posada sobre fachada
  - b. Tensada sobre postes
  
- ii) Subterráneas:
  - a. Con entrada y salida
  - b. En derivación
  
- iii) Mixtas o aero-subterráneas

Las características exigibles a los cables y su método de instalación y de cálculo cumplirán con las prescripciones establecidas en la ITC-BT-06 y la ITC-BT-07 para redes aéreas o subterráneas de distribución de energía eléctrica. Para el caso de acometidas subterráneas puede consultarse el apartado 1 del Anexo 1 del presente proyecto final de carrera, dónde se exponen las principales características y cálculos exigidos según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión para líneas subterráneas.

## 2. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

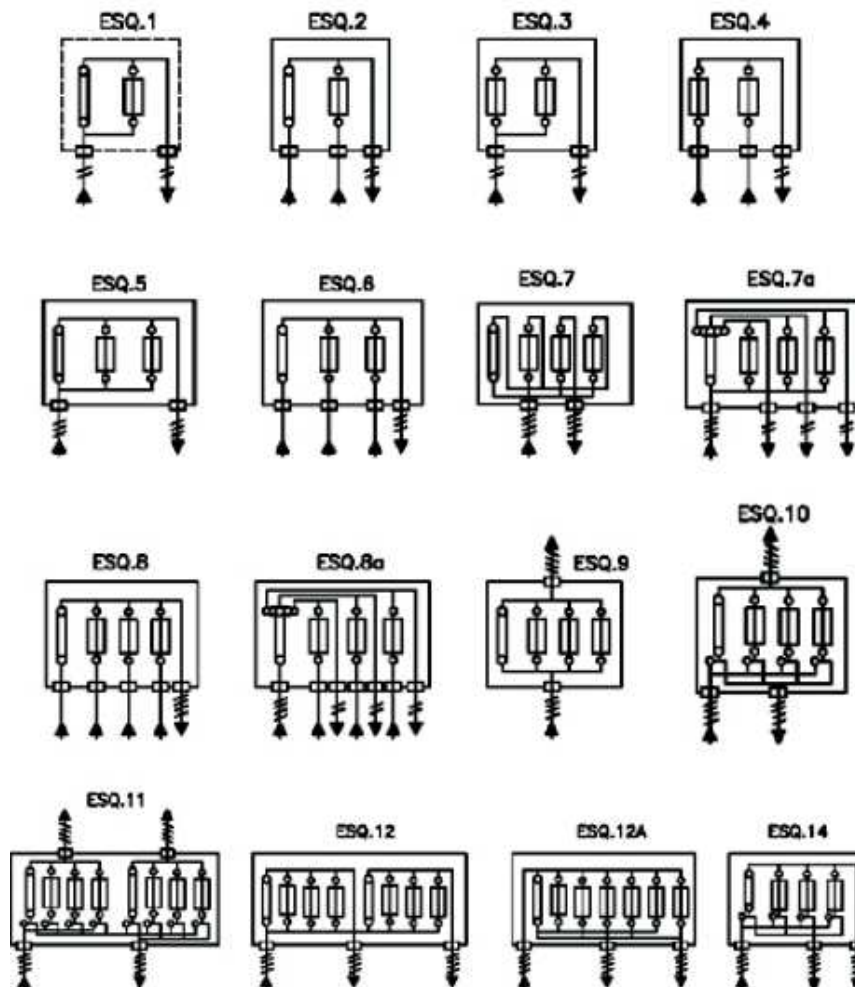
Las Cajas Generales de Protección alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación.

Las Cajas Generales de Protección se instalarán preferiblemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso, excepto cuando la fachada no linde con la vía pública, en cuyo caso ésta se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

La instalación de las Cajas Generales de Protección depende del tipo de acometida de la red:

- i) Para acometidas aéreas: La CGP se instalará a una altura sobre el suelo comprendida entre 3 y 4m. Cuando se trate de una zona en la que esté previsto el paso de la red aérea a red subterránea, la CGP se situará como si se tratase de una acometida subterránea
- ii) Para acometidas Subterráneas: La CGP se instalará siempre en un nicho que se cerrará con una puerta preferiblemente metálica, con grado de protección IK 10, revestida exteriormente de acuerdo con el entorno y con candado normalizado. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30cm del suelo. Las CGP's podrán tener previstas la entrada y salida de la línea de distribución.

El esquema de la caja general de protección a utilizar estará en función de las necesidades del suministro solicitado, del tipo de red de alimentación y lo determinará la empresa distribuidora.





Para el caso de suministro para un único usuario o dos usuarios alimentados desde el mismo lugar, podrá simplificarse la instalación utilizando una caja de protección y medida. Este elemento contiene en una única caja, la protección de la derivación individual (ya que en este caso no existe línea general de alimentación) y el equipo de medida. Respecto a la instalación de la caja de protección y medida se aplicará lo indicado anteriormente para las Cajas Generales de Protección, teniendo en cuenta que los equipos de medida deberán estar instalados a una altura comprendida entre 0.7m y 1.8m. Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora.

### 3. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

La Línea General de Alimentación enlaza la caja General de Protección con los elementos para la ubicación de contadores.

Las líneas generales de alimentación estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso el conductor de protección.

Para el caso de canalizaciones bajo tubo, su diámetro en función de la sección del cable será el siguiente:

Secciones (mm <sup>2</sup> )		Diámetro exterior de los tubos (mm)
FASE	NEUTRO	
10 (Cu)	10	75
16 (Cu)	10	75
16 (Al)	16	75
25	16	110
35	16	110
50	25	125
70	35	140
95	50	140
120	70	160
150	70	160
185	95	180
240	120	200

Cuando la Línea General de Alimentación discorra verticalmente lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común. La línea General de Alimentación no podrá ir adosada o empotrada a la escalera o zona de uso común cuando estos recintos sean protegidos. Este conducto será registrable y precintable en cada planta y se establecerán cortafuegos cada tres plantas como mínimo.

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su nivel de aislamiento 0.6/1kV. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los elementos de conducción de cables serán "no propagadores de la llama". La sección mínima será de 10mm<sup>2</sup> en cobre o de 16mm<sup>2</sup> en aluminio.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta:

- i) Máxima caída de tensión permitida. La caída de tensión máxima admisible será:
  - a. 0,5%: Para líneas generales de alimentación destinadas a contadores totalmente centralizados
  - b. 1%: Para líneas generales de alimentación destinadas a centralizaciones parciales de contadores.

- ii) Intensidad Máxima admisible: La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la UNE 20.460-5-523 (tabla 1 de la ITC-BT-19) con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje, de acuerdo con la previsión de potencias establecido en la ITC-BT-10.

## 4. DERIVACIONES INDIVIDUALES

---

La Derivación Individual es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario.

Las Derivaciones Individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso el conductor de protección.

Para el caso de canalizaciones bajo tubo, el diámetro mínimo será de 32mm. Se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones. En locales donde no esté definida su partición, se instalará como mínimo un tubo por cada 50 m<sup>2</sup> de superficie.

Cuando las derivaciones individuales discurren verticalmente se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego RF 120. En estos casos y para evitar caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrán como mínimo cada tres plantas, de elementos cortafuegos y tapas de registro precintables.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750V. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión 0,6/1kV. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los elementos de conducción de los cables serán "no propagadores de la llama"

La sección mínima será de 6mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección y de 1,5mm<sup>2</sup> para el hilo de mando, que será de color rojo.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta:

- i) Máxima caída de tensión permitida. La caída de tensión máxima admisible será:
  - a. 0,5%: Para el caso de contadores concentrados en más de un lugar.
  - b. 1%: Para el caso de contadores totalmente concentrados.
  - c. 1,5%: Para el caso de derivaciones individuales en suministro para un único usuario en que no existe línea general de alimentación.
- ii) Intensidad Máxima admisible: La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la UNE 20.460-5-523 (tabla 1 de la ITC-BT-19) con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje, de acuerdo con la previsión de potencias establecido en la ITC-BT-10.

## 5. CONTADORES

---

Los contadores son los dispositivos destinados a la medida de la energía eléctrica. Podrán estar ubicados en:

- i) Módulos (cajas con tapas precintables)
- ii) Paneles
- iii) Armarios

El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos serán:

- i) Para instalaciones de tipo interior: IP40; IK09
- ii) Para instalaciones de tipo exterior: IP43; IK09

Cuando se utilicen módulos o armarios, éstos deberán disponer de ventilación interna para evitar condensaciones, sin que disminuya su grado de protección.

Los cables utilizados en la centralización de contadores serán de 6mm<sup>2</sup> de sección, salvo cuando se incumplan las prescripciones reglamentarias en lo que afecta a previsión de cargas y caídas de tensión, en cuyo caso la sección será mayor.

Los cables serán de una tensión asignada de 450/750V, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Respecto a la forma de colocación permitida por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, se pueden diferenciar tres tipos:

- i) **COLOCACIÓN DE FORMA INDIVIDUAL:** Se utilizará únicamente cuando se trate de un suministro a un único usuario independiente o a dos usuarios alimentados desde un mismo lugar.

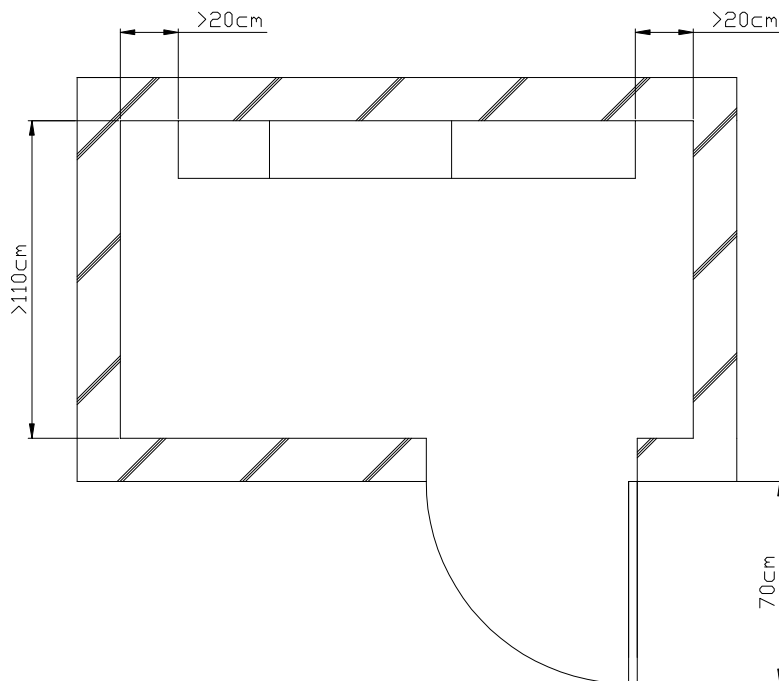
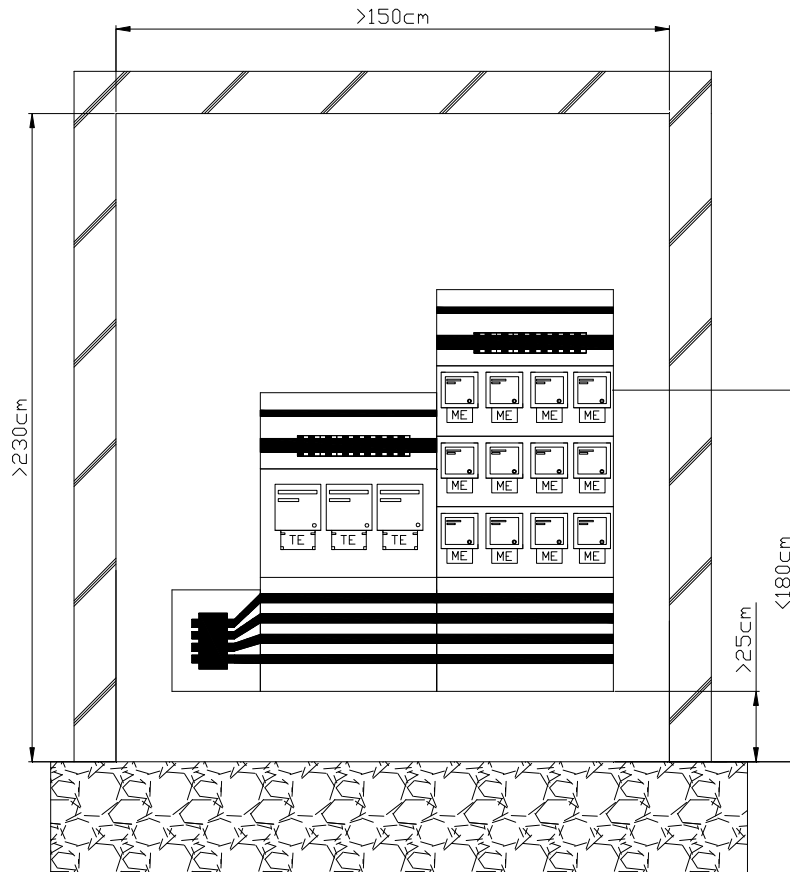
Se hará uso de la Caja de Protección y Medida, que reúne bajo una misma envolvente, los fusibles generales de protección, el contador y el dispositivo para discriminación horaria. En el caso de utilizarse equipo de medida indirecta en industrias o locales, se adoptará la solución que indique la compañía distribuidora de electricidad.

- ii) **COLOCACIÓN DE FORMA CONCENTRADA:** En el caso de edificios con más de dos suministros, los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica de cada uno de los usuarios y de los servicios generales del edificio, podrán concentrarse en uno o varios lugares, en:

a. **LOCAL** para la centralización de contadores: Los locales para la centralización de contadores deberán reunir las siguientes características:

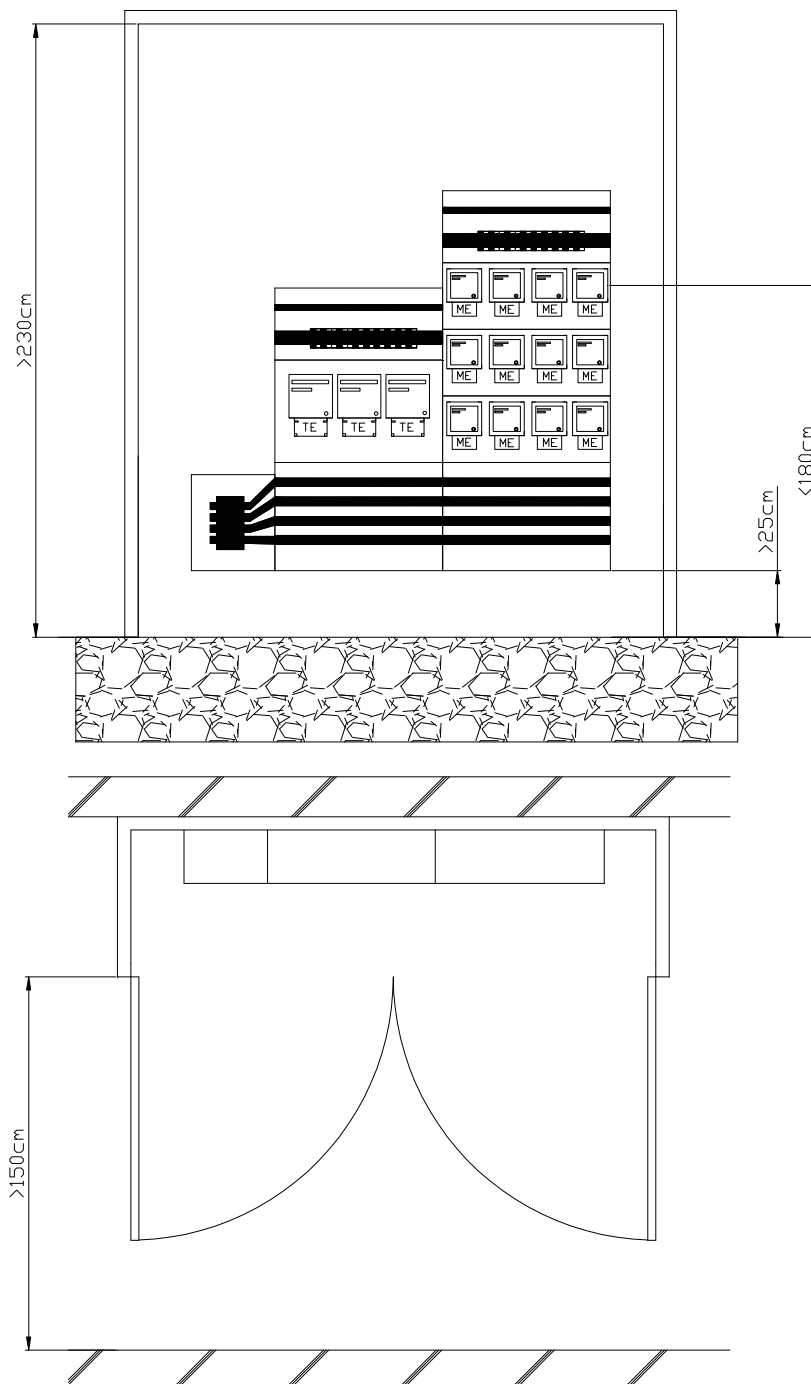
- Estará dedicado única y exclusivamente a la centralización de contadores, aunque podrá albergar por necesidades de la Compañía Eléctrica, un equipo de comunicación y adquisición de datos, así como el cuadro general de mando y protección de los servicios comunes del edificio, siempre que las dimensiones reglamentarias lo permitan.
- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano, salvo cuando existan concentraciones por plantas.
- Será de fácil y libre acceso.
- No podrá coincidir con otros servicios (gas, agua, telecomunicaciones,...)
- No servirá nunca de paso ni de acceso a otros locales.
- Dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente.
- Cuando la cota del suelo sea inferior o igual a la de los pasillos o locales colindantes, deberá instalarse sumideros de desagüe.

- Sobre la entrada deberá instalarse un equipo de emergencia autónomo con autonomía no inferior a 1 hora y que proporcione un mínimo de iluminación de 5lux.
- En el interior del local y lo más próximo a la entrada deberá existir un extintor móvil, de eficacia mínima de 21B.
- Esquema con dimensiones mínimas:



b. **ARMARIO** para la centralización de contadores: Si el número de contadores es igual o inferior a 16, además de poderse instalar en un local, la centralización podrá ubicarse en un armario. Los armarios para la centralización de contadores deberán reunir las siguientes características:

- Estará dedicado única y exclusivamente a la centralización de contadores
- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano, salvo cuando existan concentraciones por plantas.
- No tendrá bastidores intermedios
- Dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente.
- En sus inmediaciones deberá existir un extintor móvil, de eficacia mínima de 21B.
- Esquema de dimensiones mínimas:



Unidades que forman las concentraciones de contadores:

- i) Unidad funcional de Interruptor General de Maniobra.
  - a. 160A: Para previsiones de carga de hasta 90 kW.
  - b. 250A: Para previsiones de carga de hasta 150 kW.
- ii) Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad.
- iii) Unidad funcional de medida.
- iv) Unidad funcional de mando (opcional).
- v) Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida.
- vi) Unidad funcional de telecomunicaciones (opcional)



## 6. DISPOSITIVOS DE MANDO Y PROTECCIÓN

---

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda de usuario. Éstos serán, como mínimo:

- i) Un interruptor General Automático de corte omnipolar independiente del interruptor de control de potencia, con un poder de corte superior o igual a 4.500A.
- ii) Un interruptor diferencial general, para la protección de contactos indirectos, o bien, protección diferencial independiente por cada circuito o grupo de circuitos.
- iii) Dispositivos de corte omnipolar para cada uno de los circuitos interiores.
- iv) Dispositivos de protección contra sobretensiones, en caso de ser necesarios.



## **ANEXO 3: CÁLCULOS**

---

En el presente anexo se recogen los cálculos realizados de las líneas de distribución en baja tensión, las acometidas y las instalaciones de enlace siguiendo las distintas Normativas Técnicas Particulares de las empresas distribuidoras.

### **INDICE DEL ANEXO 3:**

	Pág.
1. Cálculo de la distribución de potencias por edificio _____	233
2. Cálculo de las líneas subterráneas aplicando la NPT de Erz-Endesa _____	235
3. Cálculo de las líneas subterráneas aplicando la NPT de Fecsa-Endesa _____	237
4. Cálculo de las líneas subterráneas aplicando la NPT de Sevillana-Endesa _____	239
5. Cálculo de las líneas subterráneas aplicando la NPT de Iberdrola _____	241
6. Cálculo de las líneas subterráneas aplicando la NPT de Unión Fenosa _____	243
7. Cálculo de la distribución de potencias del edificio 1 _____	245
8. Cálculo de acometida e inst. de enlace aplicando la NPT de Erz-Endesa _____	246
9. Cálculo de acometida e inst. de enlace aplicando la NPT de Fecsa-Endesa _____	247
10. Cálculo de acometida e inst. de enlace aplicando la NPT de Sevillana-Endesa _____	248
11. Cálculo de acometida e inst. de enlace aplicando la NPT de Iberdrola _____	249
12. Cálculo de acometida e inst. de enlace aplicando la NPT de Unión Fenosa _____	250



## 1. CÁLCULO DISTRIBUCIÓN DE POTENCIAS POR EDIFICIO

EDIFICIO 1

	Nº	M2	P. UNIT	COEF	PT
VIVIENDAS					68425
- ELECT. BASICA	15		5750	11,9	68425
- ELECT. ELEVADA	0		9200	0	0
SERV. GEN.	1		15515		18500
- ASCENSOR	1		4500		4500
- GRUPO DE PRESION	1		4000		4000
- ALUMBRADO	1	200	15		3000
- EMERGENCIAS	1		500		500
- SALA DE CALDERAS	1		5000		5000
- RITI-RITS	1		1500		1500
GARAJE	1	700	20		14000
LOCALES	1	80	100		8000

108925

174,69 A

EDIFICIO 2

	Nº	M2	P. UNIT	COEF	PT
VIVIENDAS					68425
- ELECT. BASICA	15		5750	11,9	68425
- ELECT. ELEVADA	0		9200	0	0
SERV. GEN.	1		15515		18500
- ASCENSOR	1		4500		4500
- GRUPO DE PRESION	1		4000		4000
- ALUMBRADO	1	200	15		3000
- EMERGENCIAS	1		500		500
- SALA DE CALDERAS	1		5000		5000
- RITI-RITS	1		1500		1500
GARAJE	1	700	20		14000
LOCALES	1	80	100		8000

108925

174,69 A

EDIFICIO 3

	Nº	M2	P. UNIT	COEF	PT
VIVIENDAS					78200
- ELECT. BASICA			5750		
- ELECT. ELEVADA	10		9200	8,5	78200
SERV. GEN.	1		13515		15750
- ASCENSOR	1		4500		4500
- GRUPO DE PRESION	1		2500		2500
- ALUMBRADO	1	150	15		2250
- EMERGENCIAS	1		500		500
- SALA DE CALDERAS	1		4500		4500
- RITI-RITS	1		1500		1500
GARAJE	1	600	20		12000
LOCALES	0	0	100		0

105950

169,92 A

EDIFICIO 4

	Nº	M2	P. UNIT	COEF	PT
VIVIENDAS					78200
- ELECT. BASICA			5750		
- ELECT. ELEVADA	10		9200	8,5	78200
SERV. GEN.	1		13515		15750
- ASCENSOR	1		4500		4500
- GRUPO DE PRESION	1		2500		2500
- ALUMBRADO	1	150	15		2250
- EMERGENCIAS	1		500		500
- SALA DE CALDERAS	1		4500		4500
- RITI-RITS	1		1500		1500
GARAJE	1	600	20		12000
LOCALES	0	0	100		0

105950

169,92 A

EDIFICIO 5

	Nº	M2	P. UNIT	COEF	PT
VIVIENDAS					103960
- ELECT. BASICA			5750		
- ELECT. ELEVADA	14		9200	11,3	103960
SERV. GEN.	1		15015		18000
- ASCENSOR	1		4500		4500
- GRUPO DE PRESION	1		3500		3500
- ALUMBRADO	1	200	15		3000
- EMERGENCIAS	1		500		500
- SALA DE CALDERAS	1		5000		5000
- RITI-RITS	1		1500		1500
GARAJE	1	650	20		13000
LOCALES	0	0	100		0

134960

216,44 A

## EDIFICIO 6

	Nº	M2	P. UNIT	COEF	PT
VIVIENDAS					159160
- ELECT. BASICA			5750		
- ELECT. ELEVADA	25		9200	17.3	159160
SERV. GEN.	1		17265		27750
- ASCENSOR	2		4500		9000
- GRUPO DE PRESION	1		4500		4500
- ALUMBRADO	1	400	15		6000
- EMERGENCIAS	1		750		750
- SALA DE CALDERAS	1		6000		6000
- RITI-RITS	1		1500		1500
GARAJE	1	1100	20		22000
LOCALES	1	80	100		8000
					216910

347,87 A

## EDIFICIO 7

	Nº	M2	P. UNIT	COEF	PT
VIVIENDAS					78200
- ELECT. BASICA			5750		
- ELECT. ELEVADA	10		9200	8.5	78200
SERV. GEN.	1		14515		16750
- ASCENSOR	1		4500		4500
- GRUPO DE PRESION	1		3500		3500
- ALUMBRADO	1	150	15		2250
- EMERGENCIAS	1		500		500
- SALA DE CALDERAS	1		4500		4500
- RITI-RITS	1		1500		1500
GARAJE	1	600	20		12000
LOCALES	0	100	100		0
					106950

171,52 A

## EDIFICIO 8

	Nº	M2	P. UNIT	COEF	PT
VIVIENDAS					109480
- ELECT. BASICA			5750		
- ELECT. ELEVADA	15		9200	11.9	109480
SERV. GEN.	1		15515		18500
- ASCENSOR	1		4500		4500
- GRUPO DE PRESION	1		4000		4000
- ALUMBRADO	1	200	15		3000
- EMERGENCIAS	1		500		500
- SALA DE CALDERAS	1		5000		5000
- RITI-RITS	1		1500		1500
GARAJE	1	700	20		14000
LOCALES	1	80	100		8000
					149980

240,53 A

## CONJUNTO 12 UNIFAMILIARES

	Nº	M2	P. UNIT	COEF	PT
VIVIENDAS					91080
- ELECT. BASICA			5750		
- ELECT. ELEVADA	12		9200	9.9	91080
SERV. GEN.	0		0		0
GARAJE	0		20		0
LOCALES	0	0	100		0
					91080

146,07 A

## CONJUNTO 11 UNIFAMILIARES

	Nº	M2	P. UNIT	COEF	PT
VIVIENDAS					84640
- ELECT. BASICA			5750		
- ELECT. ELEVADA	12		9200	9.2	84640
SERV. GEN.	0		0		0
GARAJE	0		20		0
LOCALES	0	0	100		0
					84640

135,74 A

## CONJUNTO 19 UNIFAMILIARES

	Nº	M2	P. UNIT	COEF	PT
VIVIENDAS					131560
- ELECT. BASICA			5750		
- ELECT. ELEVADA	19		9200	14.3	131560
SERV. GEN.	0		0		0
GARAJE	0		20		0
LOCALES	0	0	100		0
					131560

210,99 A

## 2. CÁLCULO DE LSBT SEGÚN NTP DE ERZ-ENDESA

### CIRCUITO 1 (EDIFICIO 1 + EDIFICIO 2) - 30 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
VIVIENDAS	19,8	5750	113850	
SERV. COMUNES			37000	
GARAJES			28000	
LOCALES			16000	
		POT. CIRCUITO	194850	312,490833 A

POTENCIA SUMA ARITMETICA	217850	349,3771004 A
--------------------------	--------	---------------

COEF. RBT	0,8944228	>0,6
-----------	-----------	------

### CIRCUITO 2 (EDIFICIO 3 + EDIFICIO 4) - 20 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
VIVIENDAS	14,8	9200	136160	
SERV. COMUNES			34250	
GARAJES			24000	
LOCALES			0	
		POT. CIRCUITO	194410	311,785183 A

POTENCIA SUMA ARITMETICA	211900	339,8347834 A
--------------------------	--------	---------------

COEF. RBT	0,9174611	>0,6
-----------	-----------	------

### CIRCUITO 3 (EDIFICIO 5 + 12 UNIFAMILIARES) - 26 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
VIVIENDAS	17,8	9200	163760	
SERV. COMUNES			18000	
GARAJES			13000	
LOCALES			0	
		POT. CIRCUITO	194760	312,346496 A

POTENCIA SUMA ARITMETICA	226040	362,511819 A
--------------------------	--------	--------------

COEF. RBT	0,8616174	>0,6
-----------	-----------	------

### CIRCUITO 4 (EDIFICIO 6) - 25 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
VIVIENDAS	17,3	9200	159160	
SERV. COMUNES			27750	
GARAJES			22000	
LOCALES			8000	
		POT. CIRCUITO	216910	347,869575 A

POTENCIA SUMA ARITMETICA	216910	347,8695747 A
--------------------------	--------	---------------

COEF. RBT	1	>0,6
-----------	---	------

### CIRCUITO 5 (EDIFICIO 8 + 11 UNIFAMILIARES) - 26 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
VIVIENDAS	17,8	9200	163760	
SERV. COMUNES			18500	
GARAJES			14000	
LOCALES			8000	
		POT. CIRCUITO	204260	327,582128 A

POTENCIA SUMA ARITMETICA	234620	376,2720004 A
--------------------------	--------	---------------

COEF. RBT	0,8705993	>0,6
-----------	-----------	------

### CIRCUITO 6 (EDIFICIO 7 + 19 UNIFAMILIARES) - 19 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
VIVIENDAS	19,3	9200	177560	
SERV. COMUNES			16750	
GARAJES			12000	
LOCALES			0	
		POT. CIRCUITO	206310	330,869817 A

POTENCIA SUMA ARITMETICA	238510	382,5105908 A
--------------------------	--------	---------------

COEF. RBT	0,8649952	>0,6
-----------	-----------	------

CIRCUITO	LONGITUD (m)	POTENCIA (W)	TENSION (V)	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD (A)	FACTOR T <sup>3</sup> TERRENO	FACTOR RESIST. TERRENO	FACTOR AGRUP. CABLES	FACTOR PROF. ZANJA	FACTOR INST. BAJO TUBO	SECCION	MATERIAL DEL CONDUCTOR	NT. MAX. ADMISIBLE TABLAS (A)	NT. MAX. ADMISIBLE MODIFICADA (A)	RESISTENCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	REACTANCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	IMPEDANCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	CAIDA TENSION ADMISIBLE (%)	CAIDA TENSION EN CONDUCTOR (%)	DESIGNACIÓN DE LA LÍNEA
CIRCUITO 1	60	194850	400	0.9	312.5	1	1	1	1	0.85	240	AL	430	365.5	1.30E-04	8.00E-05	1.69E-04	5	1.233	3x1x240 + 1x150 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 2	65	194410	400	0.9	311.8	1	1	0.88	1	0.85	240	AL	430	321.64	1.30E-04	8.00E-05	1.69E-04	5	1.333	3x1x240 + 1x150 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 3	170	194760	400	0.9	312.3	1	1	0.88	1	0.85	240	AL	430	321.64	1.30E-04	8.00E-05	1.69E-04	5	3.492	3x1x240 + 1x150 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 4	160	216910	400	0.9	347.9	1	1	0.88	1	1	240	AL	430	378.4	1.30E-04	8.00E-05	1.69E-04	5	3.66	3x1x240 + 1x150 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 5	95	204260	400	0.9	327.6	1	1	1	1	0.85	240	AL	430	365.5	1.30E-04	8.00E-05	1.69E-04	5	2.047	3x1x240 + 1x150 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 6	125	206310	400	0.9	330.9	1	1	0.88	1	1	240	AL	430	378.4	1.30E-04	8.00E-05	1.69E-04	5	2.72	3x1x240 + 1x150 RV 0.6/1KV AI



### 3. CÁLCULO DE LSBT SEGÚN NTP DE FECSA-ENDESA

**CIRCUITO 1 (EDIFICIO 1 + EDIFICIO 2) - 30 VIVIENDAS**

	COEF.	POT. UNIT.	POTENCIA
EDIFICIO 1	1		108925
EDIFICIO 2	1		108925
		POT. CIRCUITO	217850

349,3771 A

**CIRCUITO 2 (EDIFICIO 3) - 10 VIVIENDAS**

	COEF.	POT. UNIT.	POTENCIA
EDIFICIO 3	1		105950
		POT. CIRCUITO	105950

169,917392 A

**CIRCUITO 3 (EDIFICIO 4) - 10 VIVIENDAS**

	COEF.	POT. UNIT.	POTENCIA
EDIFICIO 4	1		105950
		POT. CIRCUITO	105950

169,917392 A

**CIRCUITO 4 (12 UNIFAMILIARES) - 12 VIVIENDAS**

	COEF.	POT. UNIT.	POTENCIA
12 UNIF	9,9	9200	91080
		POT. CIRCUITO	91080

146,069618 A

**CIRCUITO 5 (EDIFICIO 5) - 14 VIVIENDAS**

	COEF.	POT. UNIT.	POTENCIA
EDIFICIO 5	1		134960
		POT. CIRCUITO	134960

216,442201 A

**CIRCUITO 6 (EDIFICIO 6) - 25 VIVIENDAS**

	COEF.	POT. UNIT.	POTENCIA
EDIFICIO 6	1		216910
		POT. CIRCUITO	216910

347,869575 A

**CIRCUITO 7 (EDIFICIO 7) - 10 VIVIENDAS**

	COEF.	POT. UNIT.	POTENCIA
EDIFICIO 7			106950
19 UNIFAMILIARES	14,3	9200	131560
		POT. CIRCUITO	238510

382,510591 A

**CIRCUITO 8 (11 UNIFAMILIARES) - 11 VIVIENDAS**

	COEF.	POT. UNIT.	POTENCIA
11 UNIFAMILIARES	9,2	9200	84640
		POT. CIRCUITO	84640

135,741463 A

**CIRCUITO 9 (EDIFICIO N°8) - 15 VIVIENDAS**

	COEF.	POT. UNIT.	POTENCIA
EDIFICIO 8	1		149980
		POT. CIRCUITO	149980

240,530537 A

CIRCUITO	LONGITUD (m)	POTENCIA (W)	TENSION (V)	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD (A)	FACTOR T <sup>a</sup> TERRENO	FACTOR RESIST. TERRENO	FACTOR AGRUP. CABLES	FACTOR PROF. ZANJA	FACTOR INST. BAJO TUBO	SECCION	MATERIAL DEL CONDUCTOR	INT. MAX. ADMISIBLE TABLAS (A)	INT. MAX. ADMISIBLE MODIFICADA (A)	RESISTENCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	REACTANCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	IMPEDANCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	CAIDA TENSION ADMISIBLE (%)	CAIDA TENSION EN CONDUCTOR (%)	DESIGNACIÓN DE CONDUCTOR
CIRCUITO 1	60	217850	400	0.9	349.4	1	1	1	1	0.85	240	AL	430	365.5	1E-04	8.00E-05	2E-04	7	1.379	3x1x240 + 1x120 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 2	35	105950	400	0.9	169.9	1	1	0.74	1	0.85	240	AL	430	270.47	1E-04	8.00E-05	2E-04	7	0.391	3x1x240 + 1x120 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 3	60	105950	400	0.9	169.9	1	1	0.74	1	0.85	240	AL	430	270.47	1E-04	8.00E-05	2E-04	7	0.67	3x1x240 + 1x120 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 4	150	91080	400	0.9	146.1	1	1	0.74	1	0.85	240	AL	430	270.47	1E-04	8.00E-05	2E-04	7	1.441	3x1x240 + 1x120 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 5	170	134960	400	0.9	216.4	1	1	0.74	1	0.85	240	AL	430	270.47	1E-04	8.00E-05	2E-04	7	2.42	3x1x240 + 1x120 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 6	160	216910	400	0.9	347.9	1	1	0.89	1	1	240	AL	430	382.7	1E-04	8.00E-05	2E-04	7	3.66	3x1x240 + 1x120 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 7	130	238510	400	0.9	382.5	1	1	0.89	1	1	240	AL	430	382.7	1E-04	8.00E-05	2E-04	7	3.27	3x1x240 + 1x120 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 8	100	84640	400	0.9	135.7	1	1	0.88	1	1	240	AL	430	378.4	1E-04	8.00E-05	2E-04	7	0.893	3x1x240 + 1x120 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 9	95	149980	400	0.9	240.5	1	1	0.88	1	0.85	240	AL	430	321.64	1E-04	8.00E-05	2E-04	7	1.503	3x1x240 + 1x120 RV 0.6/1KV AI

## 4. CÁLCULO DE LSBT SEGÚN NTP DE SEVILLANA-ENDESA

### CIRCUITO 1 (EDIFICIO 1) - 15 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 1			108925	
COEF 1 SEGÚN BOJA < 4 CGP'S		POT. CIRCUITO	108925	174,68855 A

### CIRCUITO 2 (EDIFICIO 2) - 15 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 2			108925	
COEF 1 SEGÚN BOJA < 4 CGP'S		POT. CIRCUITO	108925	174,68855 A

### CIRCUITO 3 (EDIFICIO 3) - 10 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 3			105950	
COEF 1 SEGÚN BOJA < 4 CGP'S		POT. CIRCUITO	105950	169,917392 A

### CIRCUITO 4 (EDIFICIO 4) - 10 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 4			105950	
COEF 1 SEGÚN BOJA < 4 CGP'S		POT. CIRCUITO	105950	169,917392 A

### CIRCUITO 5 (12 UNIFAMILIARES) - 12 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
12 UNIFAMILIARES	12	9200	110400	
COEF 0,8 SEGÚN BOJA > 4 CGP'S		POT. CIRCUITO	88320	141,643266 A

### CIRCUITO 6 (EDIFICIO 5) - 14 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 5			134960	
COEF 1 SEGÚN BOJA < 4 CGP'S		POT. CIRCUITO	134960	216,442201 A

### CIRCUITO 7 (EDIFICIO 7 +19 UNIFAMILIARES) - 29 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
19 UNIFAMILIARES	19	9200	174800	
COEF 0,8 SEGÚN BOJA > 4 CGP'S		POT. CIRCUITO	139840	224,268505 A

### CIRCUITO 8 (EDIFICIO 6) - 25 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 7			106950	
COEF 1 SEGÚN BOJA < 4 CGP'S		POT. CIRCUITO	106950	171,521142 A

### CIRCUITO 9 (EDIFICIO 6) - 25 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 6			216910	
COEF 1 SEGÚN BOJA < 4 CGP'S		POT. CIRCUITO	216910	347,869575 A

CIRCUITO	LONGITUD (m)	POTENCIA (W)	TENSION (V)	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD (A)	FACTOR T <sup>3</sup> TERRENO	FACTOR RESIST. TERRENO	FACTOR AGRUP. CABLES	FACTOR PROF. ZANJA	FACTOR INST. BAJO TUBO	SECCION	MATERIAL DEL CONDUCTOR	NIT. MAX. ADMISIBLE TABLAS (A)	NIT. MAX. ADMISIBLE MODIFICADA (A)	T <sup>3</sup> CONDUCTOR (°C)	RESISTIVIDAD DEL CONDUCTOR (Ωmm <sup>2</sup> /m)	RESISTENCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	REACTANCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	IMPEDANCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	CAIDA TENSION ADMISIBLE (%)	CAIDA TENSION EN CONDUCTOR (%)	DESIGNACIÓN DE CONDUCTOR
CIRCUITO 1	60	108925	400	0,9	174,7	1	1	0,88	1	0,8	150	AL	330	232,32	43,21	0,0317	2E-04	5,29E-05	2,37E-04	5	0,968	3x1x150 + 1x95 RV 0,6/1KV AI
CIRCUITO 2	40	108925	400	0,9	174,7	1	1	0,88	1	0,8	150	AL	330	232,32	43,21	0,0317	2E-04	5,29E-05	2,37E-04	5	0,645	3x1x150 + 1x95 RV 0,6/1KV AI
CIRCUITO 3	25	105950	400	0,9	169,9	1	1	0,74	1	0,8	150	AL	330	195,36	42,23	0,0316	2E-04	5,27E-05	2,36E-04	5	0,391	3x1x150 + 1x95 RV 0,6/1KV AI
CIRCUITO 4	65	105950	400	0,9	169,9	1	1	0,74	1	0,8	150	AL	330	195,36	42,23	0,0316	2E-04	5,27E-05	2,36E-04	5	1,016	3x1x150 + 1x95 RV 0,6/1KV AI
CIRCUITO 5	150	88320	400	0,9	141,6	1	1	0,74	1	0,8	150	AL	330	195,36	36,98	0,0310	2E-04	5,16E-05	2,32E-04	5	1,917	3x1x150 + 1x95 RV 0,6/1KV AI
CIRCUITO 6	170	134960	400	0,9	216,4	1	1	0,74	1	0,8	240	AL	430	254,56	41,47	0,0315	1E-04	3,28E-05	1,47E-04	5	2,111	3x1x240 + 1x150 RV 0,6/1KV AI
CIRCUITO 7	110	139840	400	0,9	224,3	1	1	0,79	1	0,8	240	AL	430	271,76	42,68	0,0317	1E-04	3,30E-05	1,48E-04	5	1,421	3x1x240 + 1x150 RV 0,6/1KV AI
CIRCUITO 8	120	106950	400	0,9	171,5	1	1	0,79	1	0,8	150	AL	330	208,56	42,56	0,0316	2E-04	5,27E-05	2,36E-04	5	1,897	3x1x150 + 1x95 RV 0,6/1KV AI
CIRCUITO 9	150	216910	400	0,9	347,9	1	1	0,79	1	0,8	300	AL	660	417,12	43,06	0,0317	1E-04	2,64E-05	1,18E-04	5	2,409	2 x(3x1x150 + 1x95 RV 0,6/1KV AI)
CIRCUITO 10	90	200944	400	0,9	322,3	1	1	1	1	0,8	240	AL	430	344	61,51	0,0339	1E-04	3,53E-05	1,58E-04	5	1,787	3x1x240 + 1x150 RV 0,6/1KV AI

## 5. CÁLCULO DE LSBT SEGÚN NTP DE IBERDROLA

### CIRCUITO 1 (EDIFICIO 1) - 15 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 1			108925	174,68855 A
		POT. CIRCUITO	108925	

### CIRCUITO 2 (EDIFICIO 2) - 15 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 2			108925	174,68855 A
		POT. CIRCUITO	108925	

### CIRCUITO 3 (EDIFICIO 3) - 10 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 3			105950	169,917392 A
		POT. CIRCUITO	105950	

### CIRCUITO 4 (EDIFICIO 4) - 10 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 4			105950	169,917392 A
		POT. CIRCUITO	105950	

### CIRCUITO 5 (EDIFICIO 5) - 14 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 5			134960	216,442201 A
		POT. CIRCUITO	134960	

### CIRCUITO 6 (EDIFICIO 6) - 25 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 6			216910	347,869575 A
		POT. CIRCUITO	216910	

### CIRCUITO 7 (EDIFICIO 7) - 5 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 7			106950	171,521142 A
		POT. CIRCUITO	106950	

### CIRCUITO 8 (EDIFICIO 8) - 15 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
EDIFICIO 8			149980	240,530537 A
		POT. CIRCUITO	149980	

### CIRCUITO 9 (CONJUNTO 12 UNIFAMILIARES) - 12 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
CONJUNTO 12 UNIFAMILIARES	12	9200	110400	177,054083 A
		POT. CIRCUITO	110400	

### CIRCUITO 10 (CONJUNTO 11 UNIFAMILIARES) - 11 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
CONJUNTO 11 UNIFAMILIARES	11	9200	101200	162,299576 A
		POT. CIRCUITO	101200	

### CIRCUITO 11 (CONJUNTO 19 UNIFAMILIARES) - 19 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA	
CONJUNTO 19 UNIFAMILIARES	19	9200	174800	280,335631 A
		POT. CIRCUITO	174800	

CIRCUITO	LONGITUD (m)	POTENCIA (W)	TENSION (V)	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD (A)	FACTOR T <sup>3</sup> TERRENO	FACTOR RESIST. TERRENO	FACTOR AGRUP CABLES	FACTOR PROF. ZANJA	FACTOR INST. BAJO TUBO	SECCION	MATERIAL DEL CONDUCTOR	INT. MAX. ADMISIBLE TABLAS (A)	INT. MAX. ADMISIBLE MODIFICADA (A)	RESISTENCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	REACTANCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	IMPEDANCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	CAIDA TENSION ADMISIBLE (%)	CAIDA TENSION EN CONDUCTOR (%)	DESIGNACIÓN DE CONDUCTOR
CIRCUITO 1	60	108925	400	0.9	174.7	1	1	0.9	1	1	150	AL	230	207	2.06E-04	7.50E-05	2.42E-04	5	0.99	3x1x150 + 1x95 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 2	35	108925	400	0.9	174.7	1	1	0.9	1	1	150	AL	230	207	2.06E-04	7.50E-05	2.42E-04	5	0.577	3x1x150 + 1x95 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 3	20	105950	400	0.9	169.9	1	1	0.77	1	1	150	AL	230	177.1	2.06E-04	7.50E-05	2.42E-04	5	0.321	3x1x150 + 1x95 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 4	55	105950	400	0.9	169.9	1	1	0.77	1	1	150	AL	230	177.1	2.06E-04	7.50E-05	2.42E-04	5	0.883	3x1x150 + 1x95 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 5	175	134960	400	0.9	216.4	1	1	0.77	1	1	240	AL	305	234.85	1.25E-04	7.00E-05	1.59E-04	5	2.346	3x1x240 + 1x150 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 6	160	216910	400	0.9	347.9	1	1	0.82	1	1	480	AL	610	500.2	6.25E-05	3.50E-05	7.95E-05	5	1.723	2x(3x1x240 + 1x150 RV 0.6/1KV AI)
CIRCUITO 7	130	106950	400	0.9	171.5	1	1	0.82	1	1	150	AL	230	188.6	2.06E-04	7.50E-05	2.42E-04	5	2.106	3x1x150 + 1x95 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 8	95	149980	400	0.9	240.5	1	1	0.9	1	1	240	AL	305	274.5	1.25E-04	7.00E-05	1.59E-04	5	1.415	3x1x240 + 1x150 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 9	150	110400	400	0.9	177.1	1	1	0.82	1	1	150	AL	230	188.6	2.06E-04	7.50E-05	2.42E-04	5	2.508	3x1x150 + 1x95 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 10	100	101200	400	0.9	162.3	1	1	0.9	1	1	150	AL	230	207	2.06E-04	7.50E-05	2.42E-04	5	1.533	3x1x150 + 1x95 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 11	110	174800	400	0.9	280.3	1	1	0.82	1	1	300	AL	460	377.2	1.03E-04	3.75E-05	1.21E-04	5	1.456	2x(3x1x150 + 1x95 RV 0.6/1KV AI)

## 6. CÁLCULO DE LSBT SEGÚN NTP DE UNIÓN FENOSA

### CIRCUITO 1 (EDIFICIO 1 + EDIFICIO 2) - 30 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA
EDIFICIO 1			108925
EDIFICIO 2			108925
		POT. CIRCUITO	217850

349,3771 A

### CIRCUITO 2 (EDIFICIO 3 + EDIFICIO 4) - 20 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA
EDIFICIO 3			105950
EDIFICIO 4			105950
		POT. CIRCUITO	211900

339,834783 A

### CIRCUITO 3 (12 UNIFAMILIARES + EDIFICIO 5) - 26 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA
12 UNIF	12	9200	110400
EDIFICIO 5			134960
		POT. CIRCUITO	245360

393,496283 A

### CIRCUITO 4 (EDIFICIO 6) - 25 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA
EDIFICIO 6			216910
		POT. CIRCUITO	216910

347,869575 A

### CIRCUITO 5 (EDIFICIO 7) - 10 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA
EDIFICIO 7			106950
		POT. CIRCUITO	106950

171,521142 A

### CIRCUITO 6 (19 UNIFAMILIARES) - 19 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA
19 UNIFAMILIARES	19	9200	174800
		POT. CIRCUITO	174800

280,335631 A

### CIRCUITO 7 (11 UNIFAMILIARES + EDIFICIO 8) - 26 VIVIENDAS

	COEF.	POT. UNITARIA	POTENCIA
11 UNIFAMILIARES	11	9200	101200
EDIFICIO 8			149980
		POT. CIRCUITO	251180

402,830113 A

CIRCUITO	LONGITUD (m)	POTENCIA (W)	TENSION (V)	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD (A)	FACTOR T <sup>2</sup> TERRENO	FACTOR RESIST. TERRENO	FACTOR AGRUP. CABLES	FACTOR PROF. ZANJA	FACTOR INST. BAJO TUBO	SECCION	MATERIAL DEL CONDUCTOR	INT. MAX. ADMISIBLE TABLAS (A)	INT. MAX. ADMISIBLE MODIFICADA (A)	RESISTENCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	REACTANCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	IMPEDANCIA LONG. ESPECÍFICA (Ω/m)	CAIDA TENSION ADMISIBLE (%)	CAIDA TENSION EN CONDUCTOR (%)	DESIGNACIÓN DE CONDUCTOR
CIRCUITO 1	60	217850	400	0.9	349.4	1	1	1	1	1	240	AL	430	430	1.60E-04	9.40E-05	2.06E-04	5	1.68	3x1x240 + 1x240 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 2	65	211900	400	0.9	339.8	1	1	0.88	1	1	240	AL	430	378.4	1.60E-04	9.40E-05	2.06E-04	5	1.77	3x1x240 + 1x240 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 3	160	245360	400	0.9	393.5	1	1	0.88	1	1	300	AL	660	580.8	1.32E-04	4.90E-05	1.56E-04	5	3.82	2x(3x1x150 + 1x150 RV 0.6/1KV AI)
CIRCUITO 4	160	216910	400	0.9	347.9	1	1	0.79	1	1	300	AL	660	521.4	1.32E-04	4.90E-05	1.56E-04	5	3.38	2x(3x1x150 + 1x150 RV 0.6/1KV AI)
CIRCUITO 5	130	106950	400	0.9	171.5	1	1	0.79	1	1	150	AL	330	260.7	2.64E-04	9.80E-05	3.11E-04	5	2.71	3x1x150 + 1x150 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 6	110	174800	400	0.9	280.3	1	1	0.79	1	1	240	AL	430	339.7	1.60E-04	9.40E-05	2.06E-04	5	2.47	3x1x240 + 1x240 RV 0.6/1KV AI
CIRCUITO 7	110	251180	400	0.9	402.8	1	1	1	1	1	240	AL	430	430	1.60E-04	9.80E-05	2.07E-04	5	3.58	3x1x240 + 1x240 RV 0.6/1KV AI



## 7. DISTRIBUCIÓN DE POTENCIAS DEL EDIFICIO 1

	Nº	M2	P. UNIT	COEF	POTENCIA (W)
VIVIENDAS					68425
- ELECT. BASICA	15		5750	11,9	68425
- ELECT. ELEVADA	0		9200	0	0
SERV. GEN.	1		15515		18500
- ASCENSOR	1		4500		4500
- GRUPO DE PRESION	1		4000		4000
- ALUMBRADO	1	200	15		3000
- EMERGENCIAS	1		500		500
- SALA DE CALDERAS	1		5000		5000
- RITI-RITS	1		1500		1500
GARAJE	1	700	20		14000
LOCALES	1	80	100		8000

108925

174,69 A

## 8. ACOMETIDA E IE'S DEL EDIF. 1 SEGÚN ERZ-ENDESA

	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)	INTENSIDAD (A)	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	INT. MÁX. AD. (A)	CAIDA TENSIÓN (V)	% CAIDA TENSIÓN	PROTECCIÓN (A)
ACOMETIDA	108925	400	174.69	1.5	95	260	0.15	0.04	200
L.G.A.	108925	400	174.69	10	95	207	0.60	0.15	200
PRIMERO A	5750	230	25	10	10	50	1.04	0.45	25
PRIMERO B	5750	230	25	10	10	50	1.04	0.45	25
PRIMERO C	5750	230	25	10	10	50	1.04	0.45	25
PRIMERO D	5750	230	25	15	10	50	1.56	0.68	25
PRIMERO E	5750	230	25	15	10	50	1.56	0.68	25
SEGUNDO A	5750	230	25	20	10	50	2.08	0.91	25
SEGUNDO B	5750	230	25	20	10	50	2.08	0.91	25
SEGUNDO C	5750	230	25	20	10	50	2.08	0.91	25
SEGUNDO D	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
SEGUNDO E	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
TERCERO A	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
TERCERO B	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
TERCERO C	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
TERCERO D	5750	230	25	30	16	66	1.95	0.85	25
TERCERO E	5750	230	25	30	16	66	1.95	0.85	25
SERV. GEN.	18500	400	26.68	10	10	44	0.96	0.24	32
GARAJE	14000	400	20.19	20	10	44	1.46	0.36	32
LOCAL 1	8000	230	34.78	12	10	50	1.74	0.76	40

## 9. ACOMETIDA E IE'S DEL EDIF. 1 SEGÚN FECSA-ENDESA

	POTENCIA (W)	TENSION (V)	INTENSIDAD (A)	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	INT. MAX. AD. (A)	CAIDA TENSION (V)	% CAIDA TENSION	PROTECCION (A)
ACOMETIDA	108925	400	174.69	1.5	95	260	0.15	0.04	200
L.G.A.	108925	400	174.69	10	95	202	0.60	0.15	200
PRIMERO A	5750	230	25	10	10	50	1.04	0.45	25
PRIMERO B	5750	230	25	10	10	50	1.04	0.45	25
PRIMERO C	5750	230	25	10	10	50	1.04	0.45	25
PRIMERO D	5750	230	25	15	10	50	1.56	0.68	25
PRIMERO E	5750	230	25	15	10	50	1.56	0.68	25
SEGUNDO A	5750	230	25	20	10	50	2.08	0.91	25
SEGUNDO B	5750	230	25	20	10	50	2.08	0.91	25
SEGUNDO C	5750	230	25	20	10	50	2.08	0.91	25
SEGUNDO D	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
SEGUNDO E	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
TERCERO A	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
TERCERO B	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
TERCERO C	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
TERCERO D	5750	230	25	30	16	66	1.95	0.85	25
TERCERO E	5750	230	25	30	16	66	1.95	0.85	25
SERV. GEN.	18500	400	27	10	10	44	0.96	0.24	32
GARAJE	14000	400	20	20	10	44	1.46	0.36	32
LOCAL 1	8000	230	34.78	12	10	50	1.74	0.76	40

## 10. ACOMET. E IE'S DEL EDIF. 1 SEGÚN SEVILLANA-ENDESA

	POTENCIA (W)	TENSION (V)	INTENSIDAD (A)	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	INT. MAX. AD. (A)	CAIDA TENSION (V)	% CAIDA TENSION	PROTECCION (A)
ACOMETIDA	108925	400	174.69	3	95	260	0.31	0.08	200
L.G.A.	108925	400	174.69	10	95	207	0.60	0.15	200
PRIMERO A	5750	230	25	10	10	50	1.04	0.45	25
PRIMERO B	5750	230	25	10	10	50	1.04	0.45	25
PRIMERO C	5750	230	25	10	10	50	1.04	0.45	25
PRIMERO D	5750	230	25	15	10	50	1.56	0.68	25
PRIMERO E	5750	230	25	15	10	50	1.56	0.68	25
SEGUNDO A	5750	230	25	20	10	50	2.08	0.91	25
SEGUNDO B	5750	230	25	20	10	50	2.08	0.91	25
SEGUNDO C	5750	230	25	20	10	50	2.08	0.91	25
SEGUNDO D	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
SEGUNDO E	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
TERCERO A	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
TERCERO B	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
TERCERO C	5750	230	25	25	16	66	1.63	0.71	25
TERCERO D	5750	230	25	30	16	66	1.95	0.85	25
TERCERO E	5750	230	25	30	16	66	1.95	0.85	25
SERV. GEN.	18500	400	26.68	10	10	44	0.96	0.24	32
GARAJE	14000	400	20.19	20	10	44	1.46	0.36	32
LOCAL 1	8000	230	34.78	12	10	50	1.74	0.76	40

## 11. ACOMETIDA E IE'S DEL EDIF. 1 SEGÚN IBERDROLA

	POTENCIA (W)	TENSION (V)	INTENSIDAD (A)	LONGITUD (m)	SECCION (mm2)	INT. MAX. AD. (A)	CAIDA TENSION (V)	% CAIDA TENSION	PROTECCION (A)
ACOMETIDA	108925	400	174,69	3	95	260	0,31	0,08	200
L.G.A.	108925	400	174,69	10	95	207	0,60	0,15	200
PRIMERO A	5750	230	25	10	6	36	1,74	0,75	25
PRIMERO B	5750	230	25	10	6	36	1,74	0,75	25
PRIMERO C	5750	230	25	10	6	36	1,74	0,75	25
PRIMERO D	5750	230	25	15	10	50	1,56	0,68	25
PRIMERO E	5750	230	25	15	10	50	1,56	0,68	25
SEGUNDO A	5750	230	25	20	10	50	2,08	0,91	25
SEGUNDO B	5750	230	25	20	10	50	2,08	0,91	25
SEGUNDO C	5750	230	25	20	10	50	2,08	0,91	25
SEGUNDO D	5750	230	25	25	16	66	1,63	0,71	25
SEGUNDO E	5750	230	25	25	16	66	1,63	0,71	25
TERCERO A	5750	230	25	25	16	66	1,63	0,71	25
TERCERO B	5750	230	25	25	16	66	1,63	0,71	25
TERCERO C	5750	230	25	25	16	66	1,63	0,71	25
TERCERO D	5750	230	25	30	16	66	1,95	0,85	25
TERCERO E	5750	230	25	30	16	66	1,95	0,85	25
SERV. GEN.	18500	400	26,68	10	6	32	1,61	0,40	32
GARAJE	14000	400	20,19	20	6	32	2,43	0,61	32
LOCAL 1	8000	230	34,78	12	10	50	1,74	0,76	40

## 12. ACOMETIDA E IE'S DEL EDIF. 1 SEGÚN UNIÓN FENOSA

POTENCIA (W)	TENSION (V)	INTENSIDAD (A)	LONGITUD (m)	SECCION (mm <sup>2</sup> )	INT. MAX. AD. (A)	CAIDA TENSION (V)	% CAIDA TENSION	PROTECCION (A)
108925	400	174,69	3	95	260	0,31	0,08	200
108925	400	174,69	10	95	207	0,60	0,15	200
5750	230	25	10	6	36	1,74	0,75	25
5750	230	25	10	6	36	1,74	0,75	25
5750	230	25	10	6	36	1,74	0,75	25
5750	230	25	15	10	50	1,56	0,68	25
5750	230	25	15	10	50	1,56	0,68	25
5750	230	25	20	10	50	2,08	0,91	25
5750	230	25	20	10	50	2,08	0,91	25
5750	230	25	20	10	50	2,08	0,91	25
5750	230	25	25	16	66	1,63	0,71	25
5750	230	25	25	16	66	1,63	0,71	25
5750	230	25	25	16	66	1,63	0,71	25
5750	230	25	25	16	66	1,63	0,71	25
5750	230	25	25	16	66	1,63	0,71	25
5750	230	25	25	16	66	1,63	0,71	25
5750	230	25	25	16	66	1,63	0,71	25
5750	230	25	25	16	66	1,63	0,71	25
18500	400	26,68	10	6	32	1,61	0,40	32
14000	400	20,19	20	6	32	2,43	0,61	32
8000	230	34,78	12	10	50	1,74	0,76	40

## **ANEXO 4: PRESUPUESTOS**

---

En el presente anexo se recogen las mediciones y presupuestos realizados de las líneas de distribución en baja tensión, las acometidas y las instalaciones de enlace siguiendo las distintas Normativas Técnicas Particulares de las empresas distribuidoras.

### **INDICE DEL ANEXO 4:**

	Pág.
1. Presupuesto de las LSBT según NTP de Erz-Endesa_____	253
2. Presupuesto de las LSBT según NTP de Fecsa-Endesa_____	256
3. Presupuesto de las LSBT según NTP de Sevillana-Endesa_____	259
4. Presupuesto de las LSBT según NTP de Iberdrola_____	263
5. Presupuesto de las LSBT según NTP de Unión Fenosa_____	267
6. Presupuesto de la acometida y las IE's según NTP de Erz-Endesa_____	271
7. Presupuesto de la acometida y las IE's según NTP de Fecsa-Endesa_____	274
8. Presupuesto de la acometida y las IE's según NTP de Sevillana-Endesa_____	277
9. Presupuesto de la acometida y las IE's según NTP de Iberdrola_____	280
10. Presupuesto de la acometida y las IE's según NTP de Unión Fenosa_____	282





## 1. PRESUPUESTO DE LSBT SEGÚN ERZ-ENDESA

Presupuesto parcial nº1 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe				
<b>1.1</b>	<b>M³</b>	<b>Excavación en zanjas y emplazamientos con medios mecánicos, en cualquier clase de terreno y profundidad, manteniendo los servicios existentes, incluso entibación, agotamiento, refino y compactación de fondo.</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Zanja Tipo 1		320	0,4	0,7	89,6		
		Zanja Tipo 2		155	0,4	0,7	43,4		
		Zanja Tipo TH1		7	0,4	0,9	2,52		
		Zanja Tipo TH2		7	0,4	1,1	3,08		
		Zanja Tipo2 TH3		7	0,4	1,1	3,08		
							141,68		
		<b>Total m³..</b>					<b>141,68</b>	<b>15,12</b>	<b>2.142,20 €</b>
<b>1.2</b>	<b>M³</b>	<b>Relleno, extendido y compactado de zanjas con arena, por medios manuales, con rodillo vibratorio, considerando la arena a pie de tajo, y con p.p. de medios auxiliares.</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Zanja Tipo 1		320	0,4	0,2	25,6		
		Zanja Tipo 2		155	0,4	0,2	12,4		
							38		
		<b>Total m³..</b>					<b>38,00</b>	<b>19,90</b>	<b>756,20 €</b>
<b>1.3</b>	<b>M³</b>	<b>Relleno, extendido y compactado de zanjas con cemento</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Zanja Tipo TH1		7	0,4	0,25	0,7		
		Zanja Tipo TH2		7	0,4	0,45	1,26		
		Zanja Tipo2 TH3		7	0,4	0,45	1,26		
							3,22		
		<b>Total m³..</b>					<b>3,22</b>	<b>42,55</b>	<b>137,01 €</b>
<b>1.4</b>	<b>ML</b>	<b>Colocación de malla de señalización de color normalizado de 30 cm de ancho con inscripción de advertencia de riesgo eléctrico, según indicaciones de la compañía suministradora.</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Zanja Tipo 1	1	320			320		
		Zanja Tipo 2	2	155			310		
		Zanja Tipo TH1	2	7			14		
		Zanja Tipo TH2	2	7			14		
		Zanja Tipo2 TH3	2	7			14		
							672		
		<b>Total m³..</b>					<b>672,00</b>	<b>0,32</b>	<b>215,04 €</b>

**1.5 ML Colocación de rasilla testigo, en hilera simple, sobre terna de cables eléctricos**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja Tipo 1	1	320			320	
Zanja Tipo 2	2	155			310	
					630	
<b>Total ml..</b>					<b>630,00</b>	<b>2,55 1.606,50 €</b>

**1.6 M<sup>3</sup> Relleno, extendido y compactado con tierras de préstamo en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana compactado al 98 % proctor modificado, en tongadas de 20 cm. de espesor.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja Tipo 1		320	0,4	0,5	64	
Zanja Tipo 2		155	0,4	0,5	31	
Zanja Tipo TH1		7	0,4	0,65	1,82	
Zanja Tipo TH2		7	0,4	0,65	1,82	
Zanja Tipo2 TH3		7	0,4	0,65	1,82	
					100,46	
<b>Total m<sup>3</sup>..</b>					<b>100,46</b>	<b>16,37 1.644,53 €</b>

**1.7 MI MI de tubo de PVC bicapa diámetro exterior 160 mm colocado en zanja para canalización de red eléctrica de b.t.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja Tipo TH1	2	7			14	
Zanja Tipo TH2	4	7			28	
Zanja Tipo2 TH3	4	7			28	
					70	
<b>Total ml..</b>					<b>70,00</b>	<b>15,40 1.078,00 €</b>

**1.8 UD Hornacina prefabricada de hormigón, para alojamiento de caja de protección y medida, y caja de seccionamiento de energía eléctrica, de 760x250x1750 mm de dimensiones exteriores. Incluso puerta metálica con cerradura según NTP de la compañía distribuidora.**

**Total ud.. 28,00 957,84 26.819,52 €**

---

Total presupuesto parcial n°1 OBRA CIVIL: 34.399,00 €

Comparativa Técnico-Económica de Redes Subterráneas de Baja Tensión e Instalaciones de Enlace según la Normativa Técnica Particular aplicable de Empresas Distribuidoras de Electricidad

---

Presupuesto parcial nº2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe					
<b>2.1</b>	<b>M</b>	<b>Línea de distribución en baja tensión, desde el centro de transformación hasta CSP del abonado, enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3x240+1x150 mm2 Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexionado.</b>								
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
Circuito 1			1	60			60			
Circuito 2			1	65			65			
Circuito 3			1	170			170			
Circuito 4			1	160			160			
Circuito 5			1	95			95			
Circuito 6			1	125			125			
							<u>675</u>			
					<b>Total m..</b>		<b>675,00</b>	<b>25,70</b>	<b>17.347,50 €</b>	
<b>2.2</b>	<b>UD</b>	<b>Caja de Seccionamiento Y Protección formado por dos módulos según compañía eléctrica.</b>								
							<b>Total ud..</b>	<b>8,00</b>	<b>515,55</b>	<b>4.124,40 €</b>
<b>2.3</b>	<b>UD</b>	<b>Caja de Seccionamiento, Protección y medida formado por dos módulos según compañía eléctrica.</b>								
							<b>Total ud..</b>	<b>20,00</b>	<b>519,85</b>	<b>10.397,00 €</b>

Total presupuesto parcial nº2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA: 31.868,90 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

· Nº1 OBRA CIVIL: 34.399,00 €  
 · Nº2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA: 31.868,90 €

---

TOTAL ERZ-ENDESA: 66.267,90 €

## 2. PRESUPUESTO DE LSBT SEGÚN FECSA-ENDESA

Presupuesto parcial nº1 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
<b>1.1</b>	<b>M³</b>	<b>Excavación en zanjas y emplazamientos con medios mecánicos, en cualquier clase de terreno y profundidad, manteniendo los servicios existentes, incluso entibación, agotamiento, refino y compactación de fondo.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Zanja Tipo 1		112	0,4	0,7	31,36	
		Zanja Tipo 2		321	0,4	0,7	89,88	
		Zanja Tipo 3		35	0,6	0,7	14,7	
		Zanja Tipo TH1		7	0,4	0,9	2,52	
		Zanja Tipo TH3		7	0,4	1,1	3,08	
		Zanja Tipo2 TH5		7	0,6	1,1	4,62	
							146,16	
		<b>Total m³..</b>					<b>146,16</b>	<b>15,12</b>
								<b>2.209,94 €</b>
<b>1.2</b>	<b>M³</b>	<b>Relleno, extendido y compactado de zanjas con arena, por medios manuales, con rodillo vibratorio, considerando la arena a pie de tajo, y con p.p. de medios auxiliares.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Zanja Tipo 1		112	0,4	0,2	8,96	
		Zanja Tipo 2		321	0,4	0,2	25,68	
		Zanja Tipo 3		35	0,6	0,2	4,2	
							38,84	
		<b>Total m³..</b>					<b>38,84</b>	<b>19,90</b>
								<b>772,92 €</b>
<b>1.3</b>	<b>M³</b>	<b>Relleno, extendido y compactado de zanjas con cemento</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Zanja Tipo TH1		7	0,4	0,25	0,7	
		Zanja Tipo TH3		7	0,4	0,45	1,26	
		Zanja Tipo2 TH5		7	0,6	0,45	1,89	
							3,85	
		<b>Total m³..</b>					<b>3,85</b>	<b>42,55</b>
								<b>163,82 €</b>
<b>1.4</b>	<b>ML</b>	<b>Colocación de malla de señalización de color normalizado de 30 cm de ancho con inscripción de advertencia de riesgo eléctrico, según indicaciones de la compañía suministradora.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Zanja Tipo 1	1	112			112	
		Zanja Tipo 2	2	321			642	
		Zanja Tipo 3	3	35			105	
		Zanja Tipo TH1	2	7			14	
		Zanja Tipo TH3	2	7			14	
		Zanja Tipo2 TH5	3	7			21	
							908	
		<b>Total m³..</b>					<b>908,00</b>	<b>0,32</b>
								<b>290,56 €</b>

**1.5 ML Colocación de rasilla testigo, en hilera simple, sobre terna de cables eléctricos**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja Tipo 1	1	112			112	
Zanja Tipo 2	2	321			642	
Zanja Tipo 3	3	35			105	
					859	
<b>Total ml..</b>	<b>859,00</b>				<b>2,55</b>	<b>2.190,45 €</b>

**1.6 M<sup>3</sup> Relleno, extendido y compactado con tierras de préstamo en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana compactado al 98 % proctor modificado, en tongadas de 20 cm. de espesor.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja Tipo 1		112	0,4	0,5	22,4	
Zanja Tipo 2		321	0,4	0,5	64,2	
Zanja Tipo 3		35	0,6	0,5	10,5	
Zanja Tipo TH1		7	0,4	0,65	1,82	
Zanja Tipo TH3		7	0,4	0,65	1,82	
Zanja Tipo2 TH5		7	0,6	0,65	2,73	
					103,47	
<b>Total m<sup>3</sup>..</b>	<b>103,47</b>				<b>16,37</b>	<b>1.693,80 €</b>

**1.7 MI MI de tubo de PVC bicapa diámetro exterior 160 mm colocado en zanja para canalización de red eléctrica de b.t.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja Tipo TH1	2	7			14	
Zanja Tipo TH3	4	7			28	
Zanja Tipo2 TH5	6	7			42	
					84	
<b>Total ml..</b>	<b>84,00</b>				<b>15,40</b>	<b>1.293,60 €</b>

**1.8 UD Hornacina prefabricada de hormigón, para alojamiento de caja de protección y medida, y caja de seccionamiento de energía eléctrica, de 760x250x1750 mm de dimensiones exteriores. Incluso puerta metálica con cerradura según NTP de la compañía distribuidora.**

**Total ud.. 28,00 957,84 26.819,52 €**

Total presupuesto parcial nº1 OBRA CIVIL: 35.434,61 €

## Presupuesto parcial nº2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
<b>2.1</b>	<b>M</b>	<b>Línea de distribución en baja tensión, desde el centro de transformación hasta CSP del abonado, enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3x240+1x150 mm<sup>2</sup> Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexionado.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Circuito 1			1	60			60	
Circuito 2			1	35			35	
Circuito 3			1	60			60	
Circuito 4			1	150			150	
Circuito 5			1	170			170	
Circuito 6			1	160			160	
Circuito 7			1	130			130	
Circuito 8			1	100			100	
Circuito 9			1	95			95	
							960	
			<b>Total m..</b>	<b>960,00</b>	<b>25,70</b>		<b>24.672,00 €</b>	
<b>2.2</b>	<b>UD</b>	<b>Caja de Seccionamiento Y Protección formado por dos módulos según compañía eléctrica.</b>						
			<b>Total ud..</b>	<b>8,00</b>	<b>515,55</b>		<b>4.124,40 €</b>	
<b>2.3</b>	<b>UD</b>	<b>Caja de Seccionamiento, formado por un módulo según compañía eléctrica.</b>						
			<b>Total ud..</b>	<b>20,00</b>	<b>229,95</b>		<b>4.599,00 €</b>	
<b>2.4</b>	<b>UD</b>	<b>Caja de Protección y Medida para 1 abonado según normas de compañía eléctrica</b>						
			<b>Total ud..</b>	<b>42,00</b>	<b>155,40</b>		<b>6.526,80 €</b>	

Total presupuesto parcial nº2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA: 39.922,20 €

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO

· Nº1 OBRA CIVIL: 35.434,61 €  
 · Nº2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA: 39.922,20 €

TOTAL FECSA-ENDESA: 75.356,81 €

### 3. PRESUPUESTO DE LSBT SEGÚN SEVILLANA-ENDESA

Presupuesto parcial nº1 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
<b>1.1</b>	<b>M³</b>	<b>Excavación en zanjas y emplazamientos con medios mecánicos, en cualquier clase de terreno y profundidad, manteniendo los servicios existentes, incluso entibación, agotamiento, refino y compactación de fondo.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Zanja Tipo T1		178	0,4	0,7	49,84	
		Zanja Tipo T2		86	0,4	0,9	30,96	
		Zanja Tipo T3		146	0,4	0,9	52,56	
		Zanja Tipo TH1		7	0,4	0,9	2,52	
		Zanja Tipo TH3		7	0,4	1,1	3,08	
		Zanja Tipo2 TH6		7	0,8	1,1	6,16	
							145,12	
		<b>Total m³..</b>					<b>145,12</b>	<b>15,12</b>
								<b>2.194,21 €</b>
<b>1.2</b>	<b>M³</b>	<b>Relleno, extendido y compactado de zanjas con arena, por medios manuales, con rodillo vibratorio, considerando la arena a pie de tajo, y con p.p. de medios auxiliares.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Zanja Tipo T1		178	0,4	0,25	17,8	
		Zanja Tipo T2		86	0,4	0,45	15,48	
		Zanja Tipo T3		146	0,4	0,45	26,28	
							59,56	
		<b>Total m³..</b>					<b>59,56</b>	<b>19,90</b>
								<b>1.185,24 €</b>
<b>1.3</b>	<b>M³</b>	<b>Relleno, extendido y compactado de zanjas con cemento</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Zanja Tipo TH1		7	0,4	0,25	0,7	
		Zanja Tipo TH3		7	0,4	0,45	1,26	
		Zanja Tipo2 TH6		7	0,8	0,45	2,52	
							4,48	
		<b>Total m³..</b>					<b>4,48</b>	<b>42,55</b>
								<b>190,62 €</b>
<b>1.4</b>	<b>ML</b>	<b>Colocación de malla de señalización de color normalizado de 30 cm de ancho con inscripción de advertencia de riesgo eléctrico, según indicaciones de la compañía suministradora.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Zanja Tipo T1	1	178			178	
		Zanja Tipo T2	1	86			86	
		Zanja Tipo T3	1	146			146	
		Zanja Tipo TH1	2	7			14	
		Zanja Tipo TH3	2	7			14	
		Zanja Tipo2 TH6	4	7			28	
							466	
		<b>Total ml..</b>					<b>466,00</b>	<b>0,32</b>
								<b>149,12 €</b>

**1.5 ML Colocación de rasilla testigo, en hilera simple, sobre terna de cables eléctricos**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja Tipo T1	1	178			178	
Zanja Tipo T2	1	86			86	
Zanja Tipo T3	1	146			146	
					410	
<b>Total ml..</b>	<b>410,00</b>				<b>2,55</b>	<b>1.045,50 €</b>

**1.6 M³ Relleno, extendido y compactado con tierras de préstamo en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana compactado al 98 % proctor modificado, en tongadas de 20 cm. de espesor.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja Tipo T1		178	0,4	0,45	32,04	
Zanja Tipo T2		86	0,4	0,45	15,48	
Zanja Tipo T3		146	0,4	0,45	26,28	
Zanja Tipo TH1		7	0,4	0,65	1,82	
Zanja Tipo TH3		7	0,4	0,65	1,82	
Zanja Tipo2 TH6		7	0,8	0,65	3,64	
					81,08	
<b>Total m³..</b>	<b>81,08</b>				<b>16,37</b>	<b>1.327,28 €</b>

**1.7 MI MI de tubo de PVC bicapa diámetro exterior 160 mm colocado en zanja para canalización de red eléctrica de b.t.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja Tipo T1	2	178			356	
Zanja Tipo T2	4	86			344	
Zanja Tipo T3	4	146			584	
Zanja Tipo TH1	2	7			14	
Zanja Tipo TH3	4	7			28	
Zanja Tipo2 TH6	8	7			56	
					98	
<b>Total ml..</b>	<b>98,00</b>				<b>15,40</b>	<b>1.509,20 €</b>

**1.8 UD Hornacina prefabricada de hormigón, para alojamiento de caja de protección y medida de energía eléctrica, de 760x250x1200 mm de dimensiones exteriores. Incluso puerta metálica con cerradura según NTP de la compañía distribuidora.**

**Total ud.. 28,00 535,50 14.994,00 €**

Total presupuesto parcial nº1 OBRA CIVIL: 22.595,18 €







## 4. PRESUPUESTO DE LSBT SEGÚN IBERDROLA

Presupuesto parcial nº1 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe				
<b>1.1</b>	<b>M³</b>	<b>Excavación en zanjas y emplazamientos con medios mecánicos, en cualquier clase de terreno y profundidad, manteniendo los servicios existentes, incluso entibación, agotamiento, refino y compactación de fondo.</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Zanja Tipo T1		85	0,4	0,7	23,8		
		Zanja Tipo T2		238	0,4	0,9	85,68		
		Zanja Tipo T3		147	0,4	0,9	52,92		
		Zanja Tipo TH1		7	0,4	0,8	2,24		
		Zanja Tipo TH3		7	0,4	1	2,8		
		Zanja Tipo2 TH6		7	0,8	1	5,6		
							173,04		
		<b>Total m³..</b>					<b>173,04</b>	<b>15,12</b>	<b>2.616,36 €</b>
<b>1.2</b>	<b>M³</b>	<b>Relleno, extendido y compactado de zanjas con arena, por medios manuales, con rodillo vibratorio, considerando la arena a pie de tajo, y con p.p. de medios auxiliares.</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Zanja Tipo T1		85	0,4	0,3	10,2		
		Zanja Tipo T2		238	0,4	0,5	47,6		
		Zanja Tipo T3		147	0,4	0,5	29,4		
							87,2		
		<b>Total m³..</b>					<b>87,20</b>	<b>19,90</b>	<b>1.735,28 €</b>
<b>1.3</b>	<b>M³</b>	<b>Relleno, extendido y compactado de zanjas con cemento</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Zanja Tipo TH1		7	0,4	0,3	0,84		
		Zanja Tipo TH3		7	0,4	0,5	1,4		
		Zanja Tipo2 TH6		7	0,8	0,5	2,8		
							5,04		
		<b>Total m³..</b>					<b>5,04</b>	<b>42,55</b>	<b>214,45 €</b>
<b>1.4</b>	<b>ML</b>	<b>Colocación de malla de señalización de color normalizado de 30 cm de ancho con inscripción de advertencia de riesgo eléctrico, según indicaciones de la compañía suministradora.</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Zanja Tipo T1	2	85			170		
		Zanja Tipo T2	2	238			476		
		Zanja Tipo T3	2	147			294		
		Zanja Tipo TH1	2	7			14		
		Zanja Tipo TH3	2	7			14		
		Zanja Tipo2 TH6	4	7			28		
							996		
		<b>Total ml..</b>					<b>996,00</b>	<b>0,32</b>	<b>318,72 €</b>

- 1.5 M<sup>3</sup> Relleno, extendido y compactado con tierras de préstamo en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana compactado al 98 % proctor modificado, en tongadas de 20 cm. de espesor.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja Tipo T1		85	0,4	0,4	13,6	
Zanja Tipo T2		238	0,4	0,4	38,08	
Zanja Tipo T3		147	0,4	0,4	23,52	
Zanja Tipo TH1		7	0,4	0,6	1,68	
Zanja Tipo TH3		7	0,4	0,5	1,4	
Zanja Tipo2 TH6		7	0,8	0,5	2,8	
					81,08	
<b>Total m<sup>3</sup>..</b>					<b>81,08</b>	<b>16,37 1.327,28 €</b>

- 1.6 MI MI de tubo de PVC bicapa diámetro exterior 160 mm colocado en zanja para canalización de red eléctrica de b.t.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja Tipo T1	2	85			170	
Zanja Tipo T2	4	238			952	
Zanja Tipo T3	4	147			588	
Zanja Tipo TH1	2	7			14	
Zanja Tipo TH3	4	7			28	
Zanja Tipo2 TH6	8	7			56	
					98	
<b>Total ml..</b>					<b>98,00</b>	<b>15,40 1.509,20 €</b>

- 1.7 UD Hornacina prefabricada de hormigón, para alojamiento de caja de protección y medida de energía eléctrica, de 760x250x1200 mm de dimensiones exteriores. Incluso puerta metálica con cerradura según NTP de la compañía distribuidora.**

**Total ud.. 28,00 535,50 14.994,00 €**

---

Total presupuesto parcial nº1 OBRA CIVIL: 22.715,30 €

Presupuesto parcial nº2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe				
<b>2.1</b>	<b>M</b>	<b>Línea de distribución en baja tensión, desde el centro de transformación hasta CP/CPM del abonado, enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3x150+1x95 mm2 Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexonado.</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Circuito 1			1	60			60		
Circuito 2			1	35			35		
Circuito 3			1	20			20		
Circuito 4			1	55			55		
Circuito 7			1	130			130		
Circuito 9			1	150			150		
Circuito 10			1	100			100		
Circuito 11			2	110			220		
							770		
			<b>Total m..</b>				<b>770,00</b>	<b>15,50</b>	<b>11.935,00 €</b>
<b>2.2</b>	<b>M</b>	<b>Línea de distribución en baja tensión, desde el centro de transformación hasta CP/CPM del abonado, enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3x240+1x150 mm2 Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexonado.</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Circuito 5			1	175			175		
Circuito 6			2	160			320		
Circuito 8			1	95			95		
							590		
			<b>Total m..</b>				<b>590,00</b>	<b>25,70</b>	<b>15.163,00 €</b>
<b>2.3</b>	<b>UD</b>	<b>Caja de Protección de 250A formado por un módulo según compañía eléctrica.</b>							
			<b>Total ud..</b>				<b>8,00</b>	<b>236,25</b>	<b>1.890,00 €</b>
<b>2.4</b>	<b>UD</b>	<b>Caja de Protección y Medida para 2 abonados formado por un módulo según compañía eléctrica.</b>							
			<b>Total ud..</b>				<b>20,00</b>	<b>289,90</b>	<b>5.798,00 €</b>

**2.5 UD Derivación tipo "T" realizado mediante  
conectores con perforación**

**Total ud..      28,00   152,00   4.256,00 €**

---

Total presupuesto parcial nº2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA: 39.042,00 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

· N°1 OBRA CIVIL:                      22.715,30 €  
· N°2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA:      39.042,00 €

---

TOTAL IBERDROLA:    61.757,30 €

## 5. PRESUPUESTO DE LSBT SEGÚN UNIÓN FENOSA

Presupuesto parcial nº1 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe				
<b>1.1</b>	<b>M³</b>	<b>Excavación en zanjas y emplazamientos con medios mecánicos, en cualquier clase de terreno y profundidad, manteniendo los servicios existentes, incluso entibación, agotamiento, refino y compactación de fondo.</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Zanja Tipo 1		254	0,2	0,8	40,64		
		Zanja Tipo 2		52	0,4	0,8	16,64		
		Zanja Tipo 3		110	0,4	1	44		
		Zanja Tipo TH1		7	0,4	1	2,8		
		Zanja Tipo TH2		7	0,4	1,2	3,36		
		Zanja Tipo2 TH3		7	0,4	1,2	3,36		
							110,8		
		<b>Total m³..</b>					<b>110,80</b>	<b>15,12</b>	<b>1.675,30 €</b>
<b>1.2</b>	<b>M³</b>	<b>Relleno, extendido y compactado de zanjas con arena, por medios manuales, con rodillo vibratorio, considerando la arena a pie de tajo, y con p.p. de medios auxiliares.</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Zanja Tipo 1		254	0,2	0,25	12,7		
		Zanja Tipo 2		52	0,4	0,25	5,2		
		Zanja Tipo 3		110	0,4	0,45	19,8		
							37,7		
		<b>Total m³..</b>					<b>37,70</b>	<b>19,90</b>	<b>750,23 €</b>
<b>1.3</b>	<b>M³</b>	<b>Relleno, extendido y compactado de zanjas con cemento</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Zanja Tipo TH1		7	0,4	0,25	0,7		
		Zanja Tipo TH2		7	0,4	0,45	1,26		
		Zanja Tipo2 TH3		7	0,4	0,45	1,26		
							3,22		
		<b>Total m³..</b>					<b>3,22</b>	<b>42,55</b>	<b>137,01 €</b>
<b>1.4</b>	<b>ML</b>	<b>Colocación de malla de señalización de color normalizado de 30 cm de ancho con inscripción de advertencia de riesgo eléctrico, según indicaciones de la compañía suministradora.</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Zanja Tipo 1	1	254			254		
		Zanja Tipo 2	2	52			104		
		Zanja Tipo 3	2	110			220		
		Zanja Tipo TH1	2	7			14		
		Zanja Tipo TH2	2	7			14		
		Zanja Tipo2 TH3	2	7			14		
							620		
		<b>Total ml..</b>					<b>620,00</b>	<b>0,32</b>	<b>198,40 €</b>

**1.5 ML Colocación de rasilla testigo, en hilera simple, sobre terna de cables eléctricos**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja Tipo 1	1	254			254	
Zanja Tipo 2	2	52			104	
Zanja Tipo 3	2	110			220	
					578	
<b>Total ml..</b>	<b>578,00</b>				<b>2,55</b>	<b>1.473,90 €</b>

**1.6 M³ Relleno, extendido y compactado con tierras de préstamo en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana compactado al 98 % proctor modificado, en tongadas de 20 cm. de espesor.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja Tipo 1		254	0,2	0,5	25,4	
Zanja Tipo 2		52	0,4	0,5	10,4	
Zanja Tipo 3		110	0,4	0,5	22	
Zanja Tipo TH1		7	0,4	0,6	1,68	
Zanja Tipo TH2		7	0,4	0,6	1,68	
Zanja Tipo2 TH3		7	0,4	0,6	1,68	
					62,84	
<b>Total m³..</b>	<b>62,84</b>				<b>16,37</b>	<b>1.028,69 €</b>

**1.7 MI MI de tubo de PVC bicapa diámetro exterior 160 mm colocado en zanja para canalización de red eléctrica de b.t.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja Tipo TH1	2	7			14	
Zanja Tipo TH2	4	7			28	
Zanja Tipo2 TH3	4	7			28	
					70	
<b>Total ml..</b>	<b>70,00</b>				<b>15,40</b>	<b>1.078,00 €</b>

**1.8 UD Hornacina prefabricada de hormigón, para alojamiento de caja de protección y medida de energía eléctrica, de 760x250x1200 mm de dimensiones exteriores. Incluso puerta metálica con cerradura según NTP de la compañía distribuidora.**

**Total ud.. 28,00 535,50 14.994,00 €**

Total presupuesto parcial nº1 OBRA CIVIL: 21.335,53 €



Comparativa Técnico-Económica de Redes Subterráneas de Baja Tensión e Instalaciones de Enlace según la Normativa Técnica Particular aplicable de Empresas Distribuidoras de Electricidad

Presupuesto parcial nº2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe				
<b>2.1</b>	<b>M</b>	<b>Línea de distribución en baja tensión, desde el centro de transformación hasta CP/CPM del abonado, enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3x150+1x95 mm<sup>2</sup> Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexionado.</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Circuito 3			2	160			320		
Circuito 4			2	160			320		
Circuito 5			1	130			130		
							770		
			<b>Total m..</b>				<b>770,00</b>	<b>15,50</b>	<b>11.935,00 €</b>
<b>2.2</b>	<b>M</b>	<b>Línea de distribución en baja tensión, desde el centro de transformación hasta CP/CPM del abonado, enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3x240+1x150 mm<sup>2</sup> Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexionado.</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Circuito 1			1	60			60		
Circuito 2			1	65			65		
Circuito 6			1	110			110		
Circuito 7			1	110			110		
							345		
			<b>Total m..</b>				<b>345,00</b>	<b>25,70</b>	<b>8.866,50 €</b>
<b>2.3</b>	<b>UD</b>	<b>Caja de Protección 250A formado por un módulo según compañía eléctrica.</b>							
			<b>Total ud..</b>				<b>8,00</b>	<b>236,25</b>	<b>1.890,00 €</b>
<b>2.4</b>	<b>UD</b>	<b>Caja de Protección y Medida para 2 abonados formado por un módulo según compañía eléctrica.</b>							
			<b>Total ud..</b>				<b>20,00</b>	<b>289,90</b>	<b>5.798,00 €</b>
<b>2.5</b>	<b>UD</b>	<b>Derivación tipo "T" realizado mediante conectores con perforación</b>							
			<b>Total ud..</b>				<b>28,00</b>	<b>152,00</b>	<b>4.256,00 €</b>

Total presupuesto parcial nº2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA: 32.745,50 €

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO

· N°1 OBRA CIVIL:	21.335,53 €
· N°2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA:	32.745,50 €
<hr/>	
TOTAL UNION FENOSA:	54.081,03 €

## 6. PRESUPUESTO DE ACOM. E IE's SEGÚN ERZ-ENDESA

Nº	Ud Descripción	Medición	Precio	Importe				
1.1	<b>ML Línea de acometida 4x1x95+1x50 mm2 formada por conductores de aluminio con resistencia de aislamiento de 0,6/1kV</b>							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Acometida			1,5			1,5		
						1,5		
			<b>Total ml..</b>			<b>1,50</b>	<b>12,34</b>	<b>18,51 €</b>
1.2	<b>UD. Hornacina prefabricada de hormigón, para alojamiento de caja de protección y medida, y caja de seccionamiento de energía eléctrica, de 760x250x1750 mm de dimensiones exteriores. Incluso puerta metálica con cerradura según NTP de la compañía distribuidora.</b>							
			<b>Total ud..</b>			<b>1,00</b>	<b>957,84</b>	<b>957,84 €</b>
1.3	<b>UD. Caja de Seccionamiento y Protección formada por dos módulos según compañía distribuidora: - Módulos de seccionamiento 400A. - Módulo Caja General de Protección 250A esquema 9</b>							
			<b>Total ud..</b>			<b>1,00</b>	<b>515,55</b>	<b>515,55 €</b>
1.4	<b>ML. Línea general de alimentación formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 3x95+1x50 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector de polietileno de doble pared.</b>							
			<b>Total ml..</b>			<b>10,00</b>	<b>52,23</b>	<b>522,30 €</b>
1.5	<b>UD. Centralización de contadores en cuarto de contadores formada por: - módulo de interruptor general de maniobra de 250 A; - 2 módulos de embarrado general; - 2 módulos de fusibles de seguridad; 6 módulos de contadores monofásicos; - 1 módulo de contadores trifásicos; - módulo de servicios generales con seccionamiento; - módulo de reloj conmutador para cambio de tarifa - 1 módulo de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra.</b>							
			<b>Total ud..</b>			<b>1,00</b>	<b>1347,14</b>	<b>1.347,14 €</b>

- 1.6 ML Derivación individual monofásica, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 3G10 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector corrugado diámetro 40mm, de PVC.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1º A		10			10	
1º B		10			10	
1º C		10			10	
1º D		15			15	
1º E		15			15	
2º A		20			20	
2º B		20			20	
2º C		20			20	
LOCAL		12			12	
					132	
				<b>Total ml..</b>	<b>132,00</b>	<b>9,30 1.227,60 €</b>

- 1.7 ML Derivación individual monofásica, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 3G16 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector corrugado diámetro 40mm, de PVC.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2º D		25			25	
2º E		25			25	
3º A		25			25	
3º B		25			25	
3º C		25			25	
3º D		30			30	
3º E		30			30	
					185	
				<b>Total ml..</b>	<b>185,00</b>	<b>13,68 2.530,80 €</b>

- 1.8 ML Derivación individual trifásica, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 5G10 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector corrugado diámetro 40mm, de PVC.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
SERV. GEN.		10			10	
GARAJE		20			20	
					30	
				<b>Total ml..</b>	<b>30,00</b>	<b>13,84 415,20 €</b>

- 1.9 UD. Protector contra sobretensiones permanentes en cuadro monofásico**

**Total ud.. 16,00 88,00 1.408,00 €**

1.10

**UD. Protector contra sobretensiones permanentes en cuadro trifásico**

**Total ud..                    2,00    264,00    528,00 €**

Total presupuesto ACOMETIDA E INSTALACIONES DE ENLACE: 9.470,94 €

## 7. PRESUPUESTO DE ACOM. E IE's SEGÚN FECSA-ENDESA

Nº	Ud Descripción	Medición	Precio	Importe				
1.1	ML Línea de acometida 4x1x95+1x50 mm <sup>2</sup> formada por conductores de aluminio con resistencia de aislamiento de 0,6/1kV							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Acometida			1,5			1,5		
						1,5		
							Total ml..	
						1,50	12,34	18,51 €
1.2	UD. Hornacina prefabricada de hormigón, para alojamiento de caja de protección y medida, y caja de seccionamiento de energía eléctrica, de 760x250x1750 mm de dimensiones exteriores. Incluso puerta metálica con cerradura según NTP de la compañía distribuidora.							
							Total ud..	
						1,00	957,84	957,84 €
1.3	UD. Caja de Seccionamiento y Protección formada por dos módulos según compañía distribuidora: - Módulos de seccionamiento 400A. - Módulo Caja General de Protección 250A esquema 9							
							Total ud..	
						1,00	515,55	515,55 €
1.4	ML. Línea general de alimentación formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 3x95+1x50 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector de polietileno de doble pared.							
							Total ml..	
						10,00	52,23	522,30 €
1.5	UD. Centralización de contadores en cuarto de contadores formada por: - módulo de interruptor general de maniobra de 250 A; - 2 módulos de embarrado general; - 2 módulos de fusibles de seguridad; 6 módulos de contadores monofásicos; - 1 módulo de contadores trifásicos; - módulo de servicios generales con seccionamiento; - módulo de reloj conmutador para cambio de tarifa - 1 módulo de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra.							
							Total ud..	
						1,00	1347,14	1.347,14 €

Comparativa Técnico-Económica de Redes Subterráneas de Baja Tensión e Instalaciones de Enlace según la Normativa Técnica Particular aplicable de Empresas Distribuidoras de Electricidad

**1.6 ML Derivación individual monofásica, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 3G10 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector corrugado diámetro 32mm, de PVC.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1º A		10			10	
1º B		10			10	
1º C		10			10	
1º D		15			15	
1º E		15			15	
2º A		20			20	
2º B		20			20	
2º C		20			20	
LOCAL		12			12	
					132	
				<b>Total ml..</b>	<b>132,00</b>	<b>9,09 1.199,88 €</b>

**1.7 ML Derivación individual monofásica, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 3G16 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector corrugado diámetro 40mm, de PVC.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2º D		25			25	
2º E		25			25	
3º A		25			25	
3º B		25			25	
3º C		25			25	
3º D		30			30	
3º E		30			30	
					185	
				<b>Total ml..</b>	<b>185,00</b>	<b>13,68 2.530,80 €</b>

**1.8 ML Derivación individual trifásica, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 5G10 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector corrugado diámetro 40mm, de PVC.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
SERV. GEN.		10			10	
GARAJE		20			20	
					30	
				<b>Total ml..</b>	<b>30,00</b>	<b>13,84 415,20 €</b>

**1.9 UD. Protector contra sobretensiones permanentes en cuadro monofásico**

				<b>Total ud..</b>	<b>16,00</b>	<b>88,00 1.408,00 €</b>
--	--	--	--	-------------------	--------------	-------------------------

**1.10 UD. Protector contra sobretensiones permanentes en  
cuadro trifásico**

<b>Total ud..</b>	<b>2,00</b>	<b>264,00</b>	<b>528,00 €</b>
-------------------	-------------	---------------	-----------------

Total presupuesto ACOMETIDA E INSTALACIONES DE ENLACE: 9.443,22 €



## 8. PRESUPUESTO DE ACOM. E IE's SEGÚN SEVILL.-ENDESA

Nº	Ud Descripción	Medición	Precio	Importe				
1.1	ML Línea de acometida 4x1x95+1x50 mm <sup>2</sup> formada por conductores de aluminio con resistencia de aislamiento de 0,6/1kV							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Acometida			3			3		
						3		
				Total ml..		3,00	12,34	37,02 €
1.2	UD. Hornacina prefabricada de hormigón, para alojamiento de caja de protección y medida, y caja de seccionamiento de energía eléctrica, de 760x250x1750 mm de dimensiones exteriores. Incluso puerta metálica con cerradura según NTP de la compañía distribuidora.							
				Total ud..		1,00	535,50	535,50 €
1.3	UD. Caja General de Protección de 250A esquema 9							
				Total ud..		1,00	236,25	236,25 €
1.4	UD Derivación tipo "T" realizado mediante conectores con perforación							
				Total ud..		1,00	152,00	152,00 €
1.5	ML. Línea general de alimentación formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 3x95+1x50 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector de polietileno de doble pared.							
				Total ml..		10,00	52,23	522,30 €
1.6	UD. Centralización de contadores en cuarto de contadores formada por: - módulo de interruptor general de maniobra de 250 A; - 2 módulos de embarrado general; - 2 módulos de fusibles de seguridad; 6 módulos de contadores monofásicos; - 1 módulo de contadores trifásicos; - 1 módulo de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra.							
				Total ud..		1,00	1347,14	1.347,14 €
1.7	UD. Protección contra sobretensiones transitorias en Centralización de Contadores clase 1 trifásico							
				Total ud..		1,00	998,00	998,00 €



Comparativa Técnico-Económica de Redes Subterráneas de Baja Tensión e Instalaciones de Enlace según la Normativa Técnica Particular aplicable de Empresas Distribuidoras de Electricidad

---

<b>1.12</b>	<b>UD. Protector contra sobretensiones permanentes en cuadro trifásico</b>				
		<b>Total ud..</b>	<b>2,00</b>	<b>264,00</b>	<b>528,00 €</b>
<b>1.13</b>	<b>UD. Protector contra sobretensiones transitorias en cuadro monofásico</b>				
		<b>Total ud..</b>	<b>16,00</b>	<b>190,00</b>	<b>3.040,00 €</b>
<b>1.14</b>	<b>UD. Protector contra sobretensiones transitorias en cuadro trifásico</b>				
		<b>Total ud..</b>	<b>2,00</b>	<b>332,00</b>	<b>664,00 €</b>

Total presupuesto ACOMETIDA E INSTALACIONES DE ENLACE: 13.641,81 €



Comparativa Técnico-Económica de Redes Subterráneas de Baja Tensión e Instalaciones de Enlace  
según la Normativa Técnica Particular aplicable de Empresas Distribuidoras de Electricidad

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1° A		10			10	
1° B		10			10	
1° C		10			10	
					30	
				<b>Total ml..</b>	<b>30,00</b>	<b>6,27</b>
						<b>188,10 €</b>

**1.8 ML Derivación individual monofásica, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 3G10 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector corrugado diámetro 32mm, de PVC.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1° D		15			15	
1° E		15			15	
2° A		20			20	
2° B		20			20	
2° C		20			20	
LOCAL		12			12	
					102	
				<b>Total ml..</b>	<b>102,00</b>	<b>9,09</b>
						<b>927,18 €</b>

**1.9 ML Derivación individual monofásica, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 3G16 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector corrugado diámetro 40mm, de PVC.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2° D		25			25	
2° E		25			25	
3° A		25			25	
3° B		25			25	
3° C		25			25	
3° D		30			30	
3° E		30			30	
					185	
				<b>Total ml..</b>	<b>185,00</b>	<b>13,68</b>
						<b>2.530,80 €</b>

**1.10 ML Derivación individual trifásica, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 5G6 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector corrugado diámetro 32mm, de PVC.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
SERV. GEN.		10			10	
GARAJE		20			20	
					30	
				<b>Total ml..</b>	<b>30,00</b>	<b>8,64</b>
						<b>259,20 €</b>

Total presupuesto ACOMETIDA E INSTALACIONES DE ENLACE: 6.735,49 €



Comparativa Técnico-Económica de Redes Subterráneas de Baja Tensión e Instalaciones de Enlace según la Normativa Técnica Particular aplicable de Empresas Distribuidoras de Electricidad

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1° A		10			10	
1° B		10			10	
1° C		10			10	
					30	
				<b>Total ml..</b>	<b>30,00</b>	<b>6,27</b>
						<b>188,10 €</b>

**1.8 ML Derivación individual monofásica, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 3G10 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector corrugado diámetro 32mm, de PVC.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1° D		15			15	
1° E		15			15	
2° A		20			20	
2° B		20			20	
2° C		20			20	
LOCAL		12			12	
					102	
				<b>Total ml..</b>	<b>102,00</b>	<b>9,09</b>
						<b>927,18 €</b>

**1.9 ML Derivación individual monofásica, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 3G16 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector corrugado diámetro 40mm, de PVC.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2° D		25			25	
2° E		25			25	
3° A		25			25	
3° B		25			25	
3° C		25			25	
3° D		30			30	
3° E		30			30	
					185	
				<b>Total ml..</b>	<b>185,00</b>	<b>13,68</b>
						<b>2.530,80 €</b>

**1.10 ML Derivación individual trifásica, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 5G6 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, en conducto de obra de fábrica bajo tubo protector corrugado diámetro 32mm, de PVC.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
SERV. GEN.		10			10	
GARAJE		20			20	
					30	
				<b>Total ml..</b>	<b>30,00</b>	<b>8,64</b>
						<b>259,20 €</b>

Total presupuesto ACOMETIDA E INSTALACIONES DE ENLACE: 6.735,49 €





## **ANEXO 5: PLANOS**

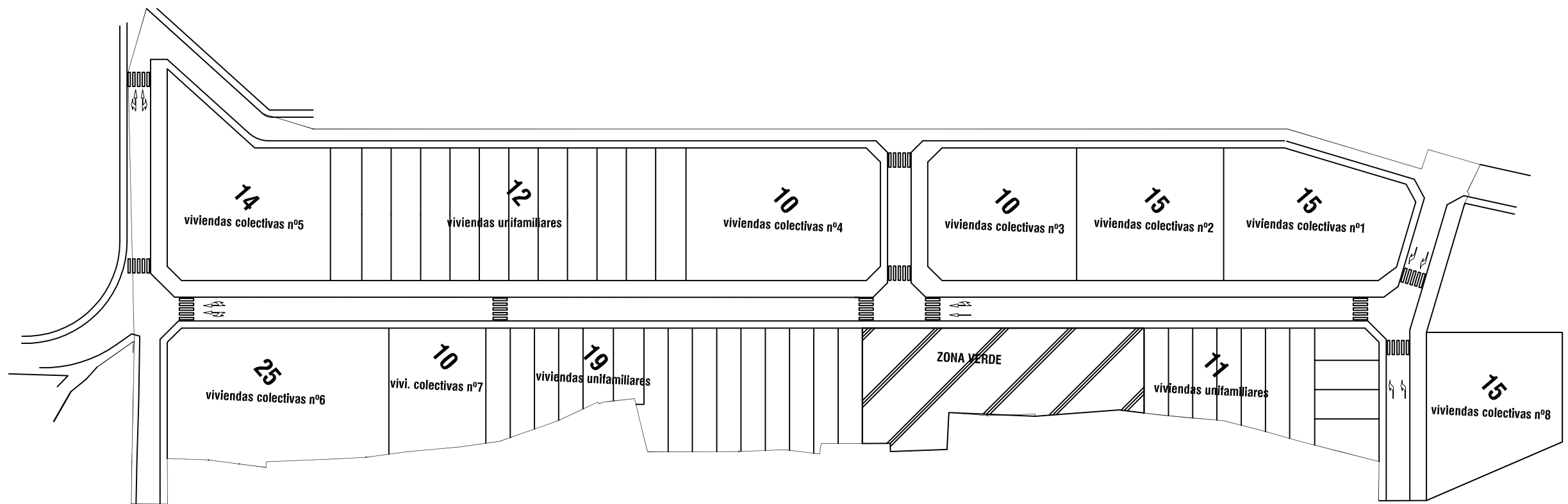
---

En el presente anexo se recogen los planos realizados de las líneas de distribución en baja tensión, las acometidas y las instalaciones de enlace siguiendo las distintas Normativas Técnicas Particulares de las empresas distribuidoras.

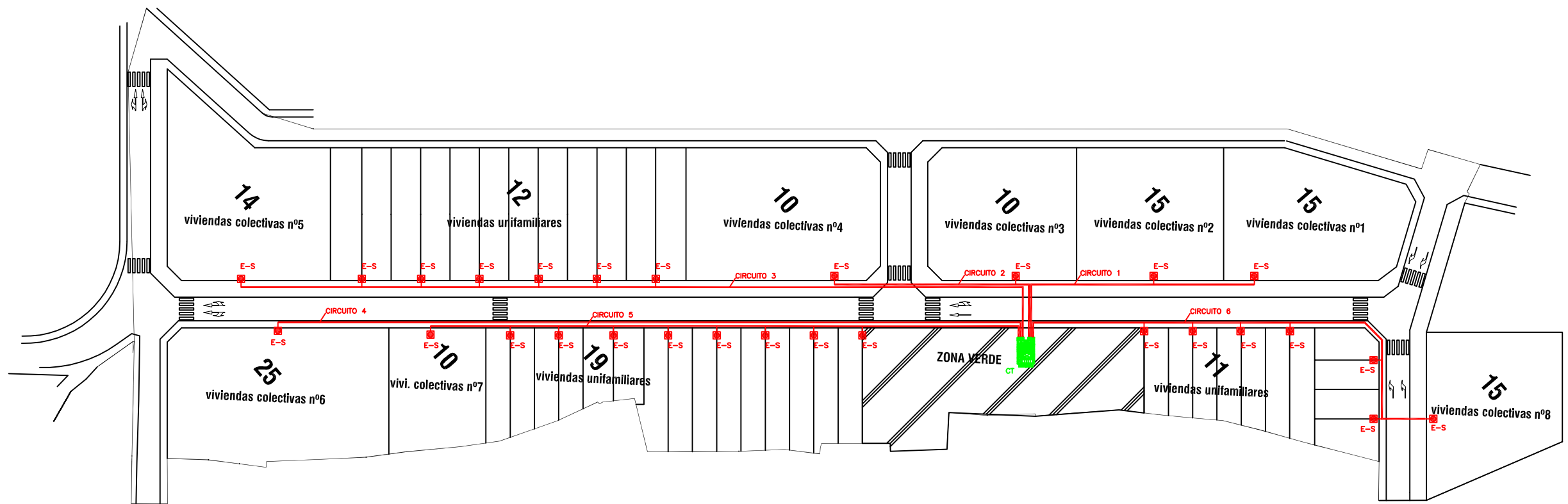
### **INDICE DEL ANEXO 5:**

	PLANO Nº
Distribución en planta de Edificios y Viviendas Unifamiliares _____	1
Líneas Subterráneas de BT para Erz-Endesa _____	2
Distribución de Zanjas para Erz-Endesa _____	3
Perfiles de Zanja para Erz-Endesa (1) _____	4
Perfiles de Zanja para Erz-Endesa (2) _____	5
Líneas Subterráneas de BT para Fecsa-Endesa _____	6
Distribución de Zanjas para Fecsa-Endesa _____	7
Perfiles de Zanja para Fecsa-Endesa (1) _____	8
Perfiles de Zanja para Fecsa-Endesa (2) _____	9
Líneas Subterráneas de BT para Sevillana-Endesa _____	10
Distribución de Zanjas para Sevillana-Endesa _____	11
Perfiles de Zanja para Sevillana-Endesa (1) _____	12
Perfiles de Zanja para Sevillana-Endesa (2) _____	13
Líneas Subterráneas de BT para Iberdrola _____	14
Distribución de Zanjas para Iberdrola _____	15
Perfiles de Zanja para Iberdrola (1) _____	16
Perfiles de Zanja para Iberdrola (2) _____	17
Líneas Subterráneas de BT para Unión Fenosa _____	18

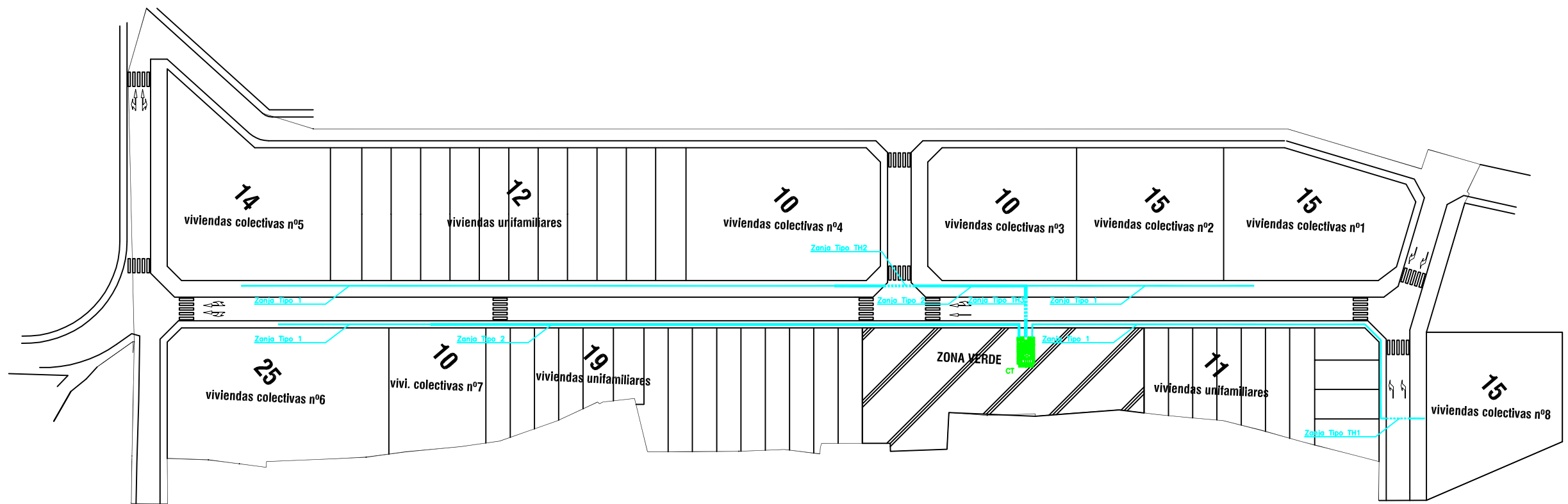
Distribución de Zanjas para Unión Fenosa_____	19
Perfiles de Zanja para Unión Fenosa (1)_____	20
Perfiles de Zanja para Unión Fenosa (2)_____	21
Esquemas Unifilares del Edificio 1 para Erz-Endesa_____	22
Esquemas Unifilares del Edificio 1 para Fecsa-Endesa_____	23
Esquemas Unifilares del Edificio 1 para Sevillana-Endesa_____	24
Esquemas Unifilares del Edificio 1 para Iberdrola_____	25
Esquemas Unifilares del Edificio 1 para Unión Fenosa_____	26



	<b>PARCELAS EN PLANTA</b>	<b>Escala:</b> <b>1:100</b>
<b>Titulación</b>	<b>INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>	<b>Plano nº:</b> <b>1</b>
<b>Especialidad</b>	<b>SISTEMAS ELÉCTRICOS</b>	
<b>El Alumno:</b>		<b>Fecha:</b> <b>2012</b>
MANUEL SANCHEZ AYALA		
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN ERZ-ENDESA		

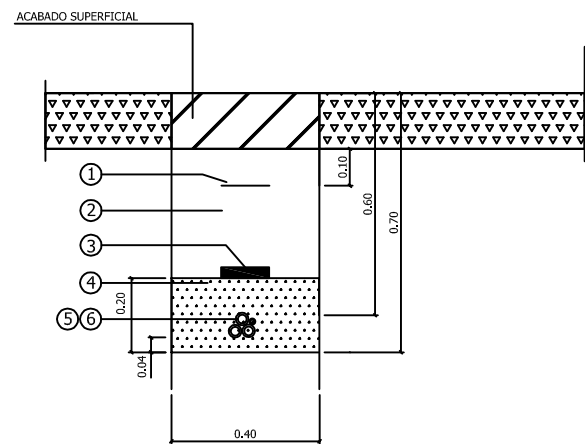


	<b>LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN</b>	<b>Escala:</b> 1:100
<b>Titulación</b>	<b>INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>	<b>Plano nº:</b> 2
<b>Especialidad</b>	<b>SISTEMAS ELÉCTRICOS</b>	<b>Fecha:</b> 2012
<b>El Alumno:</b>  MANUEL SANCHEZ AYALA		
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN ERZ-ENDESA		

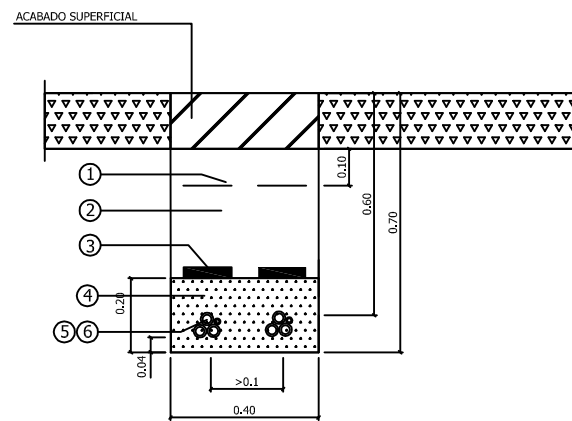


	<b>DISTRIBUCIÓN DE ZANJAS</b>		<b>Escala:</b> <b>1:100</b>
<b>Titulación</b>	<b>INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>		<b>Plano nº:</b> <b>3</b>
<b>Especialidad</b>	<b>SISTEMAS ELÉCTRICOS</b>		
<b>El Alumno:</b>	MANUEL SANCHEZ AYALA		<b>Fecha:</b> <b>2012</b>
<b>PROYECTO DE RED EN BT SEGUN ERZ-ENDESA</b>			

ZANJA TIPO 1:  
ZANJA TIPO POR ACERA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
Y PROTECCIÓN MECÁNICA CONVENCIONAL PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO 2:  
ZANJA TIPO POR ACERA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
Y PROTECCIÓN MECÁNICA CONVENCIONAL PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



### OBSERVACIONES

LA POSICIÓN 2 SE COMPACTA MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE UN ESPESOR MÁXIMO DE 0,30 M DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 98% P.M.

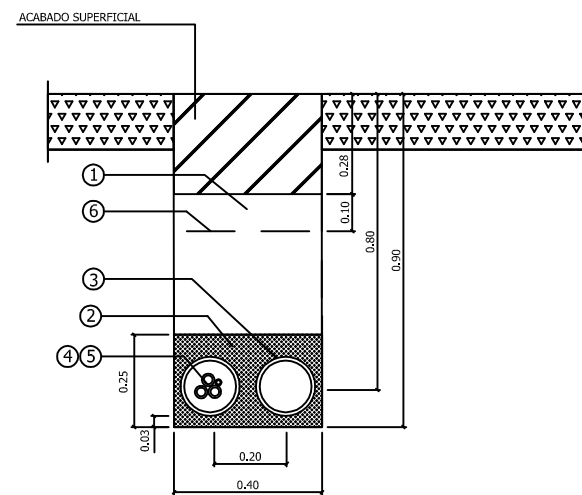
SI LA ANCHURA DE LA ZANJA ES SUPERIOR AL 50% DE LA ANCHURA DE LA ACERA LA REPOSICIÓN DEL PAVIMENTO SE EXTENDERÁ A LA TOTALIDAD DE LA ACERA.

EN EL CASO DEL TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES SE COLOCARÁ CADA 1,50 m UN SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES.

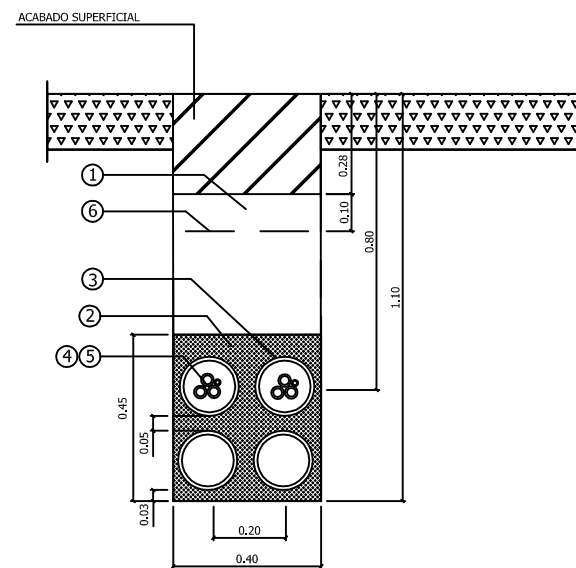
6	Ud	ABRAZADERA COLOCADA CADA 1,50 m
5	ml	TERNAS DE CABLES 0,6/1 kV
4	M3	ARENA TAMIZADA O LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
3	Ud	PROTECCIÓN MECÁNICA RASILLA O LADRILLO MACHIEMBRADO
2	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA.
1	ml	CINTA DE POLIETILENO PARA SEÑALIZACIÓN

	PERFILES DE ZANJA (LÍNEAS DIRECTAMENTE ENTERRADAS)	Escala: <b>1:20</b>
Titulación	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Plano n°: <b>4</b>
Especialidad	SISTEMAS ELÉCTRICOS	Fecha: <b>2012</b>
El Alumno:	MANUEL SANCHEZ AYALA	
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN ERZ-ENDESA		

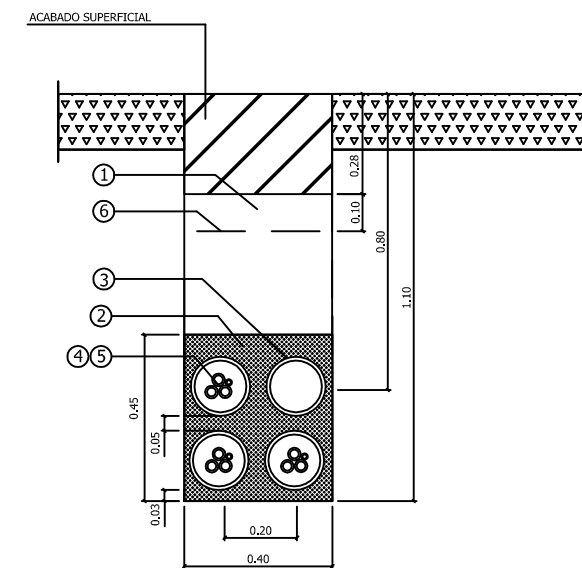
ZANJA TIPO TH1:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO TH2:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO TH3:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



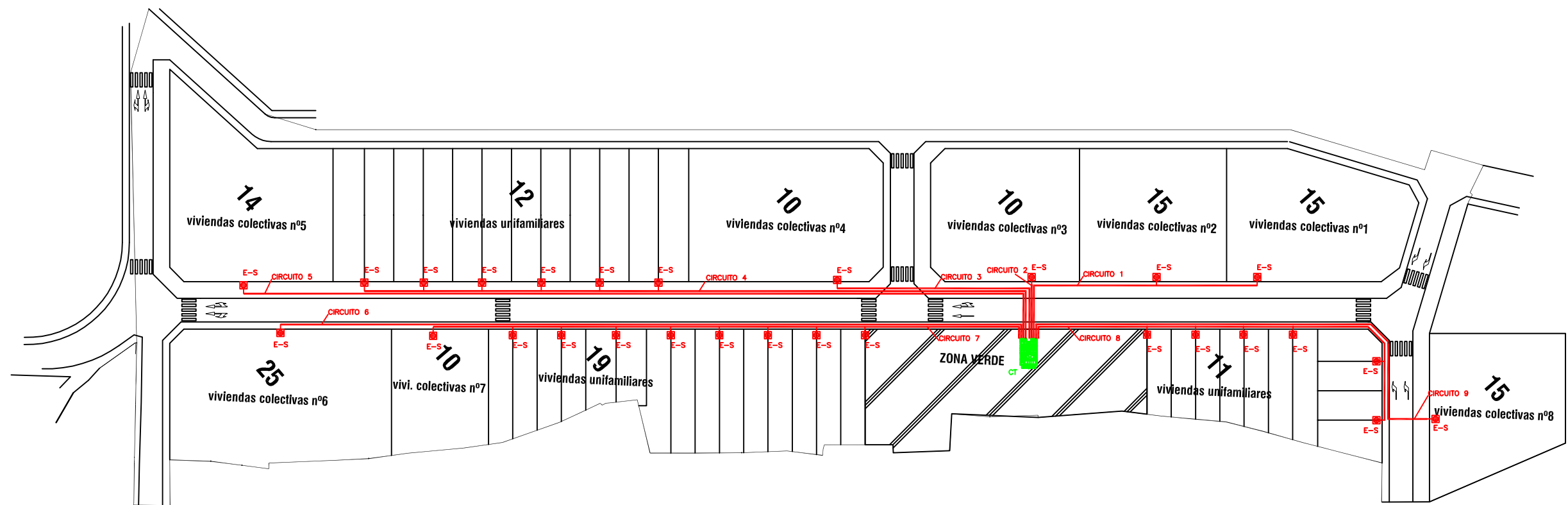
### OBSERVACIONES

LA POSICIÓN 1 SE COMPACTA MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE UN ESPESOR MÁXIMO DE 0,30 M DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 98% P.M.

EN LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA SOBREPASARAN LA LÍNEA DEL BORDILLO EN 0,50/0,80m

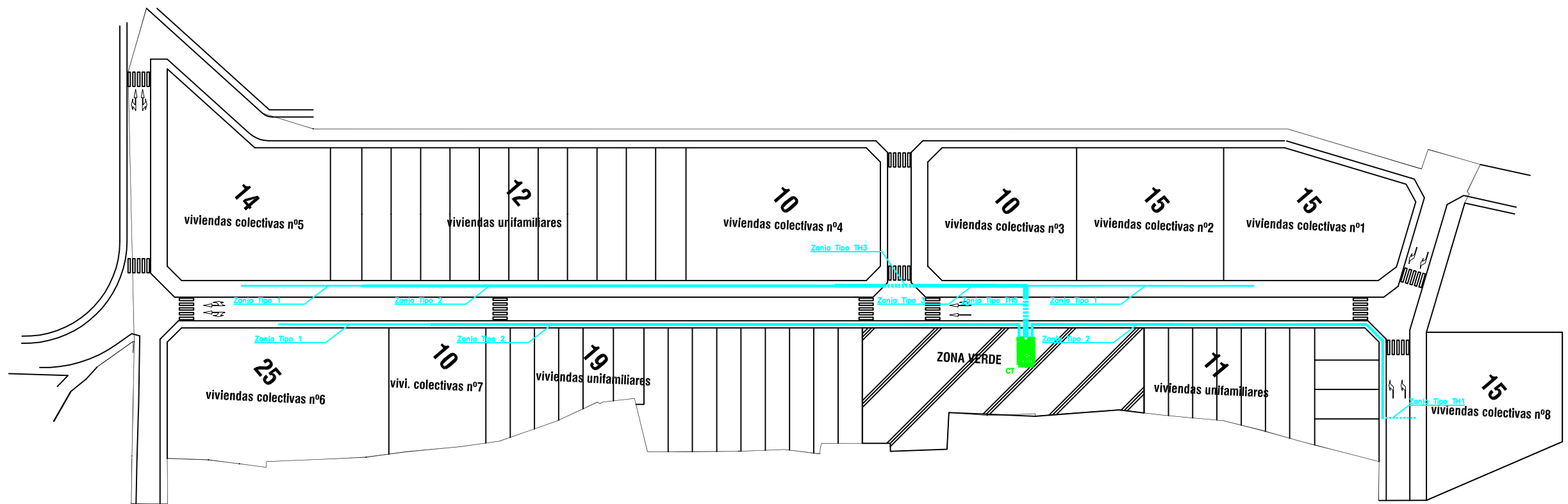
6	ml	CINTA DE POLIETILENO PARA SEÑALIZACIÓN
5	Ud	ABRAZADERA COLOCADA CADA 1,50 m
4	ml	TERNAS DE CABLES 0,6/1 kV
3	Ud	TUBO DE (PVC)
2	m3	HORMIGÓN EN MASA HM-20 (EN TODA LA LONGITUD DEL TRAZADO DE LA CALZADA)
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA.

PERFILES DE ZANJA (CRUCE DE CALZADA)		Escala: <b>1:20</b>
<b>Titulación</b>	<b>INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>	<b>Plano n°:</b> <b>5</b>
<b>Especialidad</b>	<b>SISTEMAS ELÉCTRICOS</b>	<b>Fecha:</b> <b>2012</b>
<b>El Alumno:</b>  MANUEL SANCHEZ AYALA		
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN ERZ-ENDESA		



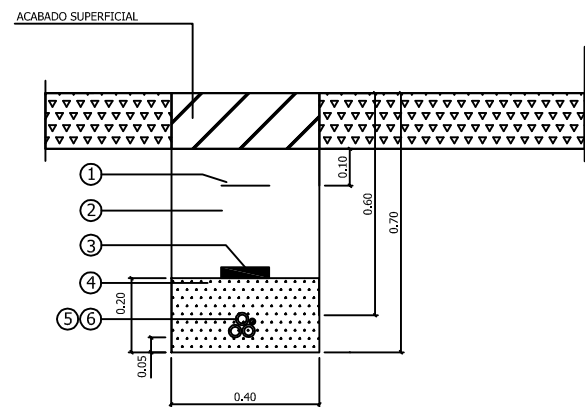
	LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN	Escala: 1:100
Titulación	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Plano nº: 6
Especialidad	SISTEMAS ELÉCTRICOS	Fecha: 2012
El Alumno:	MANUEL SANCHEZ AYALA	
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN FECSA-ENDESA		



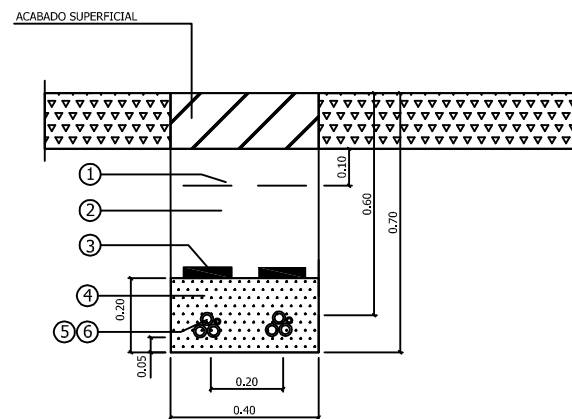


	<b>DISTRIBUCIÓN DE ZANJAS</b>		<b>Escala:</b> <b>1:100</b>
<b>Titulación</b>	<b>INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>		<b>Plano nº:</b> <b>7</b>
<b>Especialidad</b>	<b>SISTEMAS ELÉCTRICOS</b>		
<b>El Alumno:</b>	MANUEL SANCHEZ AYALA		<b>Fecha:</b> <b>2012</b>
			PROYECTO DE RED EN BT SEGUN FECSA-ENDESA

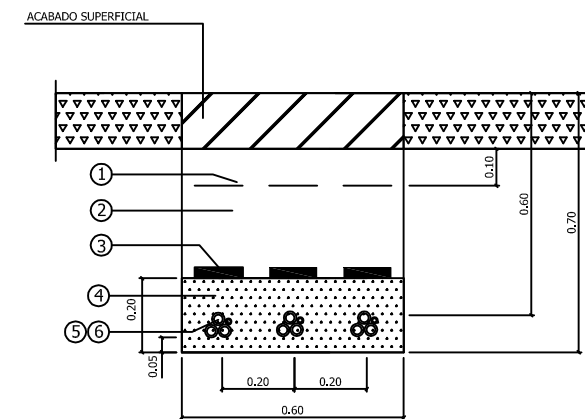
ZANJA TIPO 1:  
ZANJA TIPO POR ACERA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
Y PROTECCIÓN MECÁNICA CONVENCIONAL PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO 2:  
ZANJA TIPO POR ACERA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
Y PROTECCIÓN MECÁNICA CONVENCIONAL PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO 3:  
ZANJA TIPO POR ACERA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
Y PROTECCIÓN MECÁNICA CONVENCIONAL PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



### OBSERVACIONES

LA POSICIÓN 2 SE COMPACTA MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE UN ESPESOR MÁXIMO DE 0,30 M DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 98% P.M.

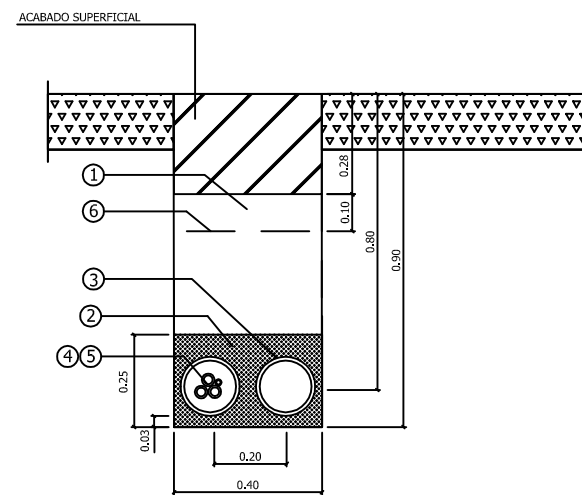
SI LA ANCHURA DE LA ZANJA ES SUPERIOR AL 50% DE LA ANCHURA DE LA ACERA LA REPOSICIÓN DEL PAVIMENTO SE EXTENDERÁ A LA TOTALIDAD DE LA ACERA.

EN EL CASO DEL TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES SE COLOCARÁ CADA 1,50 m UN SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES.

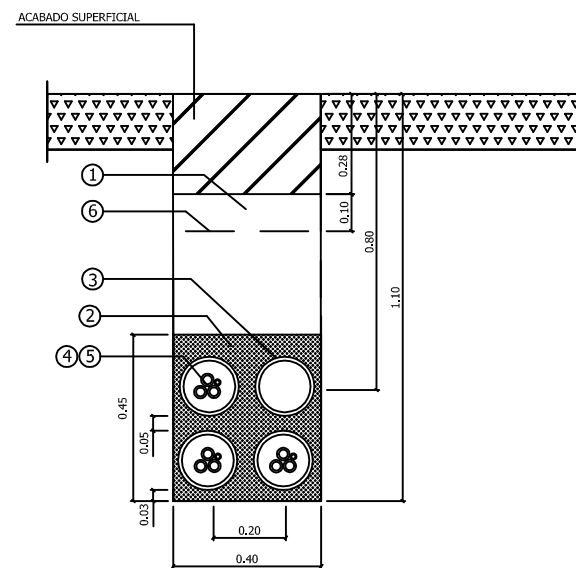
6	Ud	ABRAZADERA COLOCADA CADA 1,50 m
5	ml	TERNAS DE CABLES 0,6/1 kV
4	M3	ARENA TAMIZADA O LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
3	Ud	PROTECCIÓN MECÁNICA RASILLA O LADRILLO MACHIEBRADO
2	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA.
1	ml	CINTA DE POLIETILENO PARA SEÑALIZACIÓN

PERFILES DE ZANJA (LÍNEAS DIRECTAMENTE ENTERRADAS)		Escala: <b>1:20</b>
Titulación	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Plano n°: <b>8</b>
Especialidad	SISTEMAS ELÉCTRICOS	Fecha: <b>2012</b>
El Alumno:  MANUEL SANCHEZ AYALA		
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN FECSA-ENDESA		

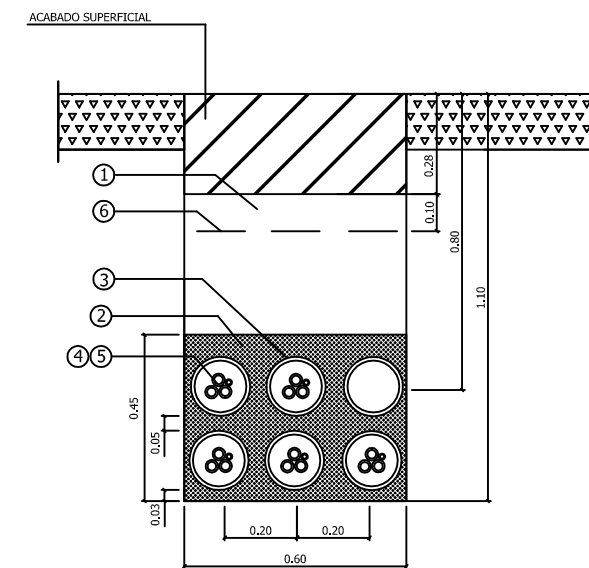
ZANJA TIPO TH1:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO TH3:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO TH5:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



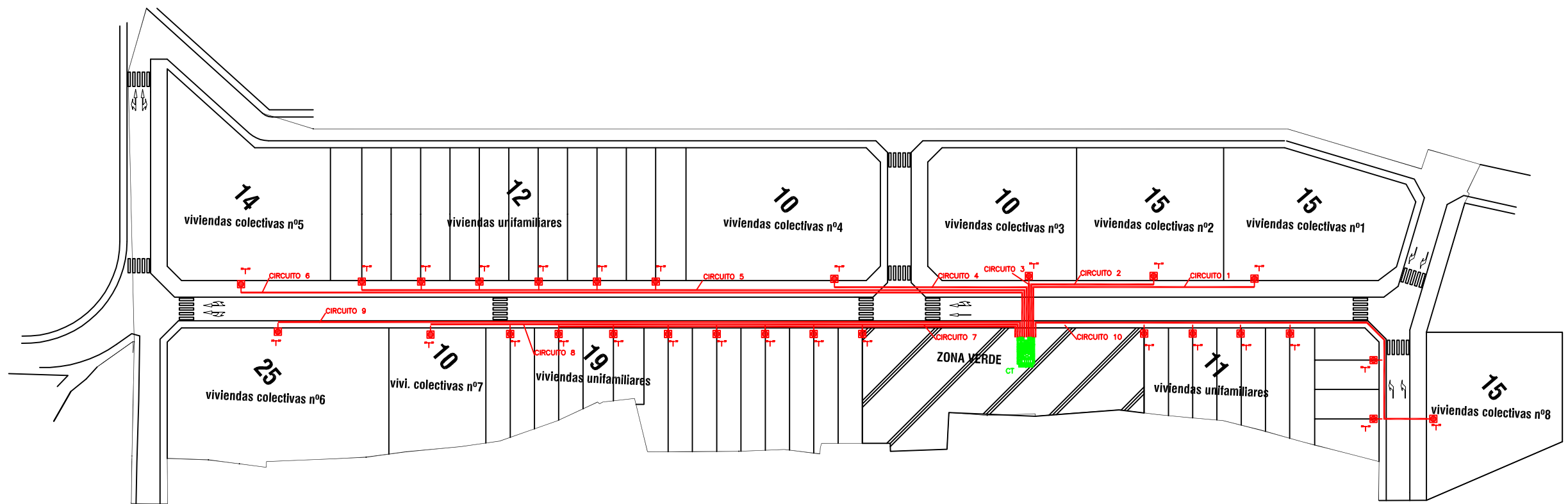
### OBSERVACIONES

LA POSICIÓN 1 SE COMPACTA MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE UN ESPESOR MÁXIMO DE 0,30 M DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 98% P.M.

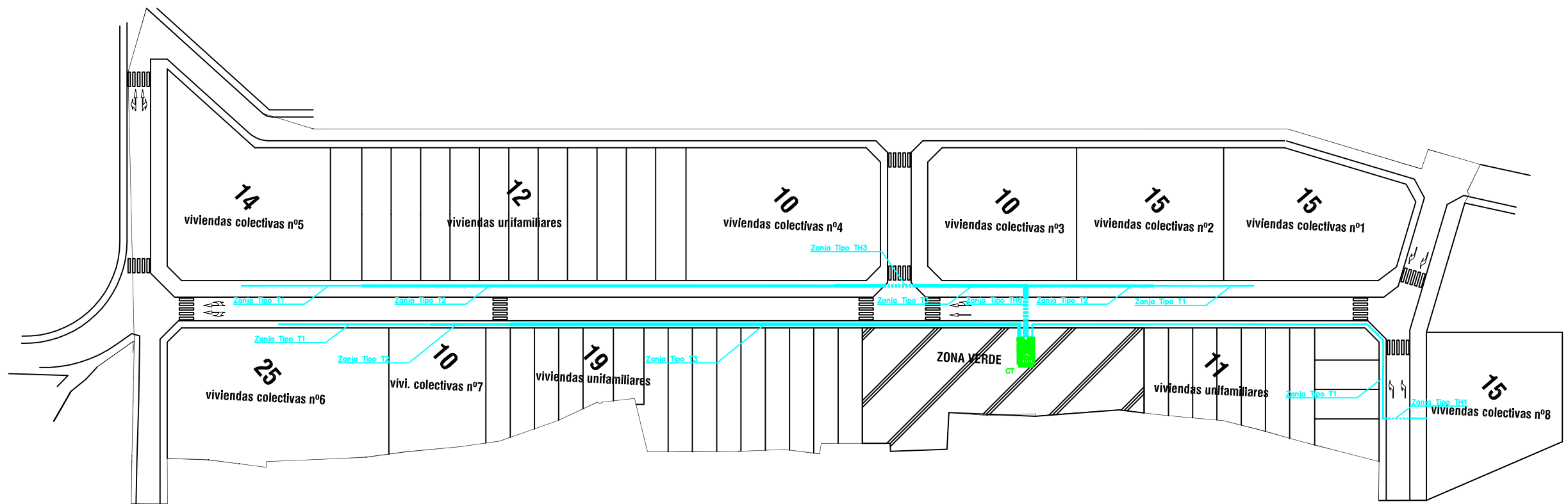
EN LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA SOBREPASARAN LA LÍNEA DEL BORDILLO EN 0,50/0,80m

6	ml	CINTA DE POLIETILENO PARA SEÑALIZACIÓN
5	Ud	ABRAZADERA COLOCADA CADA 1,50 m
4	ml	TERNAS DE CABLES 0,6/1 kV
3	Ud	TUBO DE (PVC)
2	m3	HORMIGÓN EN MASA HM-20 (EN TODA LA LONGITUD DEL TRAZADO DE LA CALZADA)
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA.

PERFILES DE ZANJA (CRUCE DE CALZADA)		Escala: <b>1:20</b>
<b>Titulación</b>	<b>INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>	<b>Plano nº:</b> <b>9</b>
<b>Especialidad</b>	<b>SISTEMAS ELÉCTRICOS</b>	<b>Fecha:</b> <b>2012</b>
<b>El Alumno:</b>  MANUEL SANCHEZ AYALA		
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN FECSA-ENDESA		

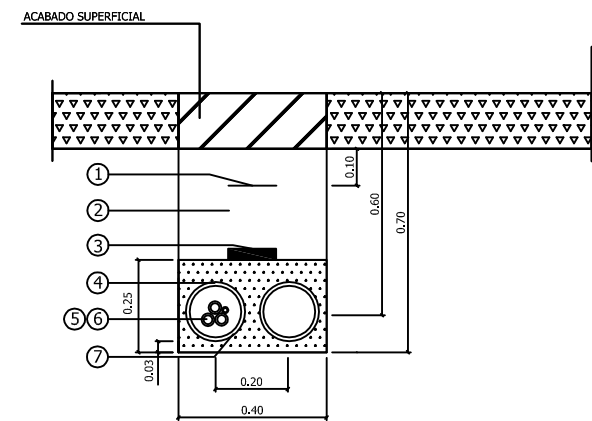


	LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN	Escala: 1:100
Titulación	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Plano nº: 10
Especialidad	SISTEMAS ELÉCTRICOS	
El Alumno:		Fecha: 2012
MANUEL SANCHEZ AYALA		
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN SEVILLANA-ENDESA		

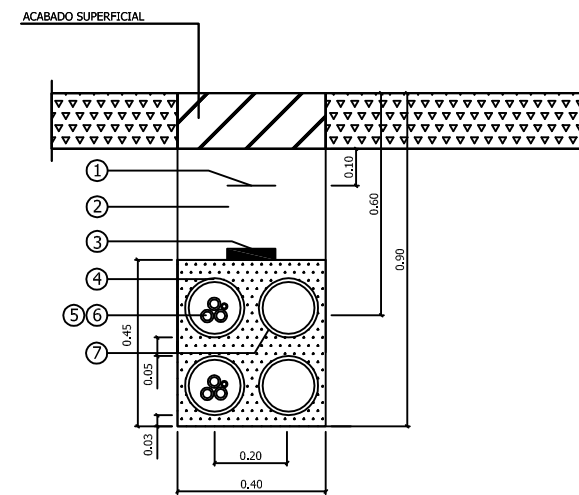


	<b>DISTRIBUCIÓN DE ZANJAS</b>	<b>Escala:</b> <b>1:100</b>
<b>Titulación</b>	<b>INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>	<b>Plano nº:</b> <b>11</b>
<b>Especialidad</b>	<b>SISTEMAS ELÉCTRICOS</b>	<b>Fecha:</b> <b>2012</b>
<b>El Alumno:</b>  MANUEL SANCHEZ AYALA		
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN SEVILLANA-ENDESA		

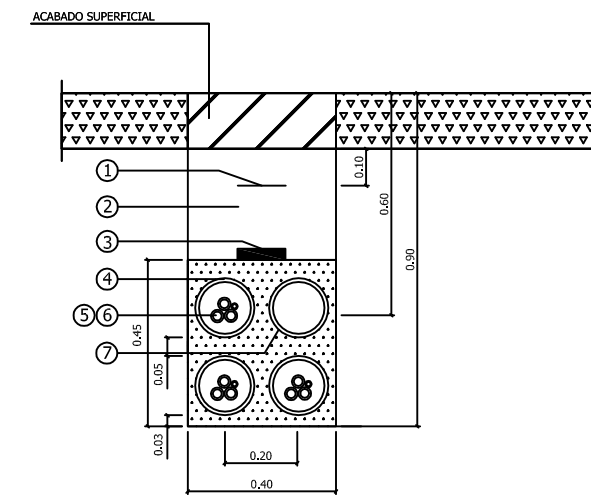
ZANJA TIPO T1:  
 ZANJA TIPO POR ACERA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
 Y PROTECCIÓN MECÁNICA CONVENCIONAL PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO T2:  
 ZANJA TIPO POR ACERA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
 Y PROTECCIÓN MECÁNICA CONVENCIONAL PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO T3:  
 ZANJA TIPO POR ACERA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
 Y PROTECCIÓN MECÁNICA CONVENCIONAL PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



### OBSERVACIONES

LA POSICIÓN 2 SE COMPACTA MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE UN ESPESOR MÁXIMO DE 0,30 M DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 98% P.M.

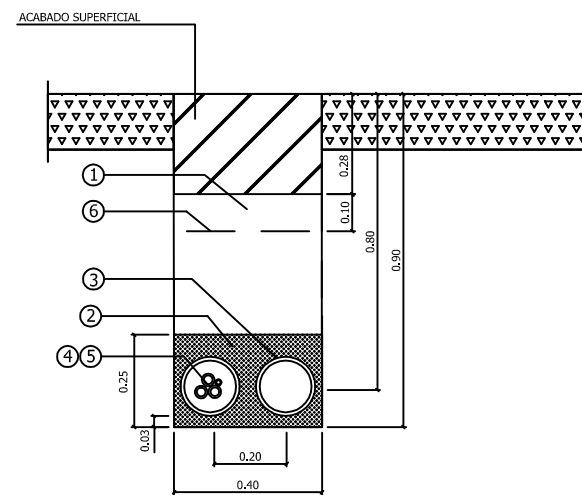
SI LA ANCHURA DE LA ZANJA ES SUPERIOR AL 50% DE LA ANCHURA DE LA ACERA LA REPOSICIÓN DEL PAVIMENTO SE EXTENDERÁ A LA TOTALIDAD DE LA ACERA.

EN EL CASO DEL TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES SE COLOCARÁ CADA 1,50 m UN SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES.

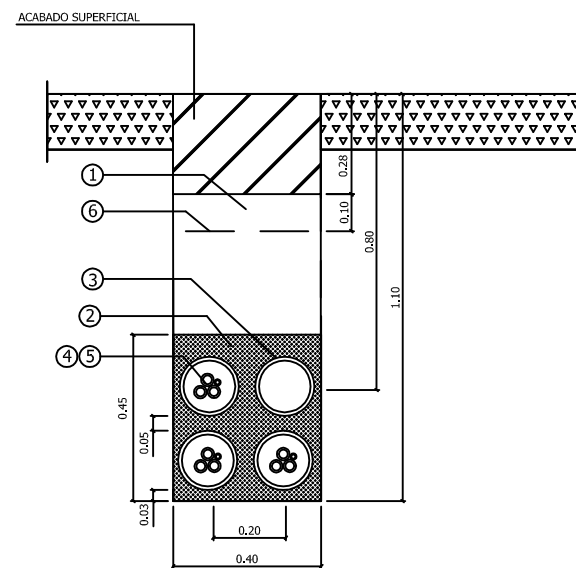
7	ml	TUBO DE (PVC)
6	Ud	ABRAZADERA COLOCADA CADA 1,50 m
5	ml	TERNAS DE CABLES 0,6/1 kV
4	M3	ARENA TAMIZADA O LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
3	Ud	PROTECCIÓN MECÁNICA RASILLA O LADRILLO MACHIEMBRADO
2	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA.
1	ml	CINTA DE POLIETILENO PARA SEÑALIZACIÓN

PERFILES DE ZANJA (BAJO TUBO EN ACERA)		Escala: <b>1:20</b>
Titulación	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Plano nº: <b>12</b>
Especialidad	SISTEMAS ELÉCTRICOS	Fecha: <b>2012</b>
El Alumno:  MANUEL SANCHEZ AYALA		
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN SEVILLANA-ENDESA		

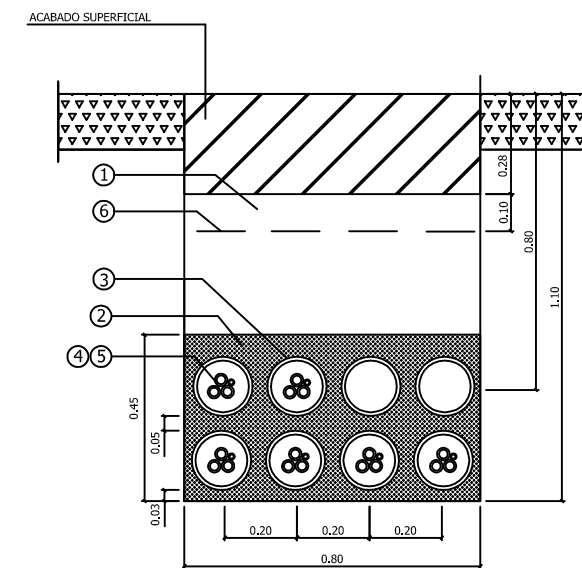
ZANJA TIPO TH1:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO TH3:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO TH6:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



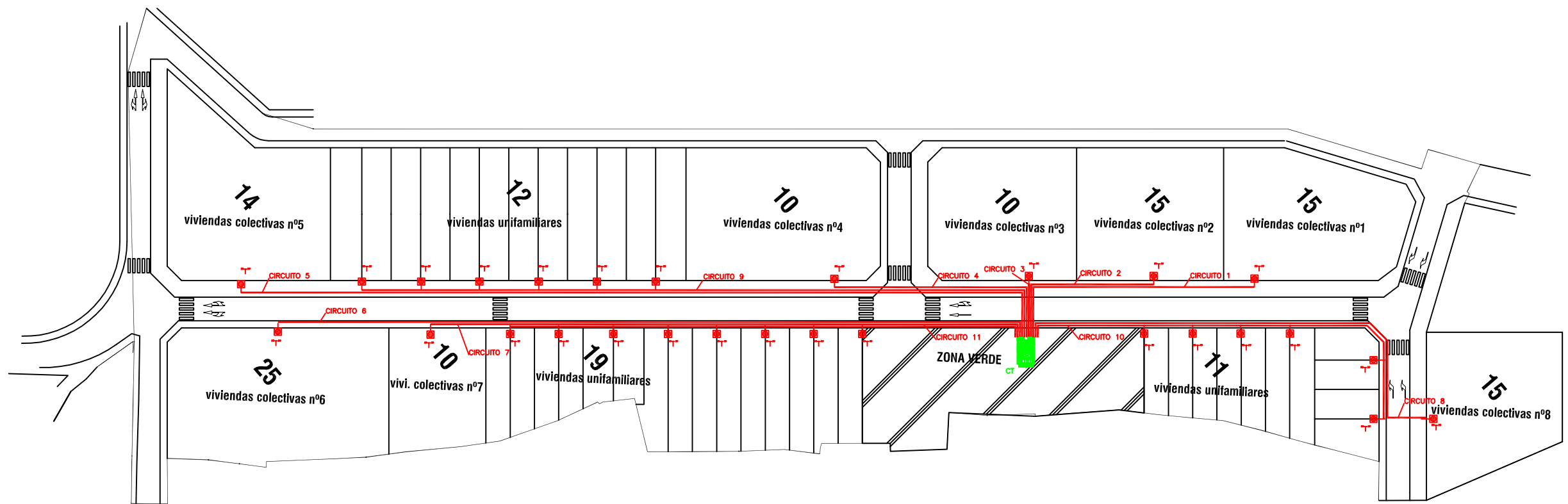
### OBSERVACIONES

LA POSICIÓN 1 SE COMPACTA MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE UN ESPESOR MÁXIMO DE 0,30 M DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 98% P.M.

EN LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA SOBREPASARAN LA LÍNEA DEL BORDILLO EN 0,50/0,80m

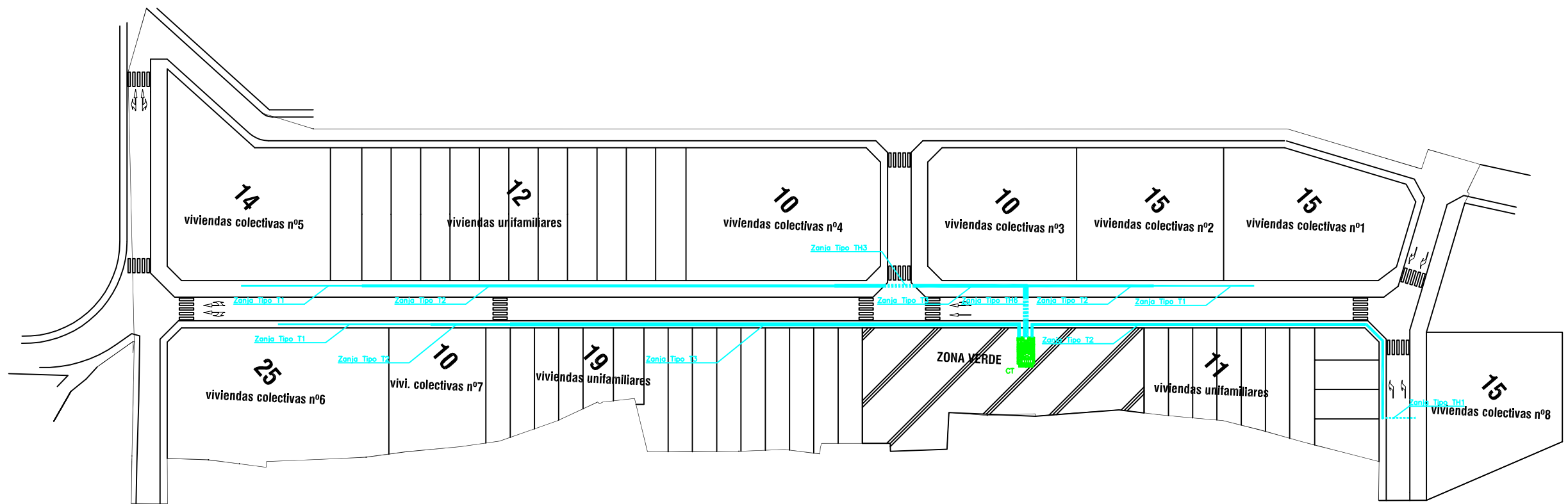
6	ml	CINTA DE POLIETILENO PARA SEÑALIZACIÓN
5	Ud	ABRAZADERA COLOCADA CADA 1,50 m
4	ml	TERNAS DE CABLES 0,6/1 kV
3	ml	TUBO DE (PVC)
2	m3	HORMIGÓN EN MASA HM-20 (EN TODA LA LONGITUD DEL TRAZADO DE LA CALZADA)
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA.

<b>Plano</b>	PERFILES DE ZANJA (CRUCE DE CALZADA)	<b>Escala:</b> 1:20
<b>Titulación</b>	INGENIERÍA INDUSTRIAL	<b>Plano nº:</b> 13
<b>Especialidad</b>	SISTEMAS ELÉCTRICOS	<b>Fecha:</b> 2012
<b>El Alumno:</b>  MANUEL SANCHEZ AYALA		
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN SEVILLANA-ENDESA		



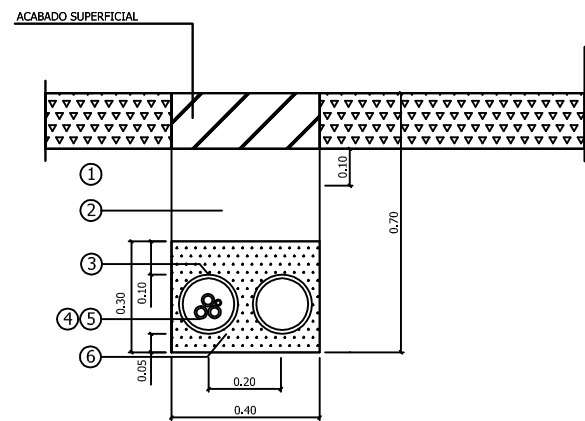
	LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN	Escala: 1:100
Titulación	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Plano nº: 14
Especialidad	SISTEMAS ELÉCTRICOS	Fecha: 2012
El Alumno:	MANUEL SANCHEZ AYALA	
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN IBERDROLA		



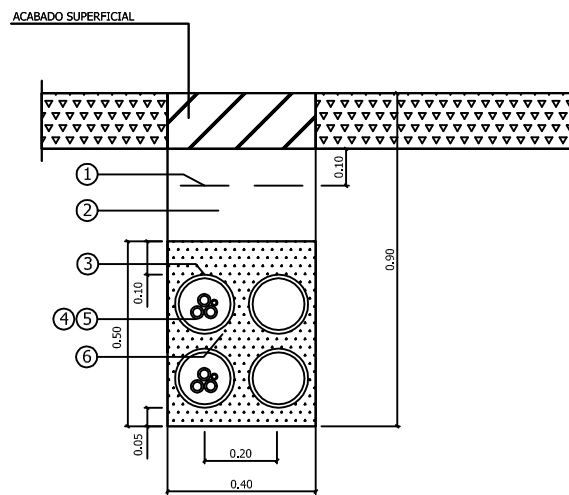


<b>DISTRIBUCIÓN DE ZANJAS</b>		<b>Escala:</b> 1:100
<b>Titulación</b>	<b>INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>	<b>Plano nº:</b> 15
<b>Especialidad</b>	<b>SISTEMAS ELÉCTRICOS</b>	
<b>El Alumno:</b>  MANUEL SANCHEZ AYALA		<b>Fecha:</b> 2012
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN IBERDROLA		

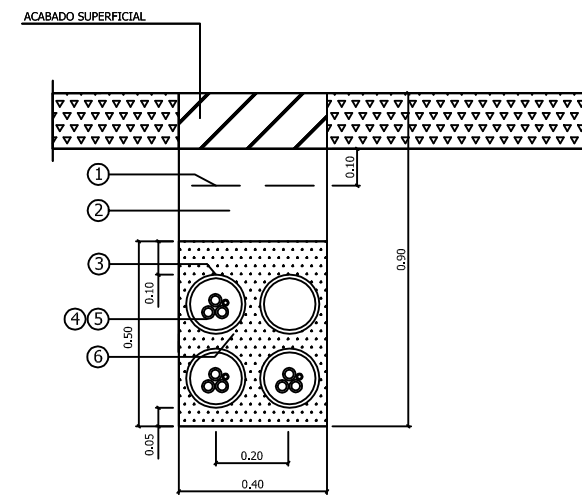
ZANJA TIPO T1:  
ZANJA TIPO POR ACERA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO



ZANJA TIPO T2:  
ZANJA TIPO POR ACERA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO



ZANJA TIPO T3:  
ZANJA TIPO POR ACERA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO



### OBSERVACIONES

LA POSICIÓN 2 SE COMPACTA MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE UN ESPESOR MÁXIMO DE 0,30 M DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 98% P.M.

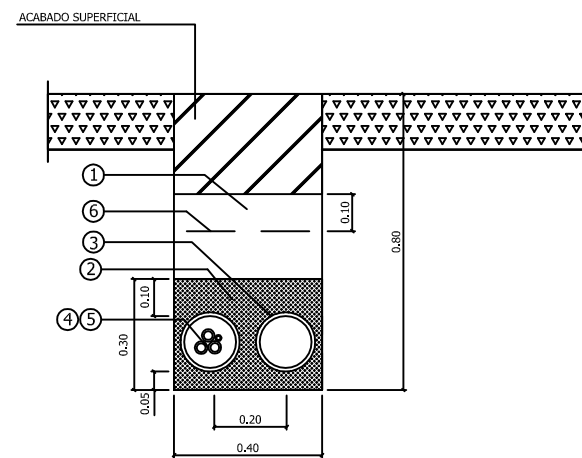
SI LA ANCHURA DE LA ZANJA ES SUPERIOR AL 50% DE LA ANCHURA DE LA ACERA LA REPOSICIÓN DEL PAVIMENTO SE EXTENDERÁ A LA TOTALIDAD DE LA ACERA.

EN EL CASO DEL TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES SE COLOCARÁ CADA 1,50 m UN SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES.

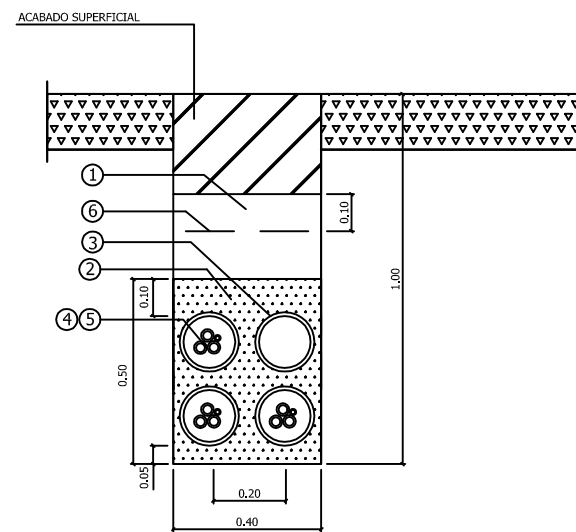
6	ml	TUBO DE (PVC)
5	Ud	ABRAZADERA COLOCADA CADA 1,50 m
4	ml	TERNAS DE CABLES 0,6/1 kV
3	M3	ARENA TAMIZADA O LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA.
1	ml	CINTA DE POLIETILENO PARA SEÑALIZACIÓN

PERFILES DE ZANJA (BAJO TUBO EN ACERA)		Escala: <b>1:20</b>
Titulación	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Plano nº: <b>16</b>
Especialidad	SISTEMAS ELÉCTRICOS	Fecha: <b>2012</b>
El Alumno:  MANUEL SANCHEZ AYALA		
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN IBERDROLA		

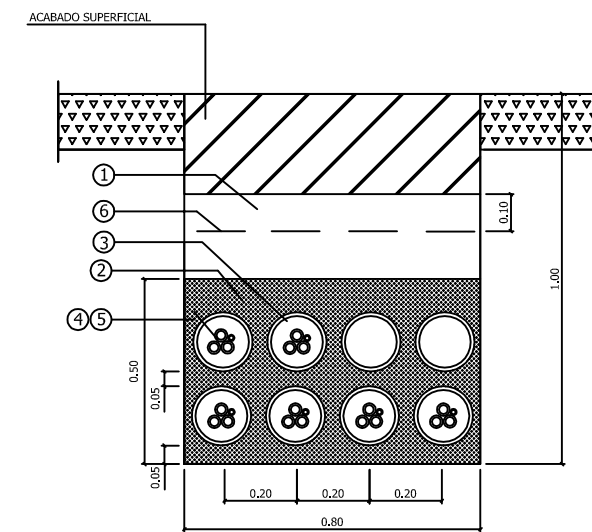
ZANJA TIPO TH1:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO TH3:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO TH6:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



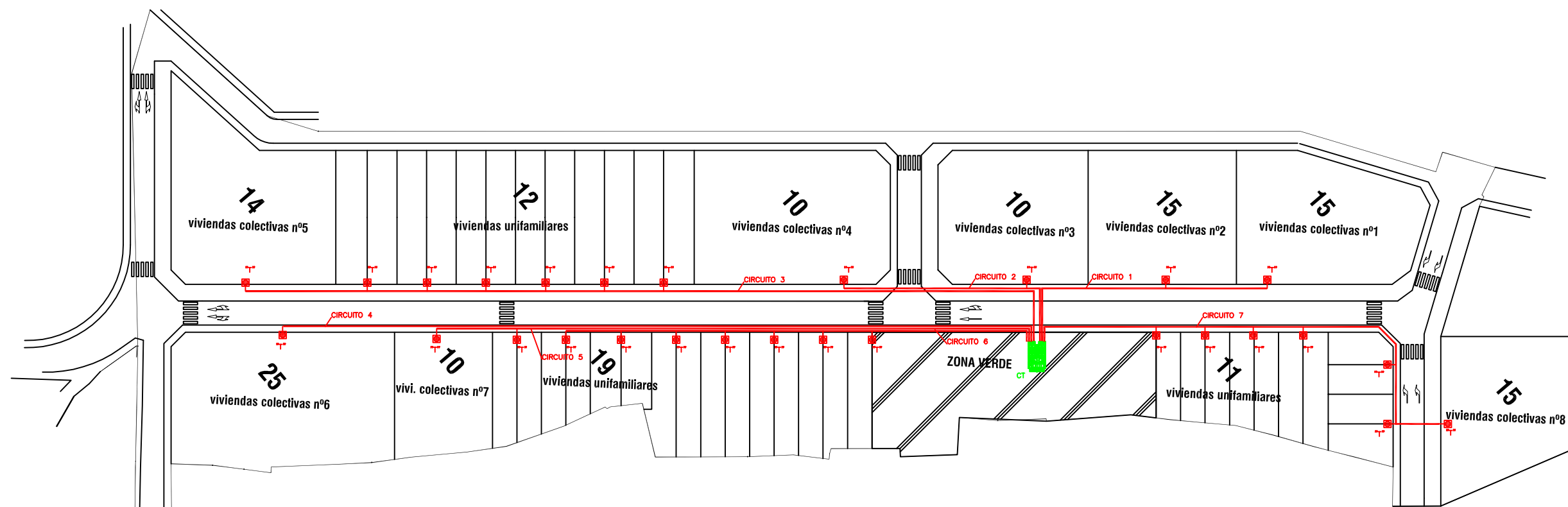
### OBSERVACIONES

LA POSICIÓN 1 SE COMPACTA MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE UN ESPESOR MÁXIMO DE 0,30 M DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 98% P.M.

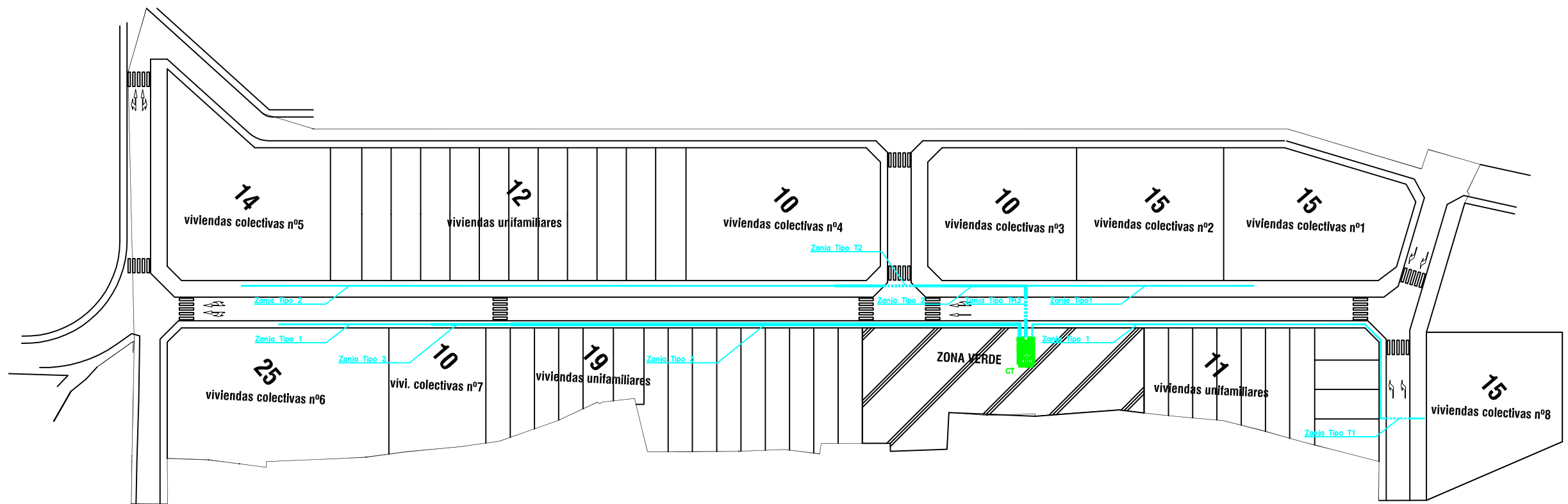
EN LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA SOBREPASARAN LA LÍNEA DEL BORDILLO EN 0,50/0,80m

6	ml	CINTA DE POLIETILENO PARA SEÑALIZACIÓN
5	Ud	ABRAZADERA COLOCADA CADA 1,50 m
4	ml	TERNAS DE CABLES 0,6/1 kV
3	Ud	TUBO DE (PVC)
2	m3	HORMIGÓN EN MASA HM-20 (EN TODA LA LONGITUD DEL TRAZADO DE LA CALZADA)
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA.

PERFILES DE ZANJA (CRUCE DE CALZADA)		Escala: <b>1:20</b>
<b>Titulación</b>	<b>INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>	<b>Plano nº:</b> <b>17</b>
<b>Especialidad</b>	<b>SISTEMAS ELÉCTRICOS</b>	
<b>El Alumno:</b>  MANUEL SANCHEZ AYALA		<b>Fecha:</b> <b>2012</b>
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN IBERDROLA		

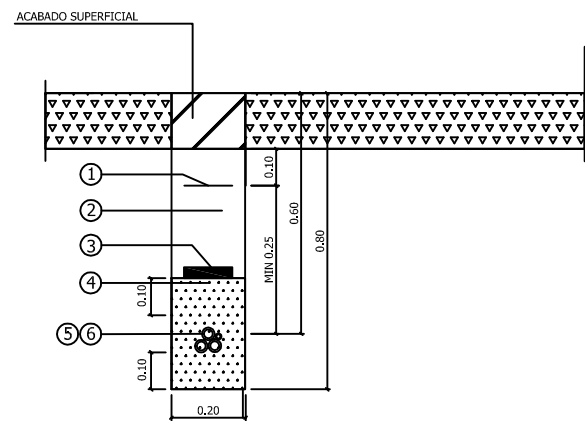


	LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN	Escala: 1:100
Titulación	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Plano nº: 18
Especialidad	SISTEMAS ELÉCTRICOS	
El Alumno:		Fecha: 2012
MANUEL SANCHEZ AYALA		
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN UNIÓN FENOSA		

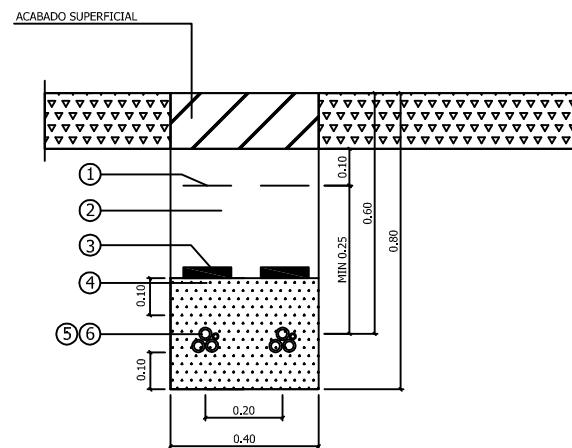


	<b>DISTRIBUCIÓN DE ZANJAS</b>		<b>Escala:</b> 1:100
<b>Titulación</b>	<b>INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>		<b>Plano nº:</b> 19
<b>Especialidad</b>	<b>SISTEMAS ELÉCTRICOS</b>		
<b>El Alumno:</b>	MANUEL SANCHEZ AYALA		<b>Fecha:</b> 2012
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN UNIÓN FENOSA			

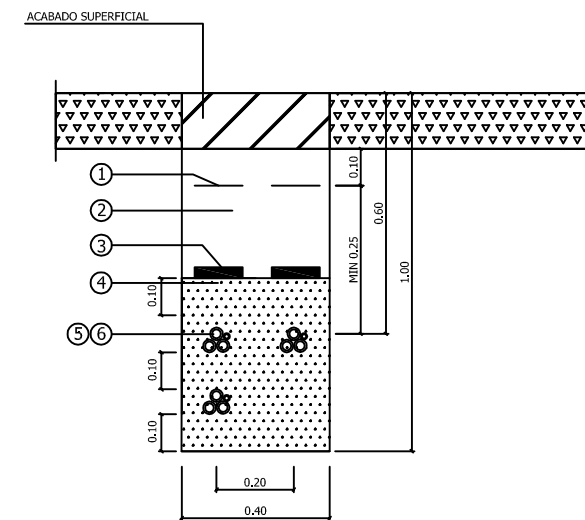
ZANJA TIPO 1:  
ZANJA TIPO POR ACERA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
Y PROTECCIÓN MECÁNICA CONVENCIONAL PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO 2:  
ZANJA TIPO POR ACERA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
Y PROTECCIÓN MECÁNICA CONVENCIONAL PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO 3:  
ZANJA TIPO POR ACERA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
Y PROTECCIÓN MECÁNICA CONVENCIONAL PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



### OBSERVACIONES

LA POSICIÓN 2 SE COMPACTA MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE UN ESPESOR MÁXIMO DE 0,30 M DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 98% P.M.

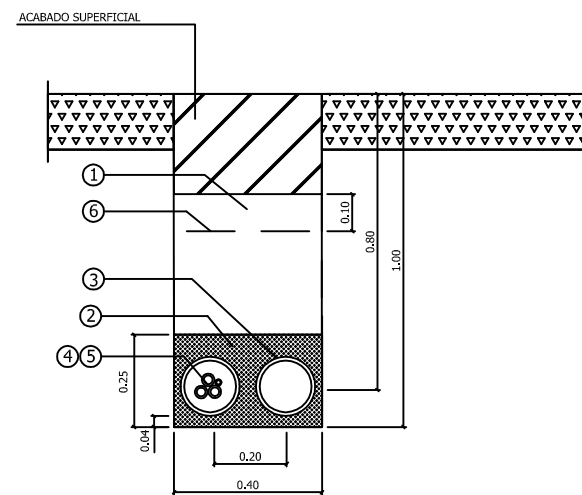
SI LA ANCHURA DE LA ZANJA ES SUPERIOR AL 50% DE LA ANCHURA DE LA ACERA LA REPOSICIÓN DEL PAVIMENTO SE EXTENDERÁ A LA TOTALIDAD DE LA ACERA.

EN EL CASO DEL TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES SE COLOCARÁ CADA 1,50 m UN SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES.

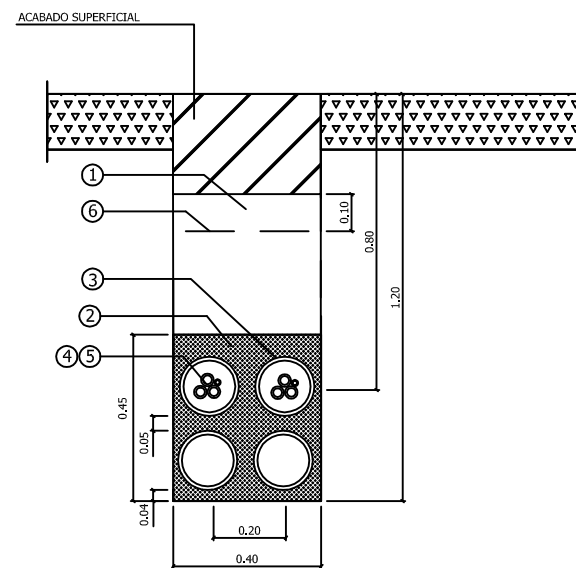
6	Ud	ABRAZADERA COLOCADA CADA 1,50 m
5	ml	TERNAS DE CABLES 0,6/1 kV
4	M3	ARENA TAMIZADA O LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
3	Ud	PROTECCIÓN MECÁNICA RASILLA O LADRILLO MACHIEMBRADO
2	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA.
1	ml	CINTA DE POLIETILENO PARA SEÑALIZACIÓN

PERFILES DE ZANJA (LÍNEAS DIRECTAMENTE ENTERRADAS)		Escala: <b>1:20</b>
Titulación	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Plano n°: <b>20</b>
Especialidad	SISTEMAS ELÉCTRICOS	Fecha: <b>2012</b>
El Alumno:  MANUEL SANCHEZ AYALA		
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN UNIÓN FENOSA		

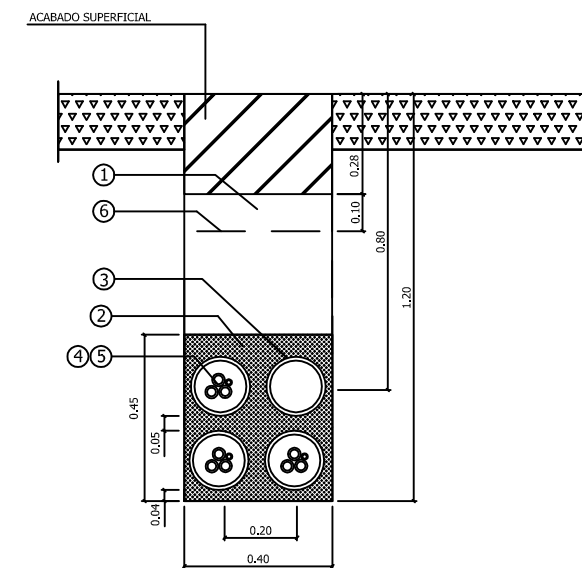
ZANJA TIPO TH1:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO TH2:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



ZANJA TIPO TH3:  
ZANJA TIPO POR CALZADA CON SEÑALIZACIÓN DE CINTA DE POLIETILENO  
PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.



### OBSERVACIONES

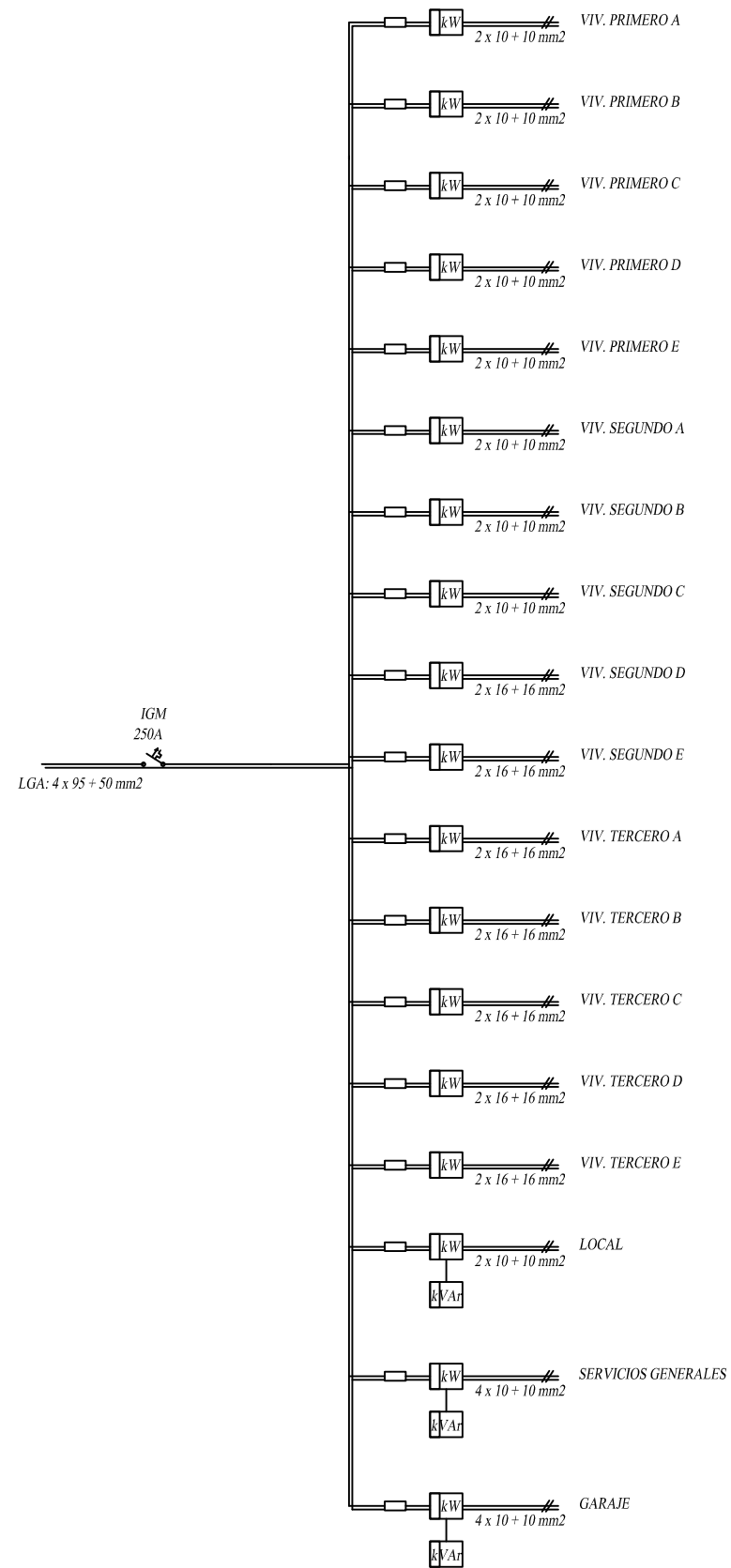
LA POSICIÓN 1 SE COMPACTA MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE UN ESPESOR MÁXIMO DE 0,30 M DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 98% P.M.

EN LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA SOBREPASARAN LA LÍNEA DEL BORDILLO EN 0,50/0,80m

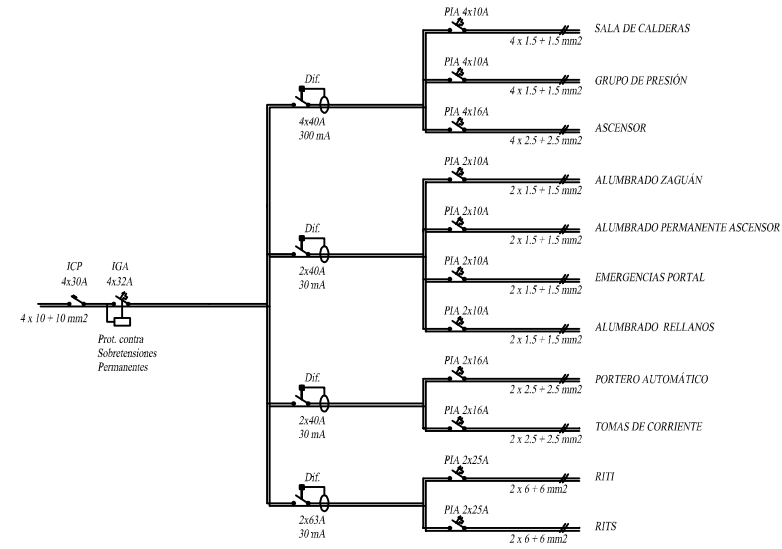
6	ml	CINTA DE POLIETILENO PARA SEÑALIZACIÓN
5	Ud	ABRAZADERA COLOCADA CADA 1,50 m
4	ml	TERNAS DE CABLES 0,6/1 kV
3	Ud	TUBO DE (PVC)
2	m3	HORMIGÓN EN MASA HM-20 (EN TODA LA LONGITUD DEL TRAZADO DE LA CALZADA)
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA.

PERFILES DE ZANJA (CRUCE DE CALZADA)		Escala: <b>1:20</b>
<b>Titulación</b>	<b>INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>	<b>Plano n°:</b> <b>21</b>
<b>Especialidad</b>	<b>SISTEMAS ELÉCTRICOS</b>	<b>Fecha:</b> <b>2012</b>
<b>El Alumno:</b>  MANUEL SANCHEZ AYALA		
PROYECTO DE RED EN BT SEGUN UNIÓN FENOSA		

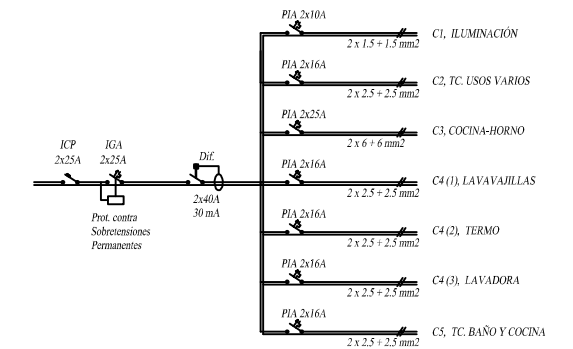
# CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES



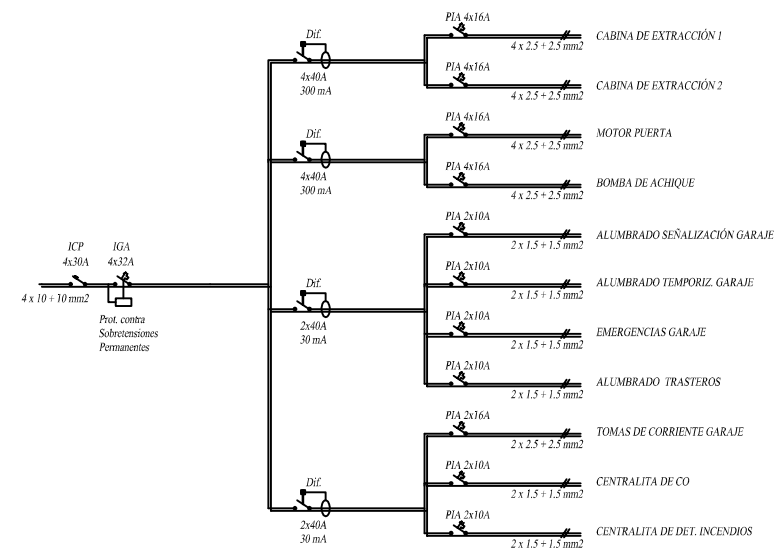
# CUADRO SERVICIOS GENERALES



# CUADRO TIPO VIV. ELECTR. BÁSICA



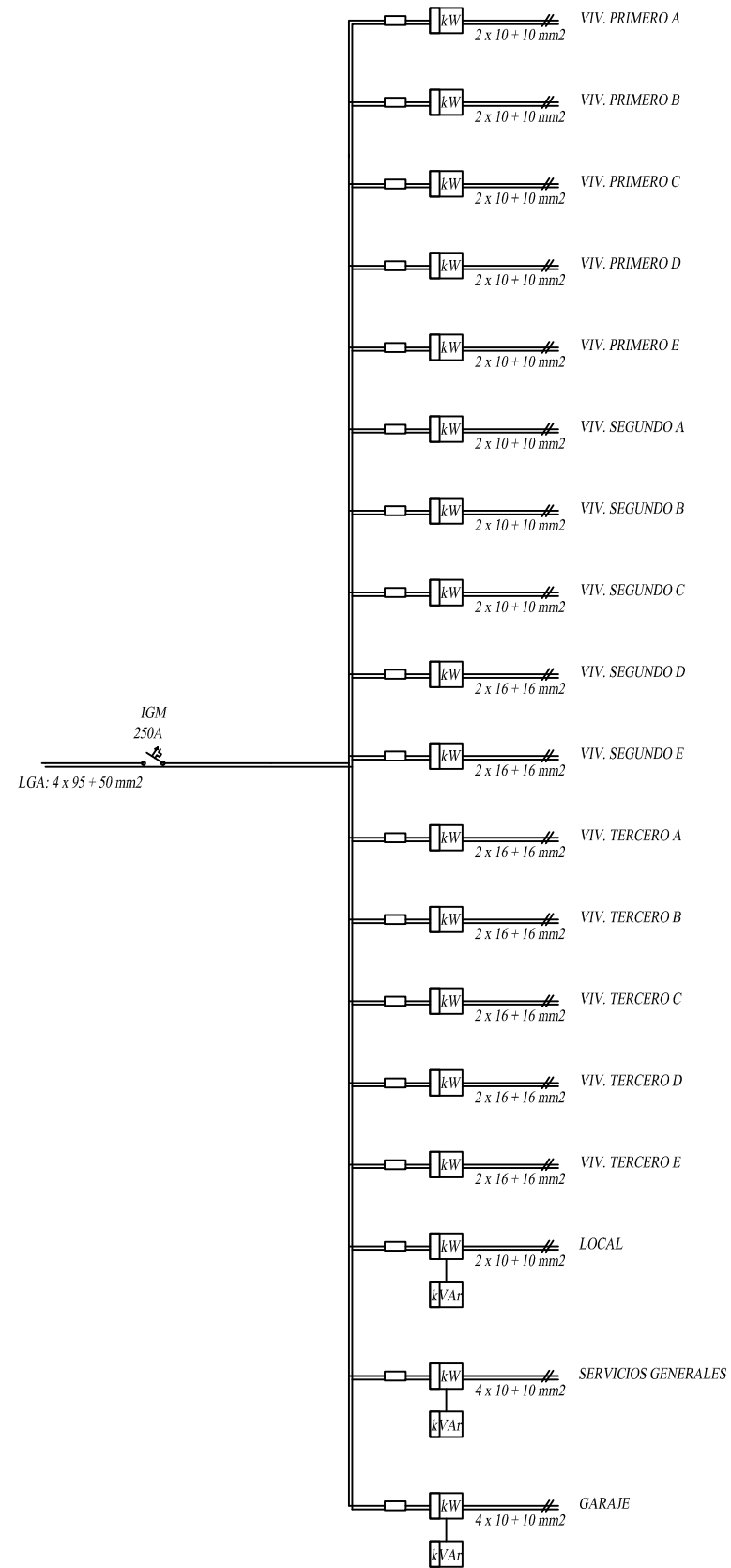
# CUADRO GARAJE



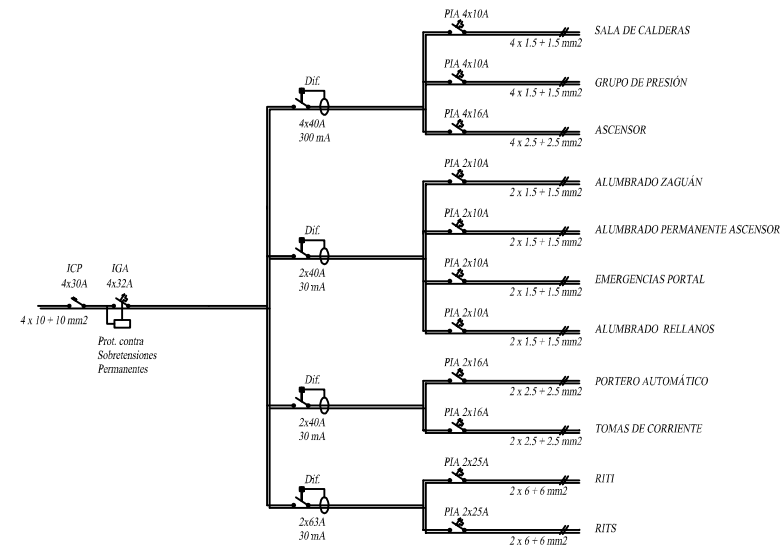
ESQUEMAS UNIFILARES EDIFICIO 1		Escala:
Titulación	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Plano nº: 22
Especialidad	SISTEMAS ELÉCTRICOS	
El Alumno:		Fecha:
MANUEL SANCHEZ AYALA		2012
PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENLACE EDIFICIO 1 SEGUN ERZ-ENDESA		



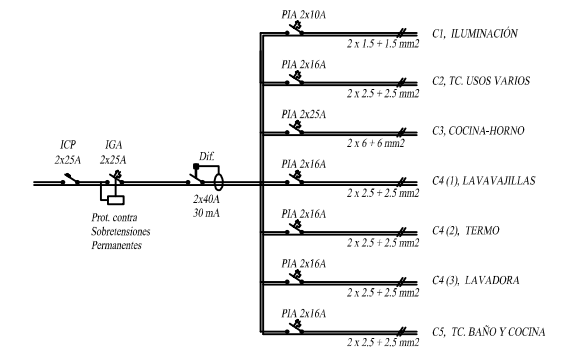
# CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES



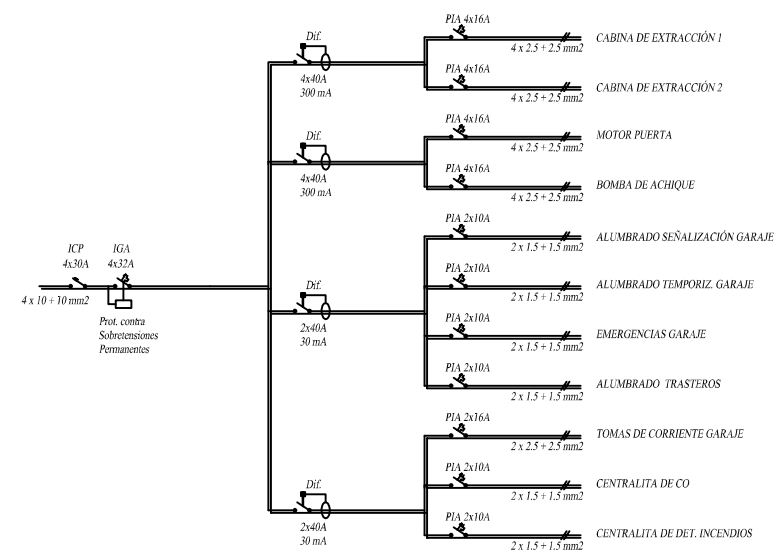
# CUADRO SERVICIOS GENERALES



# CUADRO TIPO VIV. ELECTR. BÁSICA

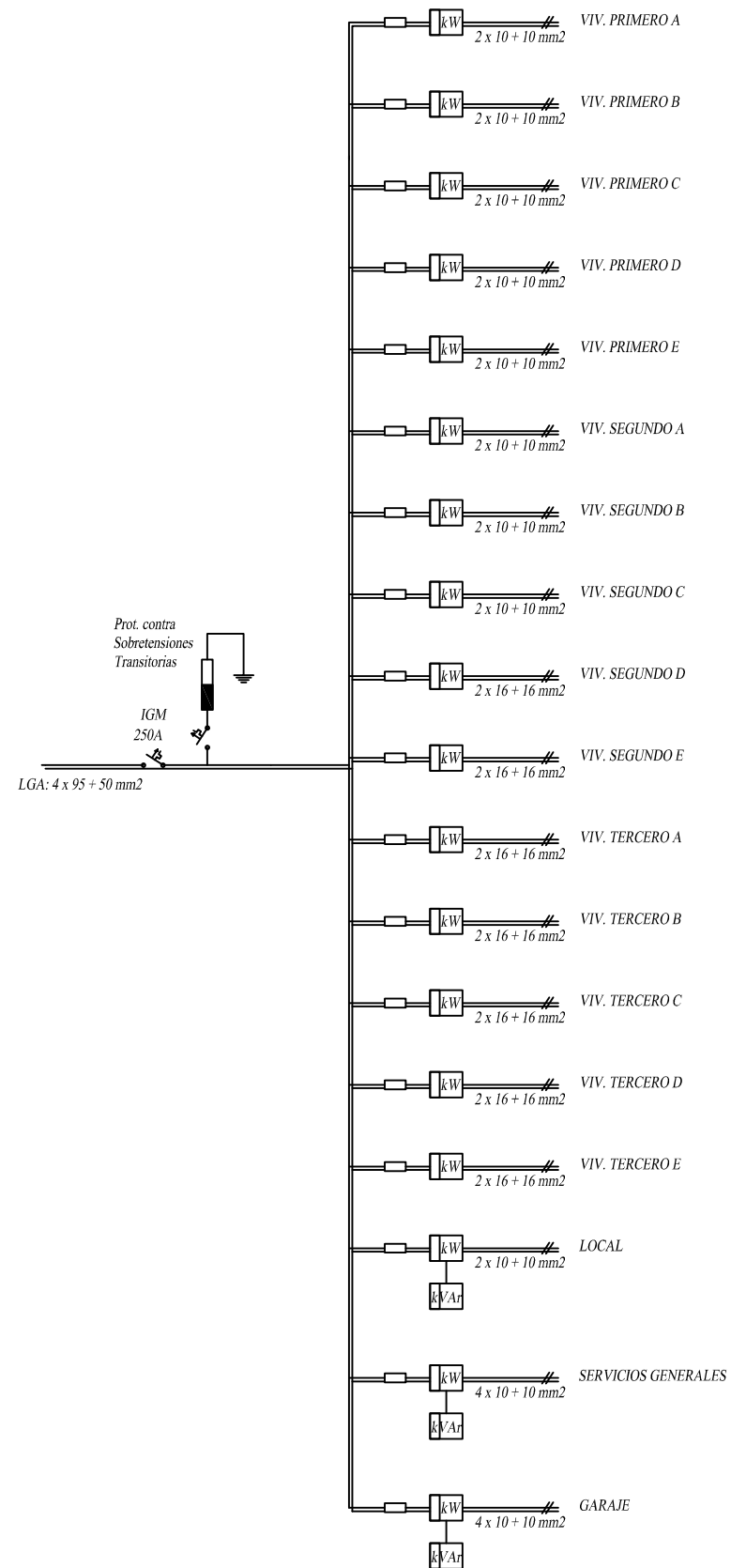


# CUADRO GARAJE

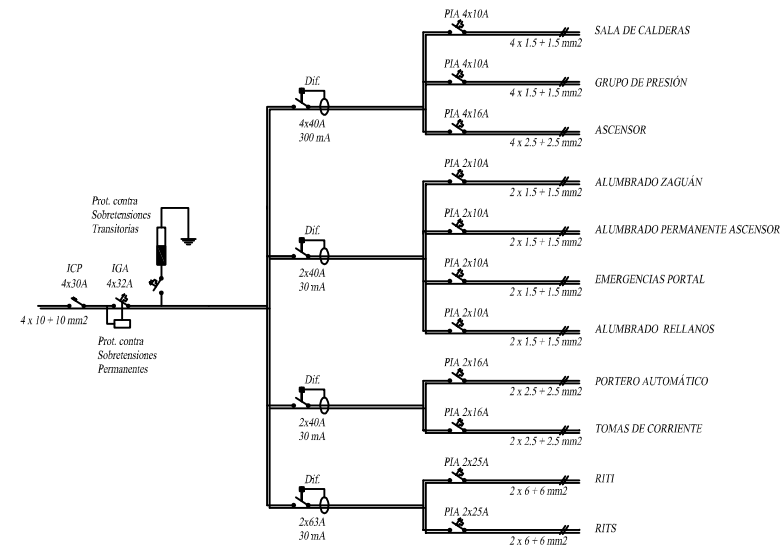


ESQUEMAS UNIFILARES EDIFICIO 1		Escala:
Titulación	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Plano nº: <b>23</b>
Especialidad	SISTEMAS ELÉCTRICOS	
El Alumno:		Fecha:
MANUEL SANCHEZ AYALA		2012
PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENLACE EDIFICIO 1 SEGUN FECSA-ENDESA		

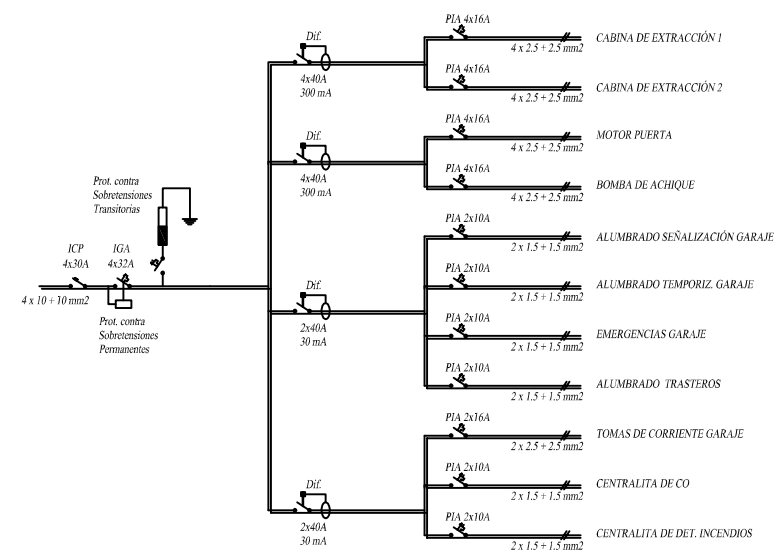
# CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES



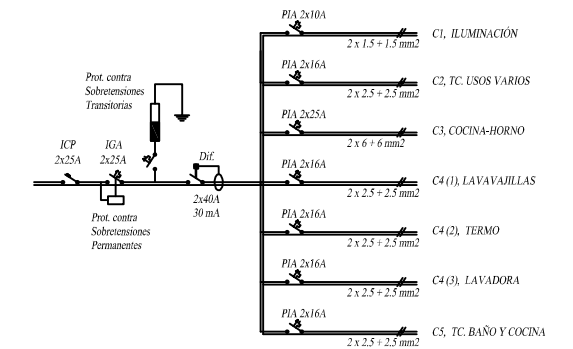
# CUADRO SERVICIOS GENERALES



# CUADRO GARAJE

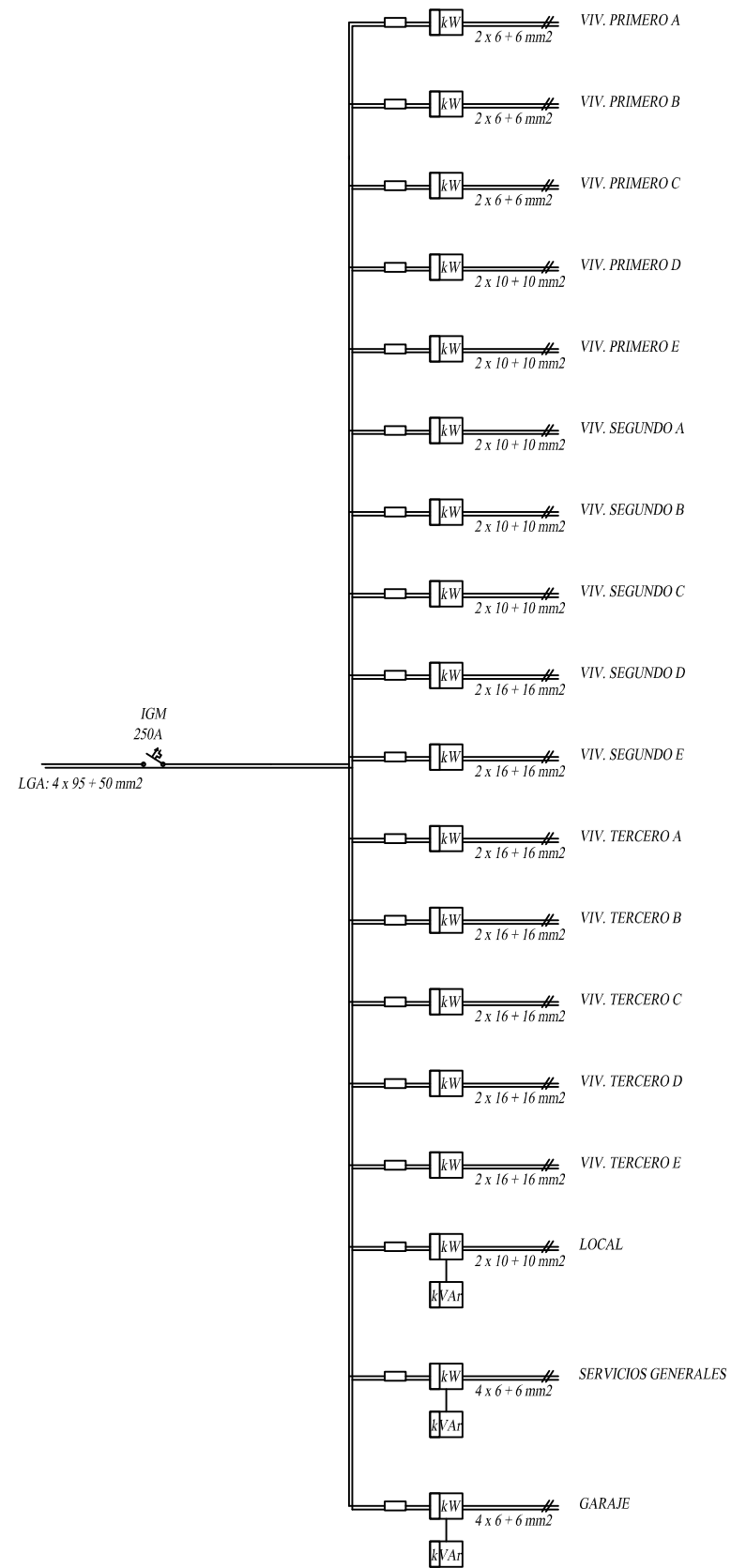


# CUADRO TIPO VIV. ELECTR. BÁSICA

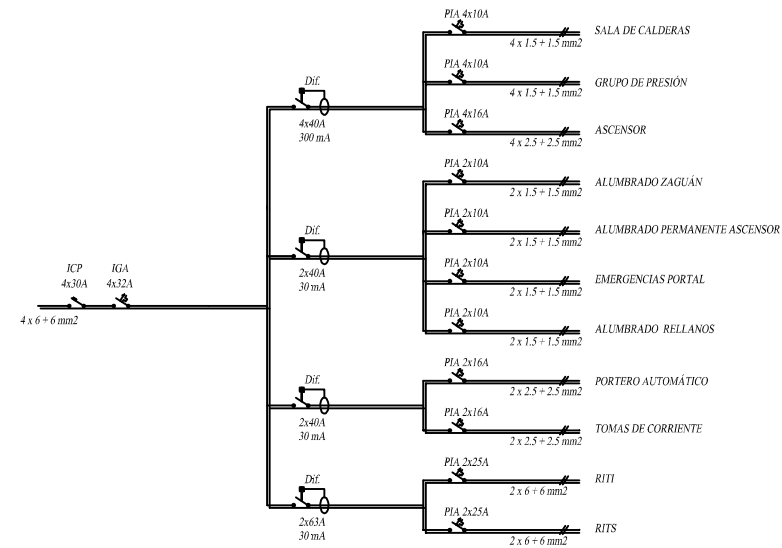


ESQUEMAS UNIFILARES EDIFICIO 1		Escala:
Titulación	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Plano nº: <b>24</b>
Especialidad	SISTEMAS ELÉCTRICOS	
El Alumno:	MANUEL SANCHEZ AYALA	Fecha: <b>2012</b>
PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENLACE EDIFICIO 1 SEGUN SEVILLANA-ENDESA		

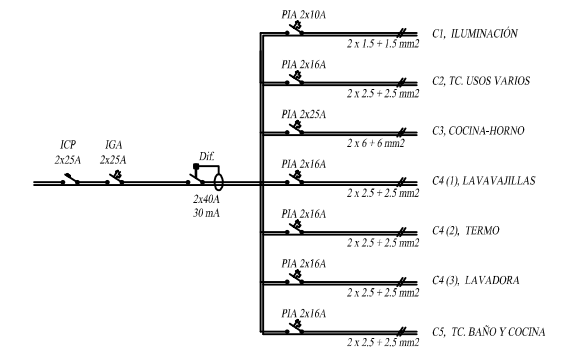
# CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES



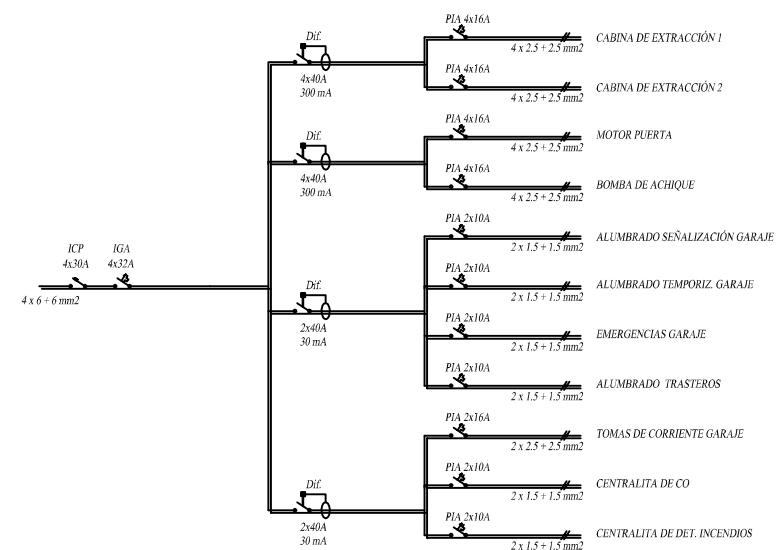
# CUADRO SERVICIOS GENERALES



# CUADRO TIPO VIV. ELECTR. BÁSICA

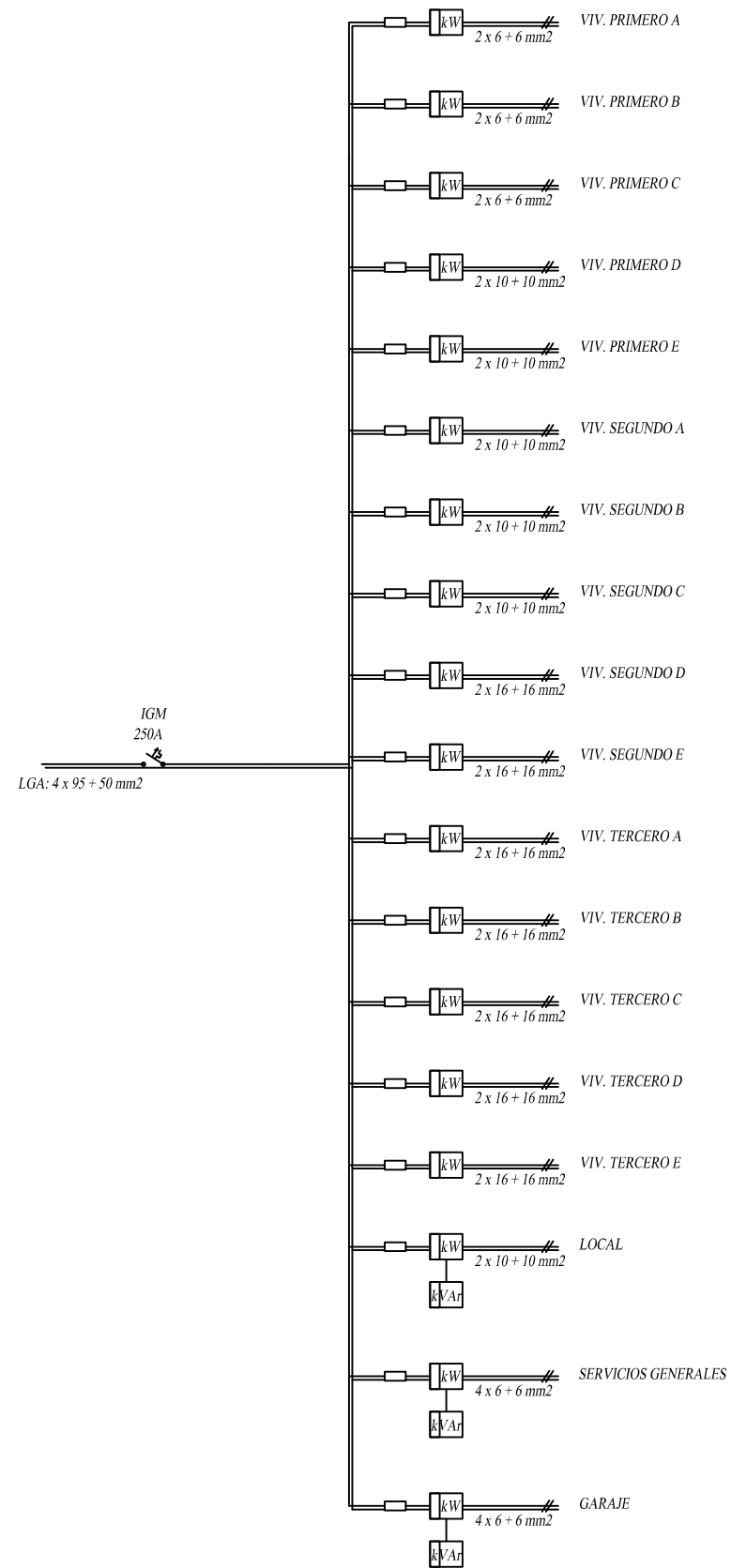


# CUADRO GARAJE

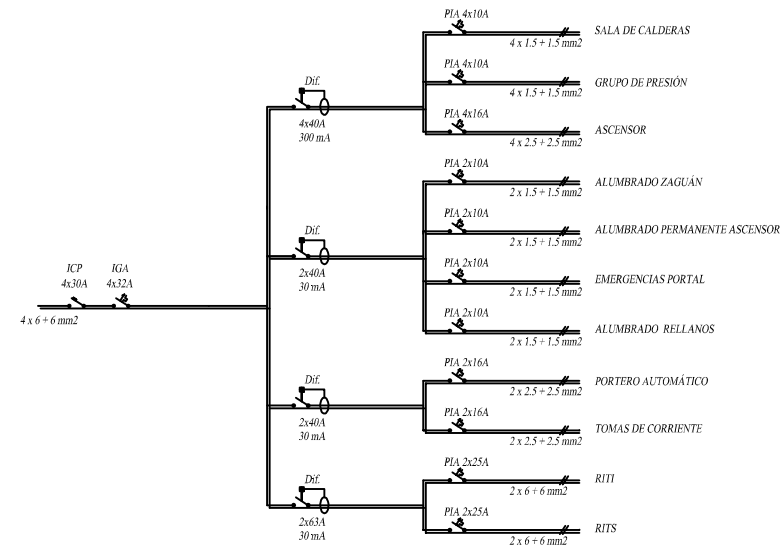


ESQUEMAS UNIFILARES EDIFICIO 1		Escala:
Titulación	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Plano nº: <b>25</b>
Especialidad	SISTEMAS ELÉCTRICOS	
El Alumno:		Fecha:
MANUEL SANCHEZ AYALA		2012
PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENLACE EDIFICIO 1 SEGUN IBERDROLA		

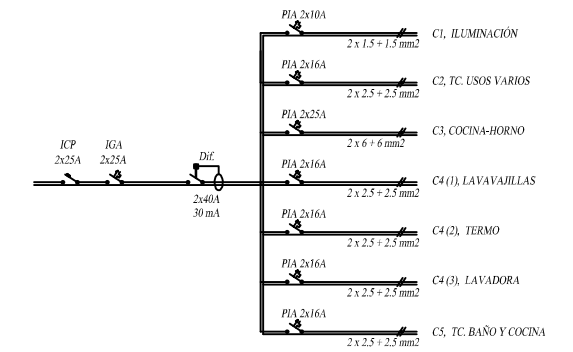
# CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES



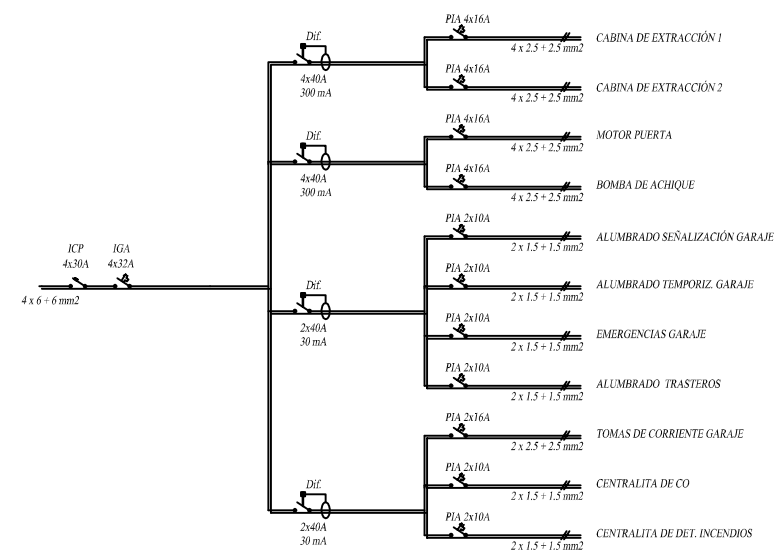
# CUADRO SERVICIOS GENERALES



# CUADRO TIPO VIV. ELECTR. BÁSICA



# CUADRO GARAJE



ESQUEMAS UNIFILARES EDIFICIO 1		Escala:
Titulación	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Plano n°: 26
Especialidad	SISTEMAS ELÉCTRICOS	
El Alumno:		Fecha:
MANUEL SANCHEZ AYALA		2012
PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENLACE EDIFICIO 1 SEGUN UNIÓN FENOSA		