



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE  
ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN EN LESAKA

Carlos Goicoechea Apezteguia

José Vicente Valdenebro García

Pamplona, 14/02/14

## **ÍNDICE: PROYECTO FIN DE CARRERA**

MEMORIA.....	3
CÁLCULOS.....	61
PLIEGO DE CONDICIONES .....	107
ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....	171
PRESUPUESTO .....	191
PLANOS .....	205

# MEMORIA

---

## ÍNDICE: MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN .....	6
1.1 Antecedentes.....	6
1.2 Autor del proyecto .....	6
1.3 Objeto del proyecto.....	6
1.4 Emplazamiento y descripción general.....	6
1.5 Reglamentación y disposiciones oficiales.....	7
1.6 Descripción de las viviendas.....	8
1.7 Descripción de usos generales comunes a las viviendas.....	9
1.8 Empresa suministradora.....	9
2. LÍNEA SUBTERRÁNEA A 20 KV .....	10
2.1 Objeto.....	10
2.2 Reglamentación y disposiciones consideradas .....	10
2.3 Trazado de la Red Subterránea de Media Tensión.....	11
2.4 Características de los Materiales.....	11
2.5 Canalización.....	13
2.6 Calculo Eléctrico .....	15
2.7 Puesta a Tierra.....	17
2.8 Protecciones .....	17
3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	19
3.1 Objeto.....	19
3.2 Reglamentación y disposiciones consideradas .....	19
3.3 Emplazamiento.....	19
3.4 Previsión de cargas .....	19
3.5 Características generales.....	20
3.6 Elementos constitutivos del CTIN.....	20
4. RED AÉREA Y SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN .....	28
4.1 Objeto.....	28
4.2 Reglamentación y disposiciones consideradas .....	28
4.3 Suministro de energía.....	28
4.4 Previsión de cargas .....	29
4.5 Línea Aérea de Baja Tensión. ....	31
4.6 Línea subterránea de Baja Tensión. ....	36
5. INSTALACIÓN INTERIOR .....	44
5.1 Objeto.....	44



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

5.2	Reglamentación.....	44
5.3	Suministro de energía.....	44
5.4	Potencia prevista de los edificios .....	44
5.5	Descripción de la instalación .....	44
5.6	Red de tierras de los edificios.....	58

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El presente proyecto destinado a Proyecto Fin de Carrera se redacta con el objeto de obtener la titulación de Ingeniero Industrial.

### 1.2 Autor del proyecto

Se redacta por el Ingeniero Industrial Carlos Goicoechea Apezteguia

### 1.3 Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto, consiste en electrificar tres bloques de viviendas de nueva construcción, para ello se proyectara la construcción de un centro de transformación, el cual se alimentara mediante una línea subterránea a 20 kV, y de líneas subterráneas y aéreas que alimenten a dichas viviendas. Asimismo se realizara el diseño y cálculo de la instalación eléctrica interior de los tres bloques de viviendas.

### 1.4 Emplazamiento y descripción general

El proyecto se sitúa próximo a la casa Lindurrea, situada en el barrio de Nabaz en el término municipal de Lesaka, correspondiente al valle de Bortziriak.

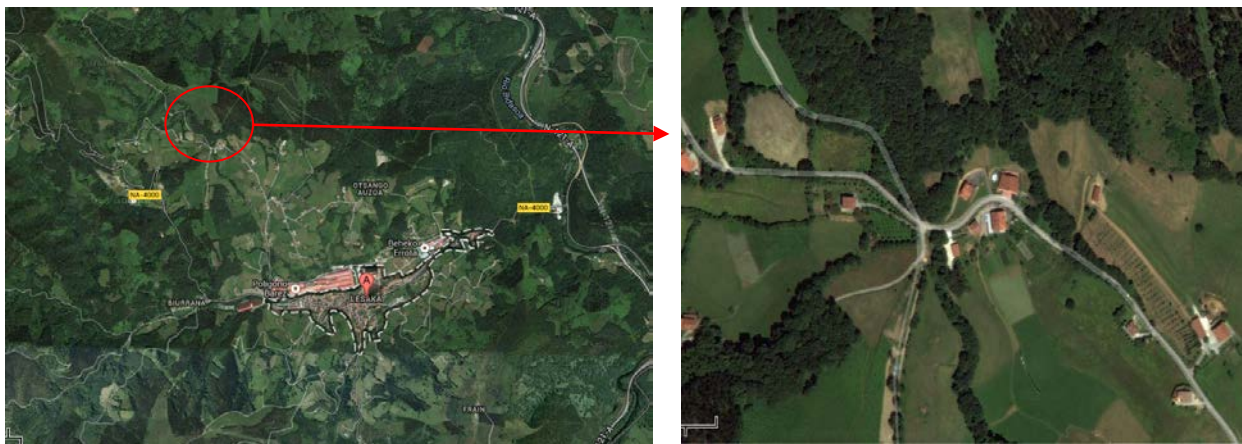


Figura 1: Situación de los bloques de viviendas.

El proyecto consiste en la construcción de una línea subterránea a 20 kV que alimente al centro de transformación proyectada, además de las líneas eléctricas aéreas y subterráneas, con el fin de proveer de suministro eléctrico las nuevas viviendas. Así como la realización de la instalación eléctrica interior de ellas.

La red de baja tensión dotara de suministro eléctrico a un total de 3 bloques de viviendas, cada una de ellas con 6 viviendas, teniendo un total de 18 viviendas. Cada vivienda tendrá un grado de electrificación básica.

### 1.5 Reglamentación y disposiciones oficiales

En la redacción de este proyecto se ha tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a centro de transformación, líneas aéreas y subterráneas e instalaciones de interior contenidas en los reglamentos siguientes:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, aprobadas por Real Decreto 223/2008 y publicado en el B.O.E. del 19/03/2008.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de Agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución de líneas eléctricas de alta tensión.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por el Real Decreto de 12-11-82 y publicado en el BOE número 288 del 1-12-82 y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Orden de 6-7-84, y publicado en el BOE número 183 del 1-8-84 y su última modificación de Orden Ministerial de 10 de Marzo de 2000, publicada en el BOE número 72 de 24 de Marzo de 2000 y la corrección de erratas publicadas en el BOE número 250 del 18 de Octubre de 2000.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002, y publicado en el B.O.E. nº 224 a fecha 18 Septiembre de 2002.
- Ley 31/1995 de 5 de Noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales y Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Decreto Foral del Gobierno de Navarra 129/1991 de 4 de Abril, sobre Normas Técnicas que las Instalaciones Eléctricas deben reunir para la protección de la Avifauna, publicado en el B.O. de Navarra de 26 de Abril de 1991.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Además se han aplicado las normas Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U. existentes, y en su defecto las recomendaciones UNESA, normas UNE, EN, recomendaciones de la Comisión Internacional de la Iluminación C.I.E y documentos de Harmonización HD. Se tendrá en cuenta las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los Organismos públicos afectados.

## 1.6 Descripción de las viviendas

Los edificios a proyectar estarán destinados al uso de viviendas y trasteros.

La urbanización de viviendas la componen tres edificios totalmente independientes. Alrededor de cada edificio hay zonas ajardinadas que rodean los edificios. En total hay 6 viviendas por cada edificio, en total 18 viviendas. Cada edificio consta de una única escalera, para acceder a las viviendas como a los trasteros. Los tres bloques son iguales, teniendo una altura de 3 plantas, siendo la última planta la zona de los trasteros.

Todas las viviendas son de una única habitación, repartidos entre la planta baja y las plantas 1 y 2. Las dimensiones de las viviendas no son las mismas, las dimensiones de cada una de ellas se muestran en la tabla 2.1.

Su distribución es la siguiente:

ESCALERA 1					
<b>BLOQUE 1</b>	Bajo A	<b>BLOQUE 2</b>	Bajo A	<b>BLOQUE 3</b>	Bajo A
	Bajo B		Bajo B		Bajo B
	1º A		1º A		1º A
	1º B		1º B		1º B
	2º A		2º A		2º A
	2º B		2º B		2º B
<b>Total Viviendas</b>		<b>18</b>			

Tabla 1: Distribución viviendas.

Las dimensiones de cada vivienda son las siguientes:

BLOQUES 1,2 y 3				
Área (m <sup>2</sup> )	Bajo A	Bajo B	1º-2º A	1º-2º B
Salón-Cocina	15,07	7,84	18,72	7,84
Baño	2,85	3,12	2,85	3,12
Dormitorio	8,44	7,92	8,44	7,92
Pasillo	1,12	0,72	1,12	0,72
Terraza	-	45	-	-

Tabla 2: Dimensiones viviendas.

### **1.7 Descripción de usos generales comunes a las viviendas**

Para cada bloque de viviendas dispondremos de las siguientes instalaciones de servicios comunes:

- Alumbrado escaleras.
- Alumbrado portal.

### **1.8 Empresa suministradora**

El suministro de energía eléctrica se realiza por medio de la empresa IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A., de acuerdo con las siguientes características:

**Empresa Suministradora:** IBERDROLA

**Clase Corriente:** Alterna trifásica

**Frecuencia:** 50 Hz

**Clase:** A

**Tensión Nominal Normalizada:** 20 kV

**Tensión Nominal de Utilización:** 20 kV

**Tensión más Elevada para el Material:** 24 kV

## **2. LÍNEA SUBTERRÁNEA A 20 KV**

### **2.1 Objeto**

En el presente apartado se definirán las características técnicas y de diseño de la red de media tensión, la cual alimentara el Centro de Transformación proyectado.

### **2.2 Reglamentación y disposiciones consideradas**

Para la elaboración del presente apartado se han tenido en cuenta la siguiente documentación:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias, según R.D. 223/0.8 de 15 de febrero.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Decreto 12.224/1984, y publicado en el B.O.E. 1-8-84, junto a las modificaciones posteriores
- Orden de 10 de Marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- El decreto 131/1997, de 16 de noviembre, por el que se fijan los requisitos que han de cumplir las actuaciones urbanísticas en relación con las infraestructuras eléctricas.
- Normas particulares de la empresa distribuidora de la electricidad.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de Agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución de líneas eléctricas de alta tensión.
- Decreto Foral del Gobierno de Navarra 129/1991 de 4 de Abril, sobre Normas Técnicas que las Instalaciones Eléctricas deben reunir para la protección de la Avifauna, publicado en el B.O. de Navarra de 26 de Abril de 1991.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Además de las normal IBERDROLA que existan, y en su defecto normas UNE-EN y documentos de Armonización HD, se tendrán en cuenta las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los Organismos públicos afectados.

“A los efectos de Autorizaciones Administrativas de Declaración en Concreto de Utilidad Pública y ocupaciones de terreno e imposiciones de servidumbres, se aplicara lo previsto en el Capítulo V del Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre de 2000, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y

Procedimientos de Autorización de Instaladores de Energía Eléctrica, en su defecto de la reglamentación Autonómica que le fuese de aplicación”.

### 2.3 Trazado de la Red Subterránea de Media Tensión

La línea subterránea de Media Tensión, que aportara suministro eléctrico al Centro de Transformación Integrado (CTIN) de Compañía, se realizara desde una línea subterránea de Media Tensión existente de aluminio 12/20 kV, de sección 150 mm<sup>2</sup>. Concretamente la nueva línea de media tensión se entronca en la línea STR LESAKA – IGANTZI. A esta línea se conectarán las líneas de entrada y salida para el Centro de Transformación objeto de este proyecto.

Se realizara con conductor de aluminio de tensión nominal 12/20 kV y de denominación HEPRZ1 12/20 de 150 mm<sup>2</sup> de sección.

La línea subterránea discurrirá por terrenos del Ayuntamiento de Lesaka y de Ramón María Zozaya Larralde.

### 2.4 Características de los Materiales

A continuación se muestran algunas de las características generales de los cables y accesorios necesarios para la ejecución del proyecto.

#### 2.4.1 Línea

Clase de corriente: alterna trifásica.

Frecuencia: 50 Hz.

Tensión nominal: 20 kV.

Tensión más elevada para el material: 24 kV.

Clase: A.

#### 2.4.2 Conductor

Como conductor de esta instalación se utilizará cable HEPRZ1 de Aluminio de 3 (1x150) mm<sup>2</sup> de sección.

Las principales características serán:

Tensión nominal	<b>12/20 kV.</b>
Tensión más elevada	<b>24 kV.</b>
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	<b>125 kV.</b>
Tensión soportada nominal de corta duración a	<b>50 kV.</b>

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

frecuencia industrial

Las características esenciales son:

Conductor	Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022.
Pantalla sobre el conductor	Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.
Aislamiento	Etileno propileno (HEPR)
Pantalla sobre el aislamiento	Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre
Cubierta	Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
Tipos seleccionados	Los reseñados en la siguiente tabla.

Tipo constructivo	Tensión Nominal kV	Sección Conductor mm <sup>2</sup>	Sección Pantalla mm <sup>2</sup>
HEPRZ1	12/20	150	16

Tabla 3: Cable HEPRZ1 12/20 seleccionado para la red de MT.

Otras características también importantes son:

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Max. A 105 °C Ω/km	Reactancia por fase Ω/km	Capacidad μF/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368

Tabla 4: Características del cable HEPRZ1.

Temperatura máxima en servicio permanente: 105 °C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s: 250 °C



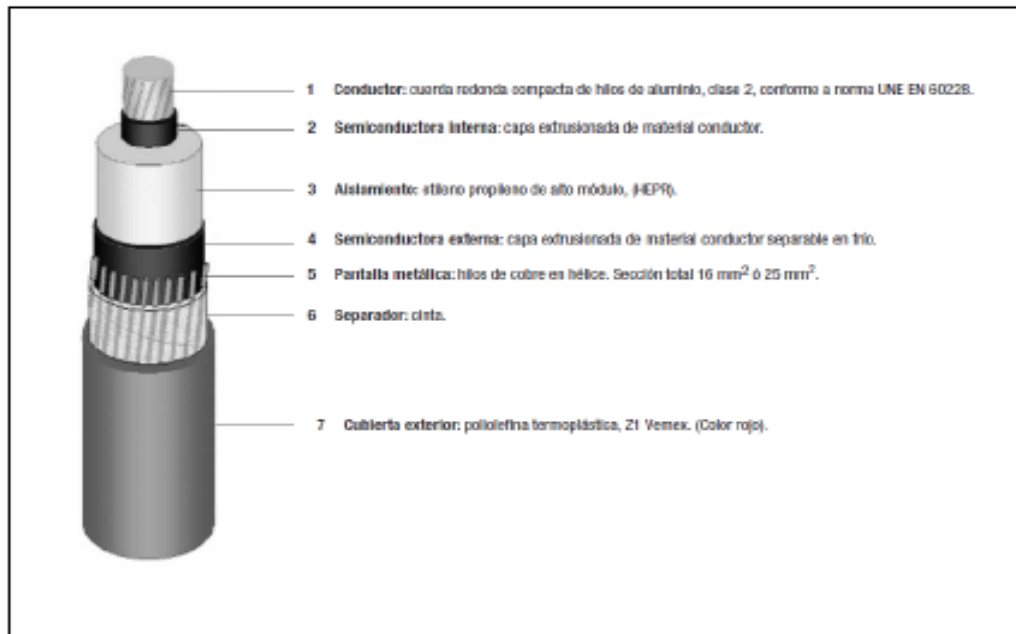


Figura 2: Cable HEPRZI 12/20 kV de 150 mm<sup>2</sup> de sección.

### 2.4.3 Accesorios

Los empalmes y terminales serán apropiados a las características de los cables, y no comprometerán de manera alguna un aumento en la resistencia eléctrica de estos. Igualmente los terminales estarán sujetos al ambiente de trabajo de los mismos (interior, exterior, contaminación, etc.).

## 2.5 Canalización

La canalización subterránea proyectada tendrá una longitud de 8 m, estarán constituidos por tubos de plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. La canalización nunca debe discurrir bajo la calzada salvo en los cruces de la misma. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En cada uno de los tubos se instalara un solo circuito eléctrico.

Se evitara, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalaran arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. La entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

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

## INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada, para asegurar estas cotas, la zanja tendrá una profundidad mínima 0,70 m, con una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm  $\varnothing$  en un mismo plano, aumentando su anchura en función del número de tubos a instalar y la disposición de estos. Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales para permitir desarrollar el trabajo de las personas en el interior de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocara una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositaran los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocara otra capa de arena con un espesor de 0,10 m sobre el tubo o tubos más cercanos a la superficie y envolviéndolos completamente. Sobre esta capa de arena y a 0,10 m del firme se instalara una cinta de señalización a todo lo largo del trazado del cable las características de las cintas de aviso de cables eléctricos serán establecidas en la NI 29.00.01, “Cinta de plástico para señalización de cables subterráneos” cuando el número de líneas sea mayor se colocara más cintas de señalización de tal manera que se cubra la proyección en planta de los tubos.

Los cables de control, red multimedia, etc. se tenderán en un ducto (multitubo con designación MTT 4x40). Este se instalara por encima de los tubos, mediante un conjunto abrazadera/soporte, ambos fabricados en material plástico.

A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido el paso por las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

El relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizara todo-uno, zahorra o arena. Después se colocara una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural H 125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. Al objeto de impedir la entrada del agua, suciedad y material orgánico, los extremos de los tubos deberán estar sellados. Los tubos que se coloquen como reserva deberán estar provistos de tapones.

En nuestro caso, la línea subterránea proyectada discurre por una pista forestal.

En la siguiente ilustración se detalla la canalización proyectada:

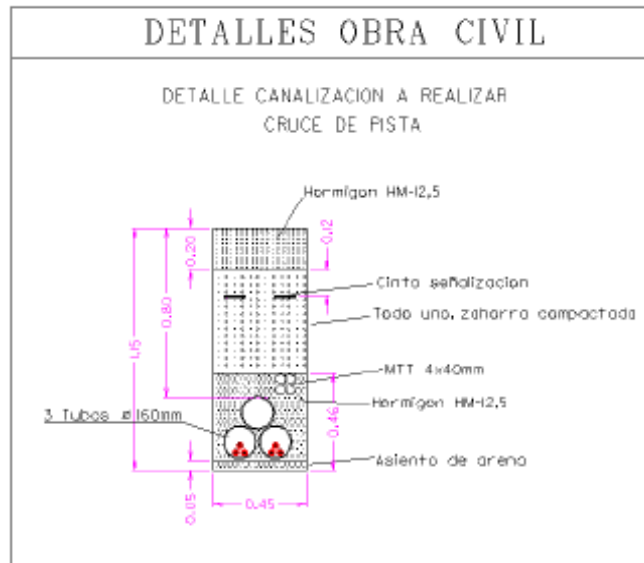


Figura 3: Disposición de los tubos en las canalizaciones a realizar.

Antes del tendido se eliminara de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

## 2.6 Calculo Eléctrico

Se tomaran las intensidades admisibles que se recogen en la MT 2.31.01.

Las características de los cables de Alta Tensión están indicadas en el apartado anterior 6.3.2.

Las tablas de intensidades máximas admisibles estarán preparadas en función de las condiciones siguientes:

1. Terreno de resistividad térmica media de 1,5 k.m/W.
2. Enterrados, en el interior de tubos, a una profundidad de 1 m en terrenos de resistencia térmica media.
3. Temperatura máxima en el conductor 105 °C.
4. Temperatura del terreno 25 °C.

Para determinar la sección de los conductores se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones.

1. Intensidad máxima admisible por el cable.
2. Caída de tensión.
3. Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.

## INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

4. La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible, se calculara partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximas que figuran en el MT 2.31.01.

La intensidad se determinara por la fórmula:

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

La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizara mediante la fórmula:

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

Donde:

W = Potencia en kW.

U = Tensión en kV.

$\Delta U$  = Caída de tensión, en %.

I = Intensidad en A.

L = Longitud de la línea en km.

R = Resistencia del conductor en  $\Omega$ /km a la temperatura de servicio.

X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en  $\Omega$ /km.

$\cos \varphi$  = Factor de potencia.

En ambos apartados, se considerara un factor de potencia de  $\cos \varphi = 0,9$ .

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito, será necesario conocer la potencia de cortocircuito  $P_{cc}$  existente, en el punto de la red donde a de alimentar el cable subterráneo para obtener a su vez la intensidad de cortocircuito que será igual ha:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{U \cdot \sqrt{3}}$$

La sección mínima se calculara de acuerdo a la tabla 3.

Tipo de aislamiento	Tensión (kV)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Duración del cortocircuito en segundos								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20	50	14,05	9,95	8,10	6,30	4,45	3,63	3,15	2,81	2,57
		150	42,15	29,85	24,30	18,90	13,35	10,90	9,44	8,44	7,71
		240	67,44	47,76	38,88	30,24	21,36	17,44	15,10	13,51	12,33
		400	112,40	79,60	64,80	50,40	35,60	29,07	25,17	22,52	20,55

Tabla 5: Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA.

## 2.7 Puesta a Tierra

### 2.7.1 Puesta a tierra de cubiertas metálicas

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

### 2.7.2 Armaduras

Se conectará a tierra en los dos extremos, con el fin de evitar que una tensión pueda provocar una perforación entre armadura y tierra con destrucción de la cubierta de protección, o entre armadura y pantalla con posible corrosión de alguna de ellas.

## 2.8 Protecciones

### 2.8.1 Protecciones contra sobreintensidades

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobreintensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos.

Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de este, por lo que el estudio, elección e instalación de dichos elementos corresponde a la propia compañía.

### 2.8.2 Protección contra sobreintensidades de cortocircuito

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

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en MT 2.31.01.

### 2.8.3 Protección contra sobretensiones

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen.

Para ello, se utilizara, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión.

Deberán cumplir también en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de autoválvulas, lo que establece en las instrucciones técnicas 12-13 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

### **3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

#### **3.1 Objeto**

El objeto de este apartado es el de definir las características técnicas y de diseño del centro de transformación.

Dicho centro de transformación albergara el transformador de potencia, la aparamenta de Media Tensión, el cuadro de Baja Tensión y las interconexiones entre los diversos elementos.

Se ha seleccionado un Centro de Transformación Integrado, de intemperie, tipo compañía. Concretamente se trata de un Centro de Transformación del tipo CTIX, para una tensión de entrada de 20 kV. La salida se realizara en Baja Tensión con el fin de alimentar las diferentes viviendas.

#### **3.2 Reglamentación y disposiciones consideradas**

El presente apartado recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación “RAT”, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias “MIE-RAT”.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión “RBT”, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias “ITC-BT”, según Decreto 842/2002 del 2 de Agosto 2002.
- Normas particulares y de normalización de Iberdrola.
- Ordenanzas Municipales, correspondientes al lugar de ubicación del CT.
- Normas Tecnológicas de Edificación “NTE”, apartados “Instalaciones Eléctricas”, “Centros de Transformación” y “Puesta a Tierra”.
- Recomendaciones UNESA.
- Normas UNE.

#### **3.3 Emplazamiento**

Se instalara un centro de transformación, el cual se ubicara en zona privada como puede observarse en los planos adjuntos. En concreto se situara en la parcela nº 222 polígono 10, siendo el propietario Ramón María Zozaya Larralde.

#### **3.4 Previsión de cargas**

Teniendo en cuenta lo establecido por la Compañía Suministradora, según MT 2.03.20 y el REBT para el diseño de los elementos que incorpora el CT, se establecerá un

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

coeficiente reductor de 0,4 para la carga en BT de las viviendas. Por lo tanto, teniendo en cuenta dichos factores y considerando las cargas citadas, se obtienen los siguientes resultados:

Carga	Potencia (kW)
Viviendas	94,917
Total	37,97

Tabla 6: Previsión de cargas.

Teniendo en cuenta los cálculos realizados, la solución adoptada consta de un único Centro de Transformación como puede observarse en los planos adjuntos. En el interior se colocara un transformador de 400 kVA para abastecer las viviendas actuales. En realidad un transformador de 50 kVA sería suficiente para abastecer las viviendas, pero según la MT 2.03.20 el CTIN estará compuesto por un transformador de 400 o 630 kVA.

CT	Transformador	Carga (kVA)	Carga (%)
1	TR1: 400 kVA	42,186	10,55

Tabla 7: Distribución de potencia por transformador.

## 3.5 Características generales

El Centro de Transformación seleccionado será integrado, de intemperie, denominado CTIX. Sera del tipo CTIN C del fabricante Incoesa, o similar. Estos podrán ser utilizados en distribución eléctrica de hasta 24 kV y alojaran toda la aparamenta eléctrica necesaria, además del transformador.

La acometida a los mismos se realizara de forma subterránea de un red de media tensión existente de 20 kV, y la tensión de suministro será de 400/230 V, siendo la frecuencia de servicio de 50 Hz.

## 3.6 Elementos constitutivos del CTIN

Los elementos constitutivos del CTIN serán:

- Además de los elementos definidos en la norma NI 50.40.08 “Conjuntos integrados para centros de transformación de exterior”.
- Instalación de puesta a tierra.
- Señalización y material de seguridad.
- Esquemas eléctricos.
- Planos generales.



### 3.6.1 Características

Los CTIX deben estar diseñados de forma que las operaciones normales de explotación, control y mantenimiento, puedan realizarse sin riesgo para las personas.

Dispondrán de las partes diferenciadas que a continuación se indican:

- Zona de operación de MT.
- Zona de operación de BT.
- Interior.

Las dimensiones recomendadas de los CTIX serán:

Trafo kVA	Intemperie		
	Alto	Largo	Ancho
250	1650	1700	1650
400	1650	1700	1650
630	1900	1900	1650

*Tabla 8: Dimensiones recomendadas en mm.*

Las masas recomendadas de los CTIX serna:

Potencia kVA	kg
250	3000
400	3000
630	3000

*Tabla 9: Masas recomendadas.*

El volumen máximo de aceite en los CTIX no excederá de 1000 litros.

La accesibilidad al compartimento de MT deberá estar condicionada a la apertura del compartimento de BT y a l desbloqueo de su propio sistema de cierre. El compartimento de BT será accesible por medio de una cerradura, tal y como se especifica en la norma NI 50.20.03 con sistema de cierre que bloquee la puerta en dos puntos de sujeción para lo cual deberán accionarse simultáneamente dos de ellos como mínimo. Desde la zona de acceso al cuadro de BT existirá una barrera física a la zona de acceso al compartimento de MT.

### 3.6.2 Envolvente

La envolvente interna del CTIX-400 deberá ser metálica y presentar una rigidez mecánica que impida que se produzcan deformaciones en las operaciones de elevación, transporte y accionamiento de las partes móviles alojadas en su interior.

Las paredes serán capaces de soportar los esfuerzos propios de su masa más los de la cubierta y las sobrecargas de esta, simultáneamente con una presión vertical de 2500 N/m<sup>2</sup>.

El grado de protección contra impactos mecánicos será IK10 según la norma UNE EN 50 102.

La envolvente interna deberá soportar una sobrepresión de 350 mbar durante 30 min y un vacío de 500 mbar durante 1 min, sin que presente deformaciones permanentes superiores al 0,3 % de la mayor dimensión y además el nivel del líquido dieléctrico no deberá descender del nivel mínimo.

Los CTIX irán dispuestos bajo una cubierta o envolvente adicional, tal y como se indica en el punto C del apartado 1 del MIE-RAT ITC-15, que impedirá el acceso a las partes con tensión y/o elementos de protección y maniobra, evitando que estas sean accesibles desde el exterior. Además la envolvente deberá cubrir totalmente las aletas de refrigeración del transformador.

Los CTI-X irán provistos de un soporte para poder instalar dentro de la envolvente adicional, una banqueta aislante.

### 3.6.3 Aparamenta de MT

El valor de aislamiento asignado para la aparamenta es el indicado en la tabla 8.

Tensión asignada primaria kV	Tensión más elevada para el material (Um) kV	Tensión soportada		Tensión soportada (distancia de seccionamiento)	
		Impulso tipo rayo (Valor cresta) kV	A frecuencia industrial (Valor eficaz) kV	Impulso tipo rayo (Valor cresta) kV	A frecuencia industrial (Valor eficaz) kV
20	24	125	50	145	60

Tabla 10: Nivel de aislamiento.

Las conexiones de los cables de M.T. procedentes del exterior se realizaran con pasatapas enchufables con conexión reforzada, de acuerdo con lo indicado en la norma NI 72.83.00.

#### 3.6.3.1 *Interruptor seccionador y seccionador de puesta a tierra*

Cumplirá con las normas de obligado cumplimiento incluidas en el MIE RAT ITC-02, UNE EN 62 271-102, UNE EN 60 265-1 y UNE 60 694.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

El interruptor seccionador será del tipo uso general tal como se define en la norma UNE EN 60 265-1, y dispondrá de un dispositivo que indique su estado de apertura o cierre.

La maniobra de cierre y apertura de los interruptores seccionadores y la de cierre de los seccionadores de p.a.t. deben ser independientes de su forma de actuación.

Las funciones de línea estarán provistas de seccionadores de p.a.t., situados entre los pasatapas enchufables y el interruptor seccionador.

La corriente de fuga máxima en los interruptores-seccionadores será de 0,5 mA.

Los interruptores-seccionadores cumplirán con los valores indicados abajo.

Los seccionadores de p.a.t. cumplirán con los valores de corriente admisible de corta duración y poder de cierre asignado sobre cortocircuito indicados abajo.

Tensión más elevada para el material kV	Corriente asignada A	Corriente admisible de corta duración (Valor eficaz) (1 seg.) kA	Poder de cierre cortocircuito (Valor de cresta)		Poder apertura/cierre (Valor eficaz)		Poder de corte con cables en vacío (Valor eficaz)		Poder de corte en caso de falta a tierra		
			Nº maniobras	kA	Nº maniobras	A	Nº maniobras	A	Nº maniobras	A	A
17,5 24	400	12,5	2/5	31,25	10	400	20	25	10	50	16

Tabla 11: Intensidades asignadas.

### 3.6.3.2 Detectores de presencia de tensión

Los CTI-X deberán llevar incorporados en el interior de la envolvente detectores de presencia de tensión, estando provistos de tomas que permitan la comprobación de la presencia o de la ausencia de tensión en el circuito principal, incluyendo la comprobación del orden de sucesión de fases.

### 3.6.3.3 Fusibles limitadores

Llevaran fusibles limitadores en MT, los cuales deberán ir sumergidos en el líquido dieléctrico y además cumplirán las especificaciones técnicas indicadas en la tabla 7 de la norma NI 50.40.08.

Los fusibles instaladas serán de una corriente asignada en servicio continuo de 40 A.

#### 3.6.4 Transformador

Los transformadores llevarán como dieléctrico, líquidos aislantes clasificados por su punto de combustión, como clase O (Aceite mineral aislante según UNE-EN 61100); además, excepto en las pérdidas, cumplirán lo especificado en la norma NI 72.30.00 “Transformadores trifásicos sumergidos en aceite, para distribución en baja tensión”. No dispondrán de la cuba especificada en la norma anteriormente citada.

En nuestro caso el transformador que se instalara será trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario y refrigeración natural con dieléctrico aceite mineral.

El transformador será de 400 kVA de potencia, del fabricante ORMAZABAL o similar. En este caso se ha seleccionado un transformador de mayor potencia de la necesaria para abastecer futuras demandas de energía. Además, la capacidad total de este CTIN será de 400 kVAs. Las características son:

##### **MAQUINA N°1**

Potencia: 400 kVA

Tensión Primaria: 20.000 V

Tensión Secundaria: 420/230 V (B2)

Conexión: Triangulo-Estrella

Tensión de cortocircuito (%): 4%

Pérdidas en vacío (W): 750 W

Pérdidas en carga a la temperatura de 75 °C: 3370 W

Construcción: Interior.

#### 3.6.5 Cuadros Modulares de BT

El CTI-X ira dotado de un cuadro con un número de salidas que dependerá de la potencia del transformador. En nuestro caso como la potencia del transformado es de 400 kVAs, el número de salidas será de 4.

Las especificaciones técnicas, están recogidas en la norma NI 50.44.02 “Cuadros de distribución en baja tensión para centros de transformación”.

Las barras horizontales serán de cobre electrolítico, su sección mínima será la indicada en la tabla nº 12 e irán identificadas con los siguientes colores:

Fase R: Verde.

Fase S: Amarillo.

Fase T: Marrón.

Neutro: Gris.

Potencia (kVA)	Corriente Asignada (A)	Tensión Asignada (V)	Sección de Barras (Fases y Neutro) (mm)	Numero de bases Cortacircuitos Fusibles Tamaño 2
400	630	440	60 x 5	4

Tabla 12: Características de los cuadros de BT.

El cartucho fusible a utilizar será como máximo de 315 A y cumplirán con lo indicado en la norma NI 76.01.01. En nuestro caso irán montados fusible de 200 A con un poder de corte de 16 kA.

El cuadro de BT podrá no incorporar maxímetro amperímetro, ya que el control de la carga de los transformadores se realizara periódicamente mediante la medición de las citadas cargas en el centro de transformación.

### 3.6.6 Interconexión Trafo-Cuadro BT

En los centros de transformación compactos integrados el cuadro de BT deberá ir montado directamente sobre los pasatapas de BT.

### 3.6.7 Instalación de Puesta a Tierra (PaT)

La instalación de puesta a tierra cumplirá lo indicado en la instrucción ITC-MIE-RAT-13.

#### 3.6.7.1 *Tierra de protección*

A la línea de tierra de PaT de protección se deberán conectar los siguientes elementos:

- Pantalla del cable HEPRZ1, de llegada y salida de las líneas de MT.
- Envolverte metálica del CTIN.

Se empleara cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección, especificado en la NI 54.10.01 “ Conductores desnudos de cobre para líneas aéreas y subestaciones de alta tensión”.

La configuración seleccionada para el sistema de puesta a tierra de protección es, según UNESA, 50-50/5/84. Se trata de un anillo rectangular de 5 x 5 m, con 8 picas de 4 m de longitud y con una profundidad de 0,5 m.

### 3.6.7.2 Tierra de servicio

A la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro), se conectara a la pletina de salida del neutro del cuadro de BT.

Se empleara cable de cobre aislado de 50 mm<sup>2</sup> de sección, tipo DN-RA 0,6/1 kV, especificado en la NI 56.31.71 “Cable unipolar DN-RA con conductor de cobre para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV”.

La tierra de servicio seleccionada (identificación UNESA 5/22) estará constituido por una hilera de picas de 2 picas de 2 m de longitud instaladas a 0,5 m de profundidad y con una separación entre picas de 3 m, unidas con cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Según UNESA, este conjunto se separara de la tierra de protección una distancia mínima de 14,72 m, por medio de cable de cobre aislado de 50 mm<sup>2</sup> de sección DN-RA 0,6/1 kV.

### 3.6.8 Materiales de seguridad u primeros auxilios

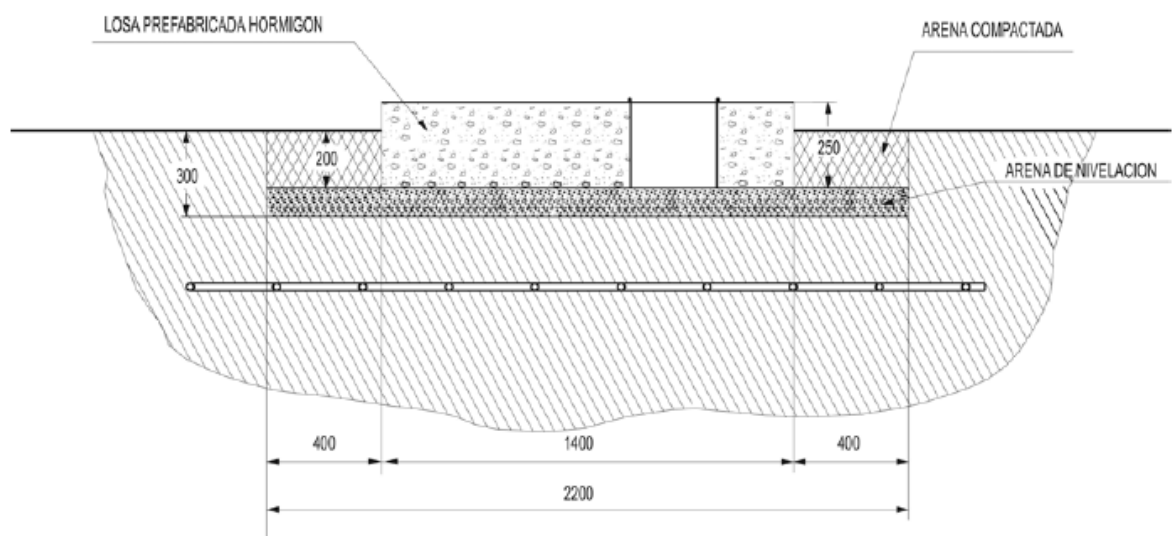
El CTI dispondrá de banqueta aislante especificada en la NI 29.44.08 “Banquetas aislantes para maniobra” y guantes de goma para la correcta ejecución de las maniobras.

Además se instalaran los carteles de identificación, señalización de riesgo y de maniobrabilidad especificados en el MT 2.10.55 “identificación y rotulado de los CT’s y sus elementos de maniobra”.

### 3.6.9 Obra civil

Al ser una estructura monobloque, la instalación del CTIN se reducirá al posicionamiento de esta sobre una capa de arena compacta y una placa de hormigón.

Las dimensiones de la plataforma se muestran en la figura 4:



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

<b>Tipo Intemp.</b>	<b>Dimensiones de la excavación</b>	<b>A (mm)</b>	<b>B (mm)</b>
CTIX	3,00 m largo x 2,20 m ancho x 0,30 m profundidad	2.200	3.000

<b>Losa Hormigón</b>	<b>Dimensiones de la base</b>
CTIX	2,20 m largo x 1,40 m ancho x 0,25 m profundidad

Figura 4: Obra civil CTIN.

## **4. RED AÉREA Y SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN**

### **4.1 Objeto**

Se redacta el presente apartado con el objeto de definir las condiciones técnicas y de diseño de la red de Baja Tensión de la cual será dotada las viviendas a estudio.

Desde el Centro de Transformación (CTIN) saldrán los circuitos en Baja Tensión que abastecerá, en correctas condiciones de regularidad de suministro, las nuevas viviendas existentes.

La línea de baja tensión a proyectar, discurrirá en un primer tramo en tendido subterráneo, desde el CTIN proyectado hasta el apoyo 1, desde donde partirá un tendido aéreo hasta el apoyo 2, finalizando con un tendido subterráneo que discurrirá desde el apoyo 2 hasta las CGP de las viviendas.

### **4.2 Reglamentación y disposiciones consideradas**

Los diferentes elementos proyectados de los que consta la red de Baja Tensión, quedaran sujetos al cumplimiento de las normativas vigentes que a continuación se exponen:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Normas particulares y de normalización de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica (IBERDROLA).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

“A los efectos de Autorizaciones Administrativas de Declaración en Concreto de Utilidad Pública y ocupaciones de terreno, e imposición de servidumbre, se aplicara lo previsto en la Ley 40/1994 de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional (LOSEN) en todo aquello en que esté en vigor, y en aquellos puntos que no estén desarrollados, lo establecido en la Ley 10/1966 de Marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas, y en el Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2.619/1966 de 20 de Octubre y publicado en el B.O.E. número 254 del mismo año.

### **4.3 Suministro de energía**

La empresa suministradora de la energía eléctrica corresponde a la compañía eléctrica IBERDROLA S.A.

La alimentación de las nuevas viviendas colgara del centro de transformación (CTIN) proyectado. Dicho centro de transformación se alimentara de la red de media tensión en 20 kV.

La tensión de utilización será de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

## 4.4 Previsión de cargas

La red de distribución dimensionada dará servicio eléctrico para la siguiente previsión de potencia:

<b>BLOQUE 1</b>	<b>(6 Viviendas)</b>	
6 Electrificación Básica 5.750 W	5.750 x 5,4	31.050 W
1 Servicios Generales	1 x 525	525 W
1 Alumbrado Emergencia	1 x 64	64 W
<b>TOTAL POTENCIA INSTALADA</b>		<b>31.639 W</b>

<b>BLOQUE 2</b>	<b>(6 Viviendas)</b>	
6 Electrificación Básica 5.750 W	5.750 x 5,4	31.050 W
1 Servicios Generales	1 x 525	525 W
1 Alumbrado Emergencia	1 x 64	64 W
<b>TOTAL POTENCIA INSTALADA</b>		<b>31.639 W</b>

<b>BLOQUE 3</b>	<b>(6 Viviendas)</b>	
6 Electrificación Básica 5.750 W	5.750 x 5,4	31.050 W
1 Servicios Generales	1 x 525	525 W
1 Alumbrado Emergencia	1 x 64	64 W
<b>TOTAL POTENCIA INSTALADA</b>		<b>31.639 W</b>

Para cálculo de la previsión de potencia de los edificios se ha tenido en cuenta la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. En el caso de las viviendas se ha calculado realizando la media aritmética de la potencia máxima de cada conjunto de viviendas y multiplicando dicha media por el coeficiente de simultaneidad de la siguiente tabla:

Nº Viviendas (n)	Coefficiente de Simultaneidad
1	1
2	2

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

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	$15,3+(n-21).0,5$

Tabla 13: Coeficiente de simultaneidad según el número de viviendas.

Para la iluminación de zonas de uso común (potencia Servicios Generales), se estimara una potencia de 15 W/m<sup>2</sup> para las lámparas incandescentes y de 4 W/m<sup>2</sup> para lámparas de descarga.

Por otro lado, para la iluminación del alumbrado de emergencia, se estiman, 8 lámparas de 8 W de consumo cada una de ellas. Según cálculos con el software Daisalux.

#### 4.5 Línea Aérea de Baja Tensión.

##### 4.5.1 Trazado de la línea aérea de Baja Tensión.

La red aérea de baja tensión discurrirá desde el apoyo 1, situado según plano nº 5, hasta el apoyo 2, situado según plano nº 5.

##### 4.5.2 Características.

El funcionamiento de la red aérea estará dotado de las siguientes características básicas.

Clase de corriente	Alterna trifásica
Frecuencia industrial	50 Hz
Tensión nominal	230/400 V
Aislamiento de los conductores	0,6/1 kV
Sistema de puesta a tierra	Neutro unido a tierra

##### 4.5.3 Conductor aéreo.

Las especificaciones de los cables se indican en la norma NI 56.36.01 y Normas UNE, responden a la denominación genérica “RZ”. Están formadas por tres conductores de fase (aluminio) y un conductor neutro; este último es autoportante de aleación de aluminio duro (almelec) y tiene 80 mm<sup>2</sup> de sección.

Las características del conductor empleado son las siguientes:

Designación Iberdrola	Composición	Sección mm <sup>2</sup>		Diámetro Máximo Del haz mm	Masa aprox .	Esfuerzo mínimo de rotura daN	Resistencia eléctrica a 20°C Ω/km		Intens. Por fase A
		Fase	Neutro				Fase	Neutro	
RZ 0,6/1 kV 3x150 Al/80 Alm	3x150 Al/80 Alm	150	80	51,0	1,81	2000	0,2060	0,53	305

Tabla 14: Características conductor.

##### 4.5.4 Apoyos.

Serán postes de hormigón armado vibrado tipo HV según norma NI 52.04.01.

La designación de los mismos está reflejada en el plano nº 5 y las características esenciales son las siguientes:

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Designación Iberdrola	Altura Total m	Esfuerzo Nominal F daN (color)	Esfuerzo secundario F daN	Peso Aprox. (kg)	Medidas en Cogolla mm	Color
HV-630/R11	11	630	360	1300	140x200	Rojo
HV-630/R13	13	630	360	1750	140x200	Rojo

Tabla 15: Características apoyos.

La flecha máxima será de 4,88 m y la tracción máxima será de 500 daN, empleando las tablas de tendido.

## 4.5.5 Conexiones.

Todos los elementos estarán preaislados o protegidos con cubiertas aislantes, por lo cual no se precisara regenerar el aislamiento de los conductores.

### 4.5.5.1 Terminales.

Los terminales serán preaislados a compresión NI 58.54.01, los cuales están destinados a conectar los conductores con las cajas o cuadros que contienen a los fusibles de protección.

### 4.5.5.2 Derivaciones.

Para las conexiones con la línea proyectada se emplearan conectores por perforación de aislamiento, según NI 58.24.01.

Sus características esenciales son las siguientes:

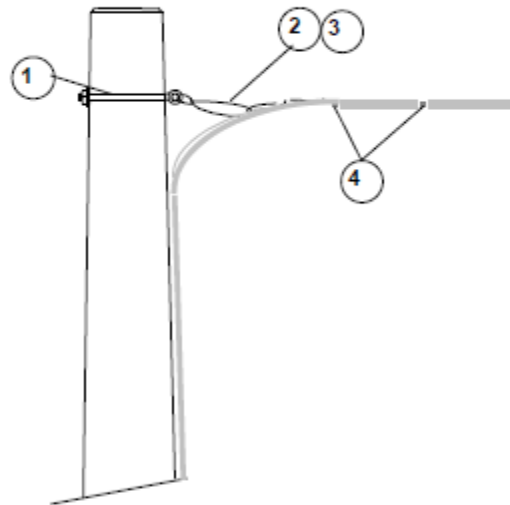
Designación	Sección de conductor mm <sup>2</sup>	
	Principal	Derivado
DPA 16-54/16-25	16-54	16-25
DPA 80-150/16-25	80-150	16-25
DPA 50-95/50-95	50-95	50-95

Tabla 16: Características conectores por perforación de aislamiento.

## 4.5.6 Herrajes y accesorios

La sujeción de los cables a los apoyos se realizara por los siguientes conjuntos constructivos y de la forma que se indican en las figuras:

## Fin de línea con retención preformada



<u>Materiales</u>	<u>Norma NI</u>
1- Tornillo de cáncamo .....	18.90.01
2- Retención de amarre .....	58.77.02
3- Guardacabos abierto .....	52.51.50
4- Abrazadera ASH 54.....	52.40.11

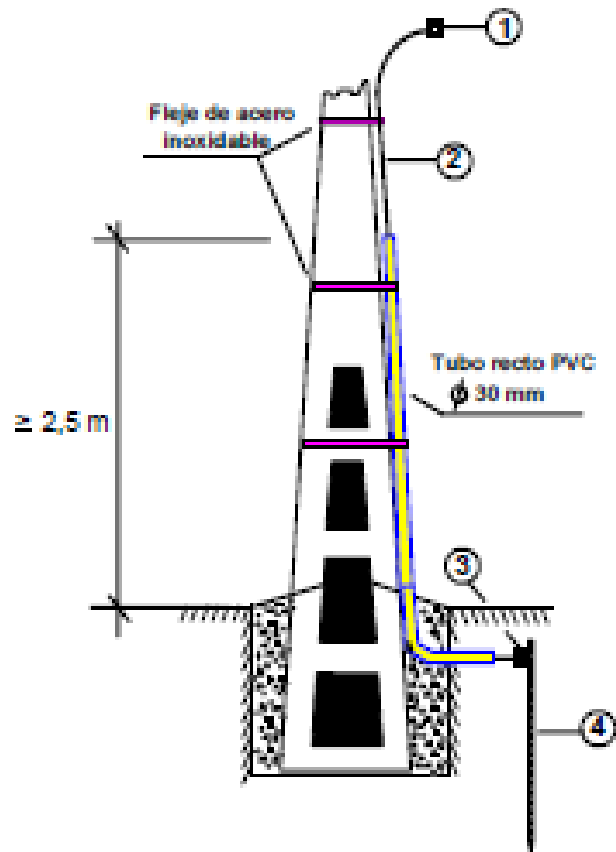
Figura 5: Sujeción cable-apoyo.

Los conductores en las bajadas de los apoyos estarán protegidos con tubos de grado de protección contra impacto IK 08, según UNE EN 50102, hasta una altura mínima de 2,5 m sobre la rasante del terreno.

### 4.5.7 Puesta a tierra del neutro.

Se pondrá el neutro a tierra en los apoyos indicados en la figura 6, de la forma y utilizando los materiales indicados a continuación:

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

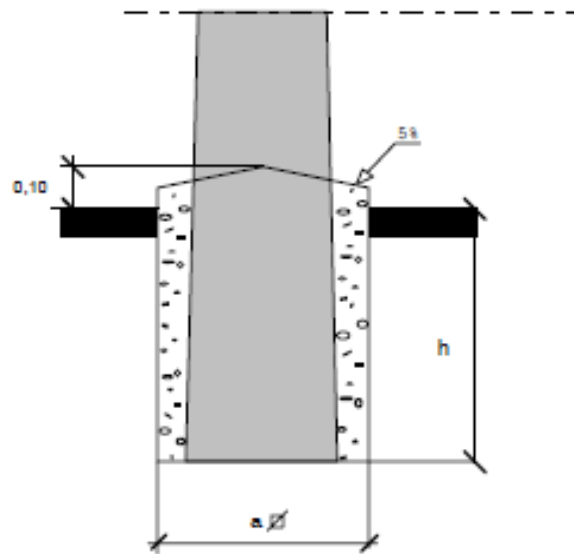


<u>Materiales</u>	<u>Norma NI</u>
1 - Grapa de conexión paralela GC-P14,6/C50 .....	58.26.03
2 - Cable unipolar aislado de cobre DN-RA de 50 mm <sup>2</sup> .....	56.31.71
3 - Derivación por cuña a presión DCP .....	58.21.01
4 - Pica bimetálica lisa 14-1500 .....	50.26.01

Figura 6: Puesta a tierra apoyo.

## 4.5.8 Cimentación.

La característica de la cimentación a realizar en los diferentes apoyos serán las siguientes:



Designación Iberdrola poste "HV"	CIMENTACION			
	a (m)	h (m)	Excav. (m <sup>3</sup> )	Hormigón (m <sup>3</sup> )
HV 630 11 R	0,65	1,91	0,80	0,671
HV 630 13 R	0,70	1,97	0,96	0,793

Figura 7: Cimentación apoyo.

#### 4.5.9 Calculo eléctrico.

La elección del cable estará calculado para suministros trifásicos y vendrá supeditado por la potencia a transportar y por la caída de tensión, teniendo en cuenta, además, los coeficientes de simultaneidad que estén vigentes en el Reglamento Electrotécnico BT. Los cálculos eléctricos responderán a las siguientes bases:

- Se establece un factor de potencia de valor  $\cos \varphi = 0,9$ .
- La resistencia lineal R del conductor varía con la temperatura de funcionamiento de la red, como temperatura ambiente o inicial 40 °C.
- La reactancia X de los conductores varía con el diámetro y la separación entre conductores, pero en el caso que nos ocupa es sensiblemente constante al estar reunidos en haz. Por ello se adopta el valor  $X = 0,1 \Omega/\text{km}$ , que puede introducirse en los cálculos sin error apreciable.
- La caída de tensión admisible y pérdida de potencia, en el punto más desfavorable de la red, no será superior al 5 %. Este valor será el máximo que se podrá alcanzar por la suma de la red general y las acometidas, tanto existentes como futuras.

$$\text{Potencia máxima: } P_{\max} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$\text{Intensidad admisible: } I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

$$\text{Caída de tensión: } \Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \cdot L$$

#### 4.5.10 Calculo mecánico.

Los criterios justificativos, para el cálculo mecánico, son los establecidos por el vigente Reglamento de Baja Tensión, además de la MT 2.41.20.

### 4.6 Línea subterránea de Baja Tensión.

#### 4.6.1 Trazado de la línea subterránea de Baja Tensión.

La red subterránea de baja tensión partirá en un primer tramo, desde el CTIN proyectado, según plano nº 6, hasta el apoyo 1, y en un segundo tramo desde el apoyo 2, hasta las CGP de las viviendas.

#### 4.6.2 Canalización.

El tendido de la red de baja tensión se hará mediante canalización subterránea entubada, con una longitud máxima de 68 m. Estarán constituidos por tubos de plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En cada uno de los tubos se instalara un solo circuito.

Se evitara en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán pr eferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm de diámetro, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Se instalara un multitubo, designado como MTT 4x40, según NI 52.95.20, que se utilizara cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Lo tubos irán colocados en un plano.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocara una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositaran los tubos, en nuestro caso de dos tubos. A continuación se colocara otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento; para este relleno se utiliza tierra procedente de la excavación y tierra de préstamo, todo-uno, zahorra o arena.

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

## Canalización entubada con tubos 160 Ø y cables aislados de 0,6/1 kV Colocados en un plano

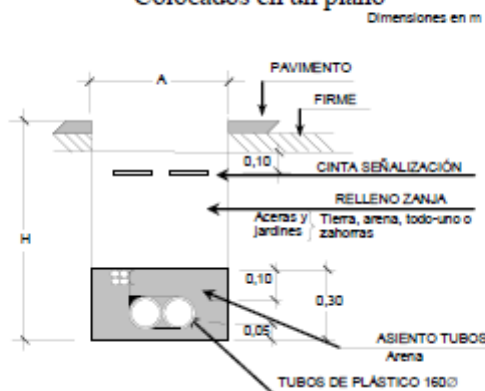


Figura 8: Canalización bajo jardín o bajo acera.

Núm. de tubos	Anchura (A)	Profundidad zanja (H)	Cinta señalización cable	Nº de tubos 160 Ø	Multitubo MTT 4X40
2	0,35	0,70	1	2	1
3		0,80		3	1
4		0,90		4	1*
5	0,50	0,80	2	5	1*
6		0,90		6	1*
7 - 9		1,10		7 - 9	1*

Tabla 17: Dimensiones canalización, según nº tubos.

Para el caso de cruzamiento de carretera.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm de diámetro, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalara un tubo más de red de 160 mm de diámetro, destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido.

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

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocara una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón no estructural H 12,5, sobre la que se depositaran los tubos. A continuación se colocara otra capa de hormigón no estructural H 12,5 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este relleno se utilizara hormigón no e estructural H 12,5, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocara un firme de hormigón no estructural H 12,5 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

**Canalización entubada con tubos 160 Ø y cables aislados de 0,6/1 kV Colocados en un plano**

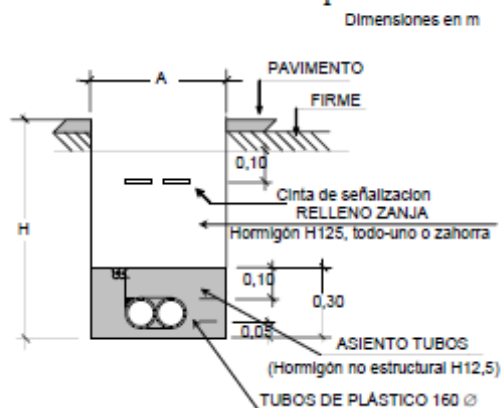


Figura 9: Canalización bajo calzada.

Núm. de tubos	Anchura (A)	Profundidad zanja (H)	Nº de tubos 160 Ø
2	0,35	0,80	2
3		0,90	3
4		1,00	4
5	0,50	0,90	5
6		1,00	6
7 - 9		1,20	7 - 9

Tabla 18: Dimensiones canalización, según nº tubos.

### 4.6.3 Conductor subterráneo.

Los conductores que se utilizaran en la distribución de baja tensión, serán unipolares de aluminio tipo RV 0,6/1 kV, siendo sus secciones de 150, 95 y 50 mm<sup>2</sup>, estando instalados subterráneamente bajo tubo, discurriendo por aceras y jardín y cruzando calles por los lugares reflejados en los planos.

Los conductores estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y su aislamiento.

#### 4.6.4 Cajas generales de protección.

Las cajas generales de protección se instalarán en nichos en paredes. Concretamente irán alojado en las paredes frontales de los parkings de los bloques de viviendas, según plano nº 6. Los nichos se cerrarán con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo, aproximadamente a 40 cm según Iberdrola.

Las CGP cumplirán con la norma NI 76.50.01 y el material de la envolvente será aislante, como mínimo, de la Clase A, según UNE 21 305.

Dicha C.G.P. estará homologada por la Empresa Distribuidora, concretamente será tipo Uriarte.

El esquema de la C.G.P. a utilizar será, en los tres bloques de viviendas, el CGP-7-100, según denominación Uriarte GL -100A-BUC, el cual ha sido seleccionado en función de las necesidades del suministro solicitado y del tipo de red de alimentación (PLANO nº 7).

Para proteger la LGA frente a sobrecargas, se dispondrán en la C.G.P., cortacircuitos fusibles, según la norma NI 76.01.01. En el interior de la C.G.P. se instalarán 3 bases portafusibles unipolares de 100 A, seccionables en carga, de máxima seguridad, para cada uno de los conductores de fase y 1 base portafusible también de calibre 100 A para el neutro. Los fusibles a instalar serán de 63 A tipo cuchilla, designación FCU 00/63.



Figura 10: Esquema y foto CGP-7-100.

El neutro está constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases colocada en la C.G.P. en posición de servicio, y dispondrá también de un borne de conexión para su puesta a tierra.

Los huecos de las CGP a instalar tendrán las dimensiones fijadas en la tabla 17.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

CGP			Dimensiones cm				
			Hueco			Puerta	
Número de cajas	Tipo o Esquema	NI	Ancho A	Alto	Fondo	Ancho	Alto
1	7	76.50.01	50	130	30	50	90

Tabla 19: Dimensione CGP-7.

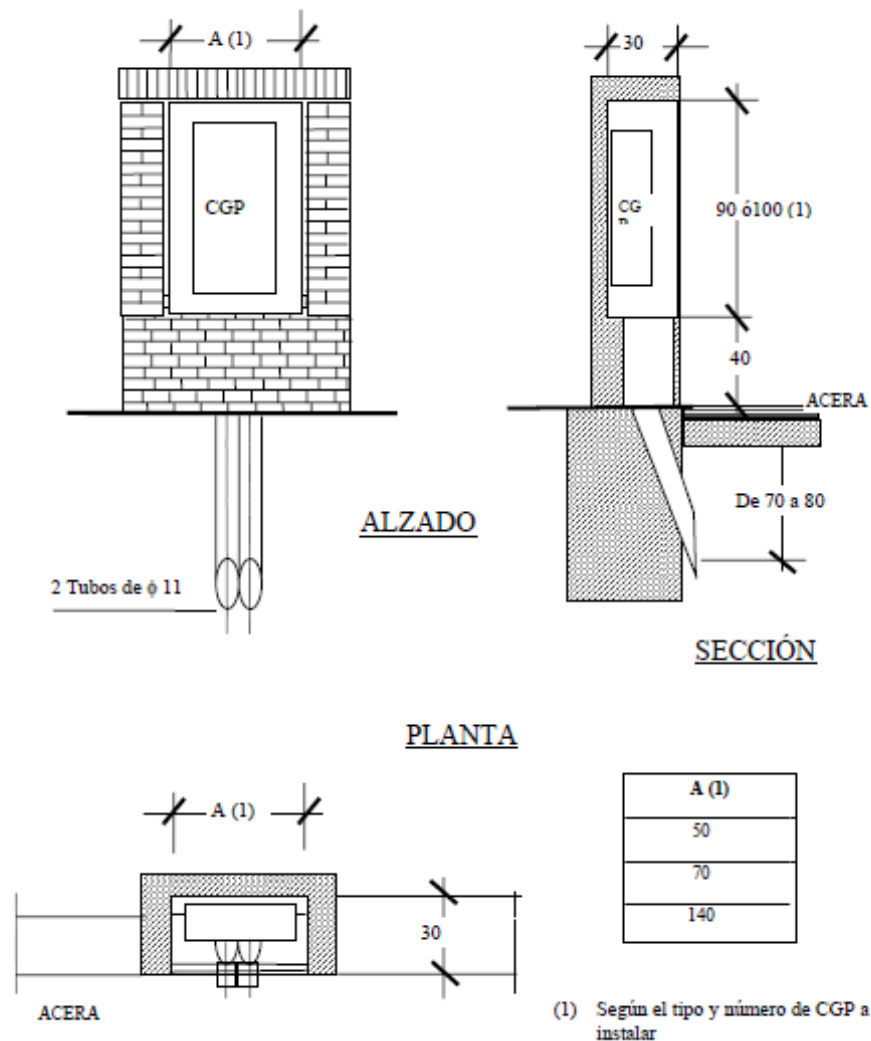


Figura 11: Hueco para CGP.

## 4.6.5 Puesta a tierra del neutro.

El conductor neutro de la red subterránea de distribución, se conectara a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centro de transformación se conectara a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

El neutro se conectara a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección o en las cajas generales de protección y medida, consistiendo dicha puesta a tierra una pica, unida al borne neutro mediante un conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup> de Cu, como mínimo.

## 4.6.6 Accesorios.

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de estos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Las características de los accesorios serán las establecidas en la NI 56.88.01.

Los empalmes y terminales se ejecutaran siguiendo el MT correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

Las piezas de conexión de ajustaran a la NI 58.20.71.

## 4.6.7 Calculo eléctrico.

La distribución se realizara en sistema trifásico a las tensiones de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

Para la elección de la sección de un cable deben tenerse en cuenta, en general, cuatro factores principales, cuya importancia difiere en cada caso.

Dichos factores son:

- Tensión de la red y su régimen de explotación.
- Intensidad a transportar en determinadas condiciones de instalación.
- Caídas de tensión en régimen de carga máxima prevista.
- Intensidades y tiempo de cortocircuito, del conductor.

Las características de los conductores en régimen permanente a título orientativo serán las siguientes:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

Tabla 20: Resistencia y reactancia.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Tabla 21: Intensidades admisibles.

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificado en la ITC-BT-07.

Para justificar la sección de los conductores se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Intensidad máxima admisible por el cable.

La elección de la sección, se calculara partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado.

La intensidad se determinara por la fórmula:

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

- b) Caída de tensión.

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

En ambos apartados, a) y b), se considera un factor de potencia para el cálculo de  $\cos \varphi = 0,9$ .

La elección de la sección del cable a adoptar está supeditada a la capacidad máxima del cable y a la caída de tensión admisible, que no deberá exceder del 5%.

#### 4.6.7.1 Protecciones de sobreintensidad.

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indican en los siguientes cuadros, la intensidad nominal del mismo:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z$ (A)		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Tabla 22: Intensidad nominal de fusibles gG.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para tubulares soterradas						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n$ (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

Tabla 23: Longitud máxima del cable protegida.

## **5. INSTALACIÓN INTERIOR**

### **5.1 Objeto**

Se redacta el presente apartado con el objeto de definir las condiciones técnicas y de diseño de la instalación eléctrica de las viviendas.

Comprenderá la instalación de enlace a los bloques de viviendas y las instalaciones de interior de las viviendas.

### **5.2 Reglamentación**

Los diferentes elementos proyectados de los que consta tanto la instalación de enlace como las instalaciones interiores, quedaran sujetos al cumplimiento de las normativas vigentes que a continuación se exponen:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Normas particulares y de normalización de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica (IBERDROLA).
- Código Técnico de la Edificación (CTE) (Ley 38/1999 de 5 de Noviembre).

### **5.3 Suministro de energía**

La empresa suministradora de la energía eléctrica corresponde a la compañía eléctrica IBERDROLA S.A.

El suministro será en baja tensión, trifásico más neutro, a 400 V de tensión de línea y frecuencia de 50 Hz.

### **5.4 Potencia prevista de los edificios**

Dicho apartado este detallado en la sección 4.4.

### **5.5 Descripción de la instalación**

La instalación eléctrica de este proyecto comprende:

- Caja general de protección (CGP)
- Línea general de alimentación (L.G.A)
- Centralización de contadores (CC)
- Derivaciones individuales
- Instalación en interior de viviendas
- Instalación de servicios generales



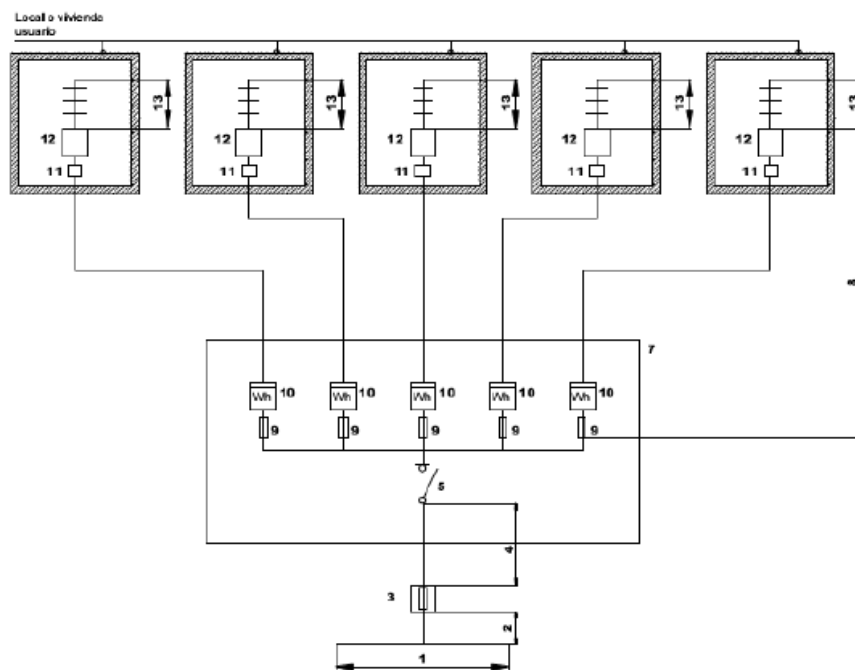
# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

La instalación a seguir, se basa en la instalación de enlace para varios usuarios con contadores de forma centralizada en un único lugar.

La instalación de enlace, es aquella que une la Caja General de Protección con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Comenzaran, por tanto, en el final de la cometida y terminara en los dispositivos generales de mando y protección.

A continuación se muestra el esquema de la instalación:



- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 1. Red de distribución             | 8. Derivación individual                         |
| 2. Acometida                       | 9. Fusible de seguridad                          |
| 3. Caja general de protección      | 10. Contador                                     |
| 4. Línea general de alimentación   | 11. Caja para interruptor de control de potencia |
| 5. Interruptor general de maniobra | 12. Dispositivos generales de mando y protección |
| 6. Caja de derivación              | 13. Instalación interior                         |
| 7. Emplazamiento de contadores     |  |

Figura 12: Esquema de la instalación de enlace para varios usuarios con contadores centralizados en un solo lugar.

## 5.5.1 Caja general de protección

Es la caja que aloja los elementos de protección de la Línea General de Alimentación. Se dispondrá de un C.G.P. por cada bloque de viviendas, ubicadas en el interior de un nicho, en el límite con lo vía pública, situadas en la pared del parking.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Su situación está fijada de común acuerdo entre la propiedad y la Empresa Distribuidora. La C.G.P. estará protegida de las demás instalaciones de agua, gas y teléfono.

Las características de las CGP están indicadas en la sección 4.6.4.

## 5.5.2 Línea general de alimentación

La Línea General de Alimentación es aquella que enlaza la C.G.P. con los cuadros de contadores. Estará constituido por conductores aislados en el interior de tubos enterrados. En nuestro caso dispondremos de una LGA, por cada bloque de viviendas, que partirá de la C.G.P. e ira enterrado bajo tubo en el suelo discurriendo por el jardín y edificio, es decir por las zonas comunes, teniendo su fin en los cuadros de contadores correspondiente a cada edificio.

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro serán de cobre, unipolares y aislados, con aislamiento de XLPE para una tensión 0,6/1 kV. Los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, pudiendo ser del tipo EXZHELLENT RZ1-K(AS) 0,6/1 kV o similar.

La sección de los conductores será uniforme en todo su recorrido y sin empalmes. Permitirá que la caída de tensión no supere el 0,5 %, de acuerdo con la ITC-BT-14.

Para la sección del conductor del neutro, se tendrá en cuenta el máximo desequilibrio que puede preverse, así como las corrientes armónicas y su comportamiento en función de las protecciones establecidas ante sobrecargas y cortocircuitos que pudieran darse, no se admitirá una sección inferior al 50 % de la correspondiente al conductor fase.

Las dimensiones de los tubos deberán permitir la ampliación de la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 %.

## 5.5.3 Centralización de Contadores

Los contadores irán colocados en armarios, los cuales irán alojados en el local común de la planta baja de cada bloque de viviendas, cumpliendo así la ITC-BT-16, que permite este modo de ubicación cuando el número de contadores a instalar es menor de 16.

La centralización será tipo URIARTE AM-9 o similar homologada por la compañía suministradora IBERDROLA, concretamente será variante A9. Los cuales 6 serán para la medida de las viviendas, una corresponderá para los servicios generales y la octava y novena serán de reserva.

Los contadores irán en módulos (cajas con tapas precintables); el grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma UNE 20324 y UNE-EN 50.102, es IK 09 y I P40, y deberán permitir de forma directa la lectura de los contadores. Las partes transparentes que permiten la lectura deberán ser resistentes a los rayos ultravioleta.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

El armario dispone de puertas con cerradura normalizada por la empresa suministradora. Además, dispone de ventilación e iluminación suficiente para su correcta lectura. Por seguridad se instalara un extintor móvil de eficacia mínima 21B, y para realizar labores de mantenimiento se colocara una base de enchufe de 16 A.

La colocación de la concentración de contadores, se realizara de manera de que desde la parte inferior de la misma al suelo haya como mínimo una altura de 0,25 m y el cuadrante de lectura del aparato de medida situado más alto, no supere el 1,80 m. Además, los fusibles de protección de las derivaciones individuales estarán dispuestos a una altura mínima del suelo de 0,30 m.

Las concentraciones, en cada uno de los casos estarán formadas eléctricamente por las siguientes unidades funcionales:

### *5.5.3.1 Unidad funcional de interruptor general de maniobra*

Es un elemento destinado a dejar fuera de servicio la centralización de contadores. Se instalara en una envolvente de doble asilamiento independiente, que contendrá un interruptor de corte omnipolar, de apertura en carga y que garantice que el neutro no sea cortado antes que otros polos.

Se sitúa entre la línea general de alimentación y el embarrado general de la concentración de contadores. Los interruptores serán de 160 A en los tres bloques de viviendas, para previsiones de carga de hasta 90 kW. Serán de tipo URIARTE IDT-160A-I o similar.

Su instalación es obligatoria, para más de dos usuarios, según el MTDYC 2.80.10 Normas particulares para instalaciones de enlace en edificios principalmente a viviendas.

### *5.5.3.2 Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad*

Contiene el embarrado general de la concentración y los fusibles de seguridad correspondiente a todos los suministros que estén conectados al mismo. Dispondrá de una protección aislante que evite contactos accidentales con el alumbrado general al acceder a los fusibles de seguridad.

Cada derivación individual lleva asociada en su origen una protección, compuesta por el fusible de seguridad antes mencionado, con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior de cada suministro. Estos fusibles irán antes del contador y se colocaran en cada uno de los hilos de fase que van a suministro, sobre el propio embarrado. Serán de tipo DO2 de 25 A de corriente nominal, para proteger las derivaciones individuales.

Los cables correspondientes a las derivaciones individuales se embornarán en la barra del neutro y en los fusibles de seguridad mediante bornes que garanticen una conexión segura y fiable.

El embarrado general está constituido por pletina de cobre cuya sección será de 20x4 mm, la barra del neutro ira situado en la parte superior del embarrado.

#### *5.5.3.3 Unidad funcional de medida*

Contiene los contadores, interruptores horarios y dispositivos de mando para la medida de la energía eléctrica.

De acuerdo con lo compañía eléctrica se instalara una unidad para:

- Contadores de viviendas (6 por cada bloque de vivienda).
- Contador para servicios generales (1 por cada bloque de vivienda).

Quedará reservado un espacio de los destinados a un contador, para la instalación de un interruptor horario. El espacio destinado a este fin será el situado en la parte superior derecha.

#### *5.5.3.4 Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida*

Contiene el embarrado de protección donde se conectarán los cables de protección de cada derivación individual, así como los bornes de salida de las derivaciones individuales.

Este embarrado deberá estar señalizado con el símbolo normalizado de puesta a tierra y conectado a tierra.

### 5.5.4 Derivaciones individuales

#### *5.5.4.1 Derivaciones Individuales a Viviendas*

La derivación individual es la parte de la instalación eléctrica que suministra energía eléctrica a una instalación de usuario partiendo de la línea general de alimentación. Se inicia en el embarrado general (cuadro de contadores) y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por conductores unipolares aislados en el interior de tubos empotrados en huecos de obra. La utilización de conductores unipolares aislados tiene como ventaja la posibilidad de instalar fácilmente en la misma canalización el hilo de mando.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Los tubos y canalizaciones, así como su instalación, cumplirán lo indicado en la tabla 3 de la ITC-BT-21.

Las canaladuras o conductos de obra tendrán unas dimensiones específicas que dependerán del número de derivaciones. Estas dimensiones se ajustaran según la tabla 1 de la ITC-BT-15.

Discurrirán única y exclusivamente las derivaciones individuales, no se aceptara, por tanto la presencia de canalizaciones de agua, gas, telecomunicaciones, etc., en el interior de dicho conducto de obra, tal y como se especifica en la guía técnica de aplicación, ITC-BT-15.

Los tramos de derivaciones individuales a los cuadros desde las verticales, discurrirán bajo tubo de PVC empotrado en la pared.

La altura mínima de las tapas de registro será de 0,30 m y su anchura igual a la canaladura. Su parte superior quedara instalada, como mínimo a 0,20 m del techo.

La resistencia al fuego de las tapas de registro y de las paredes de las canaladuras será respectivamente RF 30 y RF120.

Por el interior de la canaladura discurrirán verticalmente tubos, que contendrán las derivaciones individuales de cada una de las viviendas dejando un tubo de reserva, para futuras ampliaciones.

Los tubos tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 %, siendo el diámetro exterior de los tubos como mínimo de 32 mm. Cuando por coincidencia del trazado, se produzca una agrupación de dos o más derivaciones individuales, estas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta, asegurándose así la separación necesaria entre derivaciones individuales.

El cable de derivación estará formado por los siguientes colores:

- Conductor de fase.
- Conductor neutro.
- Conductor de protección.
- Hilo de mando.

El hilo de mando se utiliza para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas, dicho conductor será de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección aislante.

El código de colores utilizado es el que se indica en la ITC-BT-19:

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- Conductor de fase: marrón (cuando sean necesario más conductores de fase se utilizaran los colores negro y gris).
- Conductor neutro: azul claro.
- Conductor de protección: verde-amarillo.
- Hilo de mando: rojo.

Los conductores a utilizar serán de cobre, aislados y unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V, pudiendo utilizarse el cable EXZHELLENT D.I. con cubierta de XLPE o similar.

Los cables no presentaran empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21.123 parte 4 o 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección.

Este tipo de cable cumple con las características exigidas de no propagadores del incendio y con emisión de humos reducida.

Para el cálculo de la sección de los conductores se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La demanda prevista por cada usuario dependiendo el grado de electrificación.
- La caída de tensión máxima admisible que para el presente proyecto será de 1% al ser contadores totalmente concentrados.

## *5.5.4.2 Derivaciones Individuales a Servicios Generales*

La derivación de servicios generales saldrá del cuadro de contadores y discurrirá directamente sobre pared hasta el cuadro general de mando y protección, situado en el mismo local.

En dicho cuadro además de instalarse los dispositivos de protección tales como interruptores diferenciales y magnetotérmicos, se incluirán una toma de corriente para posibles emergencias.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Los conductores a utilizar serán de cobre, aislados y unipolares, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV, pudiendo utilizarse el cable EXZHELLENT u otro similar.

Estas derivaciones irán en el interior de los tubos de 32 mm de diámetro exterior, permitiéndose así una ampliación de la sección de los conductores instalados en un 100 %.

Los cables no presentaran empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21.123 parte 4 o 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Al igual que en las D.I. a viviendas, la sección de los conductores es calculada teniendo en cuenta una caída de tensión máxima del 1 %.

Según la ITC-BT-15 la sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para cables polares, neutro y protección.

### *5.5.4.3 Interruptor de Control de Potencia (ICP)*

El interruptor de control de potencia (ICP) es el dispositivo para controlar que la potencia realmente demandada por el consumidor no exceda de la contratada, su colocación es potestativa de la Compañía Suministradora.

La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar.

Este elemento se instalará delante del cuadro general de mando y protección, lo más cerca posible de la entrada de la derivación individual en el local o vivienda del cliente, y situado a una altura aproximada de 1,80 m, respecto al suelo. Será de acuerdo a la norma NI 76.53.01.

Para secciones de conductores de hasta 10 mm<sup>2</sup> inclusive, se instalará la caja normalizada por Iberdrola, según NI 76.53.01, siendo su denominación, UNESA CI (1) – ICP 29, y dimensiones de 180 x 105 x 53 mm.

Para secciones de cable superiores a 10 mm<sup>2</sup>, se instalará una caja de dimensiones 250 x 115 x 53 mm, con huellas para tubo de 21 a 36 mm, de diámetro, manteniéndose el resto de las especificaciones. Su denominación será: UNESA CI (1) – ICP 36.

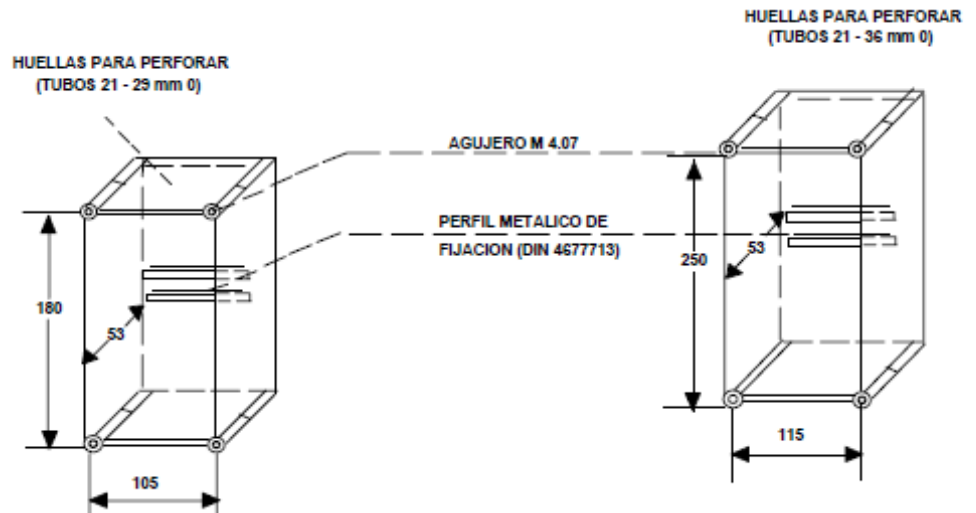


Figura 13: Caja para ICP.

### 5.5.5 Instalación interior de viviendas.

#### 5.5.5.1 *Circuitos independientes*

Los tipos de circuitos independientes, según la ITC-BT-25, son los que se indican a continuación y estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

C1: Circuito destinado a alimentar los puntos de iluminación.

C2: circuito destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.

C3: Circuito destinado a alimentar la cocina y el horno.

C4: Circuito destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.

C5: Circuito destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina.

#### 5.5.5.2 *Cuadro general de distribución*

Los cuadros de mando y protección de todas las viviendas, se sitúan a la entrada de cada una de ellas y a una altura con respecto al suelo de 1,80 m.

Irán montados sobre un armario de montaje empotrado y de dimensiones suficientes para contener los elementos de mando y protección de los circuitos interiores.



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Según la ITC-BT-26 en este cuadro se dispondrán los bornes o pletinas para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

El instalador fijara de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Las envolventes de los cuadro tendrán un grado de protección mínimo IP30 e IK07.

Los circuitos de protección privados se han ejecutado según lo dispuesto en la ITC-BT-17 y cumpliendo lo indicado en la ITC-BT-25.

Los elementos contenidos en cada uno de los cuadros son los siguientes:

- Interruptor general automático de corte omnipolar, para protección contra sobrecargas de todos los circuitos interiores. El interruptor General Automático (IGA) será de 2 x 25 A.
- Interruptor diferencial de 2 x 25 A y sensibilidad de 30 mA, para protección contra contactos indirectos de todos los circuitos. Según la ITC-BT-25, se colocara como mínimo, un interruptor diferencial por cada circuito instalado.
- Interruptores magnetotérmicos de dos polos de corte omnipolar para las protecciones de cada uno de los circuitos. El calibre mínimo del interruptor es de 10 A.

### *5.5.5.3 Instalación eléctrica en cuartos de baño*

La instalación eléctrica en estas dependencias se llevara a cabo respetando los volúmenes “0, 1, 2 y 3” que se definen en la ITC-BT-27:

Volumen 0: (Comprende el interior de la bañera o ducha) en un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen “0” está delimitado por el suelo y por un plano horizontal situado a 0,05 m por encima del suelo.

En este caso:

Si el difusor de la ducha puede desplazarse durante su uso, el volumen “0” está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m alrededor de la toma de agua de

la red, o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha.

Si el difusor de la ducha es fijo, el volumen “0” está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 0,6 m alrededor del difusor.

No está permitida la instalación en este volumen de ningún mecanismo.

Volumen 1: Limitado por el plano horizontal superior al volumen “0” y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo y, el plano vertical alrededor de la bañera que incluye el espacio por debajo de los mismos.

Para duchas sin plato cuyo difusor pueda desplazarse, el volumen 1 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m desde la toma de agua de la pared; sin embargo si el difusor es fijo este volumen será limitado por la superficie generatriz vertical situada a un radio de 0,6 m alrededor del difusor.

Según la ITC-BT-27, no está permitida la instalación en este volumen de mecanismos, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS alimentados a una tensión nominal de 12 V de valor eficaz en alterna o de 30 V en continua, estando la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes “0, 1 y 2”.

También se podrán instalar calentadores de agua si su alimentación está protegida con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

Volumen 2: Limitado por el plano vertical exterior al volumen 1 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m y el suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

No está permitida la instalación de mecanismos en este volumen con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación está instalada fuera de los volúmenes “0, 1 y 2”, pudiéndose instalar otros aparatos fijos tales como luminarias, ventiladores... siempre que su alimentación este protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 m.

Volumen 3: Limitado por el plano vertical limite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de este de 2,4 m, y el suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Se permite la instalación de bases solo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

#### 5.5.5.4 Características de los conductores

Los conductores activos serán de cobre, aislados y con una tensión asignada de 450/750 V.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, según el código de colores establecido en la ITC-BT-19 y ya explicado anteriormente.

Conforme a la ITC-BT-26 los conductores de protección serán de cobre y presentaran el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalaran por la misma canalización que estos y su sección será la misma.

Las secciones mínimas de los conductores y los diámetros mínimos de los tubos por los cuales discurren, son los indicados en la ITC-BT-25:

Circuito	Sección mínima (mm <sup>2</sup> )	Diámetro tubo mínimo (m)
C1: Iluminación	1,5	16
C2: Tomas de uso general	2,5	20
C3: Cocina y horno	6	25
C4: Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	4	20
C5: Baño y cuarto de cocina	1,5	16

Tabla 24: Secciones mínimas de cable y tubo en circuitos interiores instalados en viviendas.

Las secciones de las líneas serán calculadas teniendo en cuenta la potencia demandada por los puntos de utilización y que la mayor caída de tensión no sea superior al 3%.

#### 5.5.5.5 Ubicación de mecanismos y cajas de registro

El número de mecanismos que se ha previsto en la instalación está de acuerdo con la tabla 2 de la ITC-BT-25.

Todos los mecanismos en el interior de la vivienda serán con cajas empotradas en tabiquería, las cuales deberán quedar a ras del tabique y solo deberá sobresalir el grosor de la placa embellecedora. Las distancias aconsejables desde las cajas de mecanismo al suelo son de 110 cm para interruptores y de 30 cm para tomas de corriente de usos diversos.

Las bases de 16 A 2p+T instaladas en la cocina, se colocaran fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,5 m del fregadero y de la encimera de cocción o cocina, mientras que las bases de enchufe de 25 A mantendrán una distancia al pavimento de 70 cm.

La distancia al suelo de los pulsadores y timbres será de 110 cm.

Las cajas de distribución mantendrán una separación de entre 20 y 30 cm con respecto al techo, y mayor de 20 cm con respecto a las esquinas de paredes.

#### 5.5.6 Instalación de servicios generales

##### *5.5.6.1 Cuadro general de distribución*

El cuadro de distribución de servicios generales será instalado en el local de centralización de los contadores, en la planta baja de cada bloque de viviendas. En dicho cuadro se alojara los elementos de mando y protección de los circuitos de servicios generales comunes.

Los cuadros irán anclados en una de las paredes del recinto a una distancia mínima de 1,80 m del suelo.

Según la ITC-BT-17, los dispositivos generales e individuales de mando y protección, se ubicaran en el interior de uno varios cuadros de distribución.

Las dimensiones de las cajas o armarios serán las adecuadas para alojar los equipos especificados en el diagrama unifilar correspondiente, dejándose espacio suficiente para posibles ampliaciones. Las envolventes de los cuadros tendrán un grado de protección mínimo IP30 e IK07.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar.

El interruptor general automatico, de corte omnipolar, tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación. Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación.

A continuación se describen los elementos de mando y protección instalados en el cuadro de servicios generales.

Cuadro Servicios Generales:

- 1 Interruptor automático magnetotérmico de 2x6 A, como interruptor general automático.
- 1 Interruptor diferencial de 2x6 A, con sensibilidad 30 mA, como protección contra contactos indirectos de los circuitos de alumbrado de escalera y emergencia.
- 1 Interruptor magnetotérmico de 2x3 A, como protección contra sobrecargas y cortocircuitos del circuito de alimentación del alumbrado de escaleras.
- 1 Interruptor magnetotérmico de 2x2 A, como protección contra sobrecargas y cortocircuitos del circuito de alimentación del alumbrado de emergencia.

*5.5.6.2 Características de los conductores*

La sección de los conductores a utilizar se determinara de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3% en caso de los circuitos de alumbrado y del 5% en los circuitos de fuerza.

Los conductores a utilizar serán de cobre, asilados y unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V, pudiendo utilizarse el cable EXZHELLENT u otro similar. Deben ser fácilmente identificables, según el código de colores establecido en la ITC-BT-19.

*5.5.6.3 Alumbrado de emergencia*

La instalación de alumbrado de emergencia tiene por objeto asegurar, en caso de fallos de la alimentación del alumbrado normal, la iluminación para una evacuación de público.

De los alumbrados de emergencia que se describen en la ITC-BT-28, se va a instalar el alumbrado de seguridad, y dentro de este el alumbrado de evacuación.

El alumbrado de seguridad garantiza la iluminación durante la evacuación de una zona, y entra en funcionamiento a tensión inferior al 70 % de la nominal.

El alumbrado de evacuación, permite reconocer y utilizar las rutas de evacuación, proporcionando 1 lux en el suelo y en el eje de los pasos principales.

También identificara los puntos de los servicios contra incendios y cuadros de distribución.

Se instalara aparatos autónomos de emergencia en zonas comunes, siendo estos del tipo DAISALUX o similar, con una potencia mínima de 8 W.

## 5.6 Red de tierras de los edificios

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, para asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, se permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las descargas de origen atmosférico.

### 5.6.1 Partes de las instalaciones a conectar a tierra.

En edificios de nueva construcción se deberán conectar a tierra los siguientes elementos según la NTE-IEP:

La instalación de pararrayos, que tendrían puntos de puesta a tierra exclusivos para ellos.

- La instalación de antena colectiva de TV y FM.
- Los enchufes eléctricos y las masas metálicas correspondientes en los aseos y baños.
- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos.
- Las estructuras metálicas y armaduras de muros y soportes de hormigón.

### 5.6.2 Elementos principales de la red de tierras

#### 5.6.2.1 *Electrodos*

Según la ITC-BT-26, en toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección, según el siguiente sistema: instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar esta, un cable rígido de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

La NTE, recomienda que los cables se coloques a una profundidad de 80 cm bajo la superficie.

Este anillo es un electrodo artificial y a él se conectaran las estructuras metálicas del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga con zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales, y como mínimo uno por zapata.

La conexión entre el conductor y vigas o pilares, se realizara de manera fiable y segura, con soldadura de alto punto de fusión, o s oldadura aluminotérmica.

Después de instalar el conductor enterrado se echara sobre él el hormigón directamente, esta solución además de proteger el cable y debido al contacto permanente entre ambos, hace que el hormigón se convierta en electrodo auxiliar de la instalación, ya que este es muy buen conductor de la electricidad.

En el proyecto que nos ocupa, también será necesaria la colocación de picas como electrodos artificiales cilíndricas que se introducen en el terreno de forma vertical. La norma tecnológica de la edificación recomienda que las picas sean de alma de acero recubiertas de cobre electrolítico de 14 mm de diámetro como mínimo y con un espesor de cobre de al menos 2 mm. De esta forma al hincar las picas en el terreno no se descamisara y garantizara la unión eléctrica entre el terreno y el electrodo. La longitud de las picas no será inferior a 2m.

La NTE recomienda que la distancia entre las picas dispuestas en paralelo no debe ser menor de 4 m (2 veces la longitud de la pica); en el edificio se instalaran a una distancia de 12 m aproximadamente, como se puede comprobar en el plano correspondiente a la red de tierras.

Las picas se unen eléctricamente con cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup>.

## 5.6.2.2 Puntos de puesta a tierra

Los puntos de puesta a tierra se situaran:

- En el lugar de la centralización de contadores.
- En el punto de ubicación de la caja general de protección.

## 5.6.2.3 Líneas de enlace con tierra

Es la parte de la instalación que une los electrodos con los puntos de puesta a tierra. Los conductores serán de cobre, aislado y desnudos, de una sección de 16 mm<sup>2</sup>.

#### *5.6.2.4 Línea principal de tierra*

Es la parte del circuito que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones de la línea principal de tierra necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o aparatos y elementos metálicos de una instalación.

Según la ITC-BT-26, está constituida por conductores de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección en la ITC-BT-19 con un mínimo de 16 mm<sup>2</sup> que será utilizado en este proyecto.

#### *5.6.2.5 Derivaciones de la línea principal de tierra*

Son los conductores de cobre, que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección, su sección será la misma que la señalada para los conductores de protección en la ITC-BT-19.

#### *5.6.2.6 Conductores de protección*

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

Los conductores de protección serán de cobre, con el mismo aislamiento que los conductores activos y se instalarán por la misma canalización que estos, la sección será igual a la de los conductores de fase siempre y cuando no excedan de 16 mm<sup>2</sup>.

#### *5.6.2.7 Conductores de equipotencialidad*

Serán de cobre y deberán tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, su sección mínima será de 2,5 mm<sup>2</sup>.

La conexión de equipotencialidad es obligatoria en los cuartos de baño y aseo de viviendas, debiendo conectar a la misma, las canalizaciones metálicas de agua fría y caliente, desagües, calefacción, gas, etc.

Firmado:  
Carlos Goicoechea Apezteguia  
Ingeniero Industrial



## CÁLCULOS

---

## ÍNDICE: CÁLCULOS

1.	CÁLCULO LINEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN .....	63
1.1	Intensidad de la línea de Media Tensión.....	63
1.2	Caída de tensión de la línea de Media Tensión.....	64
1.3	Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.....	64
1.4	Resumen cálculos.....	65
2.	CÁLCULO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	66
2.1	Intensidad de Alta Tensión.....	66
2.2	Intensidad de Baja Tensión.....	66
2.3	Cortocircuitos.....	66
2.4	Dimensionado del embarrado.....	67
2.5	Calculo de las instalaciones de puesta a tierra de protección y servicio.....	69
3.	CÁLCULO LINEA AÉREA BAJA TENSIÓN .....	79
3.1	Calculo eléctrico.....	79
3.2	Calculo mecánico.....	82
4.	CÁLCULO LINEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN.....	85
4.1	Intensidad de la línea subterránea de Baja Tensión.....	85
4.2	Caída de tensión línea subterránea Baja Tensión.....	86
5.	CALCULO INSTALACIÓN DE ENLACE.....	89
5.1	Caja Genera de Protección .....	89
5.2	Línea General de Alimentación .....	91
5.3	Centralización de contadores.....	93
5.4	Derivaciones individuales.....	96
5.5	Cuadro General de Distribución .....	97
6.	CALCULO INSTALACION INTERIOR .....	99
6.1	Líneas interiores de viviendas.....	99
6.2	Líneas de servicios generales .....	105
6.3	Puesta a tierra .....	105

## 1. CÁLCULO LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN

Todos los cálculos eléctricos relativos a la línea objeto del presente proyecto, han sido realizadas de acuerdo con el Proyecto Tipo de Línea Subterránea de Alta Tensión de hasta 30 kV, MT 2.31.01, de IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.U., habiéndose utilizado las tablas y graficas que en el mismo se incluyen.

Como hipótesis de partida para el cálculo, tendremos en cuenta las siguientes características particulares de la instalación a la hora de calcular el valor máximo de la intensidad admisible que circulara por el cable, en este caso serán:

- Tubo de resistividad térmica de 3,5 K.m/W.
- Una sola terna de cables unipolares por tubo.
- Cables enterrados en el interior de tubos con diámetro interior 1,5 veces superior al diámetro equivalente de la terna de cables.

Dadas las características particulares de la instalación, no será necesaria la aplicación de ningún coeficiente de corrección para el valor máximo de la intensidad admisible, salvo el relativo a la distancia entre ternos de cables entubados, que según la tabla 10 del MT 2.31.01, tendremos que aplicar un factor de 0,8, ya que los tubos de esta instalación están prácticamente en contacto.

**Por temperatura del terreno.** Se supone que el terreno está a una temperatura de 25°C y no varía prácticamente esta temperatura durante todo el año. Por lo que este factor de corrección no hay que aplicarlo, ya que según la tabla 6 del MT 2.31.01 es 1,00.

**Por resistividad térmica del terreno.** El tipo de terreno en el que se proyecta la instalación es de tipo poco seco, por lo que según la tabla 8 del MT 2.31.01 se adoptara una resistividad térmica del terreno de 1,5 k.m/W, siendo de este modo el factor de corrección a aplicar según la tabla 7 de 1,00.

**Por distancia entre ternos de cables unipolares agrupados.** Los dos ternos instalados en los diferentes tubos se encuentran en contacto uno con otro, por lo que el factor de corrección a aplicar según la tabla 9 del MT 3.31.01 para este caso, es de 0,80.

**Por profundidad de los cables en la zanja.** Los cables estarán instalados bajo tubo a una profundidad de entre 0,9 y 1,00m por lo que el factor de corrección obtenido de la tabla 10 del MT 2.31.01 será de 1,00.

### 1.1 Intensidad de la línea de Media Tensión.

$$\text{Según MT 2.31.01: } I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

En la tabla 4 se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los cables normalizados en IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.U., para canalizaciones enterradas bajo tubo, según MT 2.31.01, de ella elegimos la sección nominal del conductor.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Como se puede observar no es una condición muy restrictiva dado que las compañías suministradoras, en este caso Iberdrola, solo permite la utilización de un número limitado de secciones, para de esta manera conseguir que la red de distribución sea más homogénea y al mismo tiempo conseguir sobredimensionarla, en previsión de futuras instalaciones.

Tensión nominal U <sub>o</sub> /U (kV)	Sección nominal de los Conductores (mm <sup>2</sup> )	Intensidad 3 unipolares
12/20	150	255
	240	345
	400	450

Tabla 1: Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables con conductores de aluminio con aislamiento seco enterrados bajo tubo (HEPRZI).

Elegiremos la sección de 150 mm<sup>2</sup>, para unificar y hacer más homogénea la red, dado que en la línea donde realizamos el entronque tiene esa misma sección, por lo que la intensidad máxima admisible en régimen permanente será de 255 A, a la cual la tenemos que aplicar el factor de corrección de 0,80, especificado anteriormente, por lo que la intensidad máxima admisible en régimen permanente una vez aplicado el factor de corrección por las características de la instalación, será de 204 A.

Dado que desconocemos la potencia de transporte que estima la compañía eléctrica, calcularemos la capacidad de transporte de la línea.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 20 \cdot 204 \cdot 0,9 = 6360,1kW$$

La capacidad de la línea de 125 mm<sup>2</sup>, es suficiente para dar suministro a las nuevas instalaciones proyectadas, así como las instalaciones existentes.

## 1.2 Caída de tensión de la línea de Media Tensión.

Según MT 2.31.01:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \varphi + L \sin \varphi) =$$
$$= \sqrt{3} \cdot 204 \cdot 0,032 \cdot (0,277 \cdot 0,9 + 0,112 \cdot 0,43) = 1,76V$$

La distancia utilizada para el cálculo de la caída de tensión es de 32 metros.

## 1.3 Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.

Conociendo el dato de la potencia de cortocircuito máxima de la red de alta tensión, que es de 350 MVA, facilitado por Iberdrola, obtenemos:

$$I_{cc} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,10kA$$

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Por lo que la sección de 150 mm<sup>2</sup> elegida anteriormente, soportaría esta intensidad hasta un límite de tiempo del cortocircuito de 1,5 segundos, como se puede comprobar en la siguiente tabla 5, cuyos datos han sido obtenidos de MT 2.31.01:

Tipo de Aislamiento	Tensión kV	Sección mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito en segundos								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20	150	42,15	29,85	24,30	18,90	13,35	10,90	9,44	8,44	7,71

Tabla 2: Intensidades de cortocircuito admisibles en el conductor seleccionado, en kA.

## 1.4 Resumen cálculos.

LÍNEA					CONDUCTOR					ZANJA		
Tramo Entre	Tensión kV	Capacidad Transporte kW	Caída de Tensión %/km	Longitud km	Nº	Material	Tipo	Sección	Disposición	Longitud m	Profundidad m	Anchura m
Arqueta "A", según plano y CT proy.	20	6360,1	1,76	0,032	3	Al	HEPRZ1	150	Tubo	8	1,15	0,45

Tabla 3: Resumen calculo línea de MT.

## 2. CÁLCULO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### 2.1 Intensidad de Alta Tensión.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria  $I_p$  viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U$  = Tensión compuesta primaria en kV

$I_p$  = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores, tendremos:

$$I_p = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 11,55A$$

### 2.2 Intensidad de Baja Tensión.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria nos viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U$  = Tensión compuesta primaria en kV

$I_s$  = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores, tendremos:

$$I_s = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 577,20A$$

### 2.3 Cortocircuitos.

#### 2.3.1 Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, datos proporcionado por Iberdrola.

### 2.3.2 Intensidad primaria de cortocircuito en el lado de AT.

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Siendo:

$S_{CC}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

$U_p$  = Tensión primaria en kV.

$I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

Sustituyendo valores, tendremos:

$$I_{CCP} = \frac{350 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,11 \text{ kA}$$

### 2.3.3 Intensidad secundaria de cortocircuito en el lado de BT.

$$I_{CCS} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{CC}}{100} \cdot U_s}$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_{CC}$  = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

$U_s$  = Tensión compuesta en el secundario en kV.

$I_{ccs}$  = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

Sustituyendo valores, tendremos:

$$I_{CCS} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \frac{4}{100} \cdot 0,4} = 14,44 \text{ kA}$$

## 2.4 Dimensionado del embarrado.

La configuración de centro integrado hace que el embarrado se encuentre junto con la aparatada de AT bajo una única envolvente metálica sumergido en fluido dieléctrico común. Las conexiones se realizan a través de conductores de cobre aislados y separados.

#### 2.4.1 Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor.

Esto puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que en este caso es de 400 A, que es la corriente asignada en servicio continuo según características del fabricante.

Luego el conductor de cobre sumergido en fluido dieléctrico tiene una sección de 150 mm<sup>2</sup> con lo que la densidad de corriente es de:

$$D= I/S= 400/150= 2,66 \text{ A/mm}^2$$

El cable de 150 mm<sup>2</sup> de cobre según la tabla 11 de la ITC-LA 07, está capacitado para soportar una densidad de 3,4 A/mm<sup>2</sup> al aire, condición mucho más desfavorable que sumergido en fluido dieléctrico, por lo que su empleo es correcto.

#### 2.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 5.3 de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc}(\text{din})= 25,28 \text{ kA}$$

El valor obtenido es menor que el valor de cresta de intensidad nominal, que es de 40 kA.

#### 2.4.3 Comprobación por sollicitación térmica.

La comprobación por sollicitación térmica tiene como objetivo comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

El valor de intensidad que garantiza que no se provocara un exceso de calentamiento en caso de cortocircuito, es la intensidad de cortocircuito eficaz calculada en el apartado 6.3.2, es decir:

$$I_{cc}= 10,11 \text{ kA}$$

Esta intensidad es menor que la indicada por el fabricante, que es de 16 kA.

#### 2.4.4 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

Los transformadores están protegidos tanto en Alta Tensión como en Baja Tensión.



En Alta Tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en Baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

#### *2.4.4.1 Transformador*

La protección en Alta tensión de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo estos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida, ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

#### *2.4.4.2 Protecciones en Baja Tensión.*

Las salidas de Baja Tensión cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado. Según los cálculos realizados en el apartado 7.1.3, el calibre de los fusibles será de 200 A y el poder de corte de 16 kA.

## **2.5 Calculo de las instalaciones de puesta a tierra de protección y servicio.**

### 2.5.1 Investigación de las características del suelo.

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA, el apartado 4.1 de la MIE RAT 13 admite la posibilidad de estimar la resistividad del terreno o medirla.

Según la investigación previa del terreno donde se instalara el Centro de Transformación, se determina una resistividad media del terreno de 100  $\Omega$ .m.

### 2.5.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro: El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas y de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones: Cuando se produce un defecto, este se elimina mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que solo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

### 2.5.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra.

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

### 2.5.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro:  $R_n = 0 \Omega$
- Reactancia del neutro:  $X_n = 11,11 \Omega$
- Limitación de la intensidad a tierra:  $I_{dm} = 1040 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 1000 \text{ V}$

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Características del terreno:

- Resistencia de tierra:  $R_o=100 \Omega.m$
- Resistencia del hormigón:  $R'_o= 3000 \Omega.m$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad de defecto, salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

Donde:

$I_d$  = Intensidad de defecto a tierra (A)

$R_t$  = Resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )

$V_{bt}$  = Tension de aislamiento en baja tensión (V)

La intensidad de defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm}$$

Donde:

$I_d$  = Intensidad de defecto a tierra (A)

$I_{dm}$  = Limitación de la intensidad de falta a tierra (A)

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 1040A$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 5,77\Omega$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o}$$

Donde:

$R_o$  = Resistividad del terreno en ( $\Omega.m$ )

$R_t$  = Resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )

$K_r$  = Coeficiente del electrodo

#### 2.5.4.1 Centro de Transformación:

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,058$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada:	50-50/5/84
Geometría del sistema:	Anillo rectangular
Distancia de la red:	5,0 x 5,0 m
Profundidad del electrodo horizontal:	0,5 m
Numero de picas:	Ocho
Longitud de las picas:	4 m

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia	$K_r = 0,057$
De la tensión de paso	$K_p = 0,0115$
De la tensión de contacto	$K_c = 0,0212$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores no interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del edificio no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- En el piso del Centro de Transformación se instalara un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

Donde:

$K_r$  = Coeficiente del electrodo

$R_o$  = Resistividad del terreno en ( $\Omega \cdot m$ )

$R_{0th}$  = Resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )

Por lo que para el Centro de Transformación:

$$R_{0th} = 5,7 \Omega$$

Y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula:

$$I'_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Donde:

$U_n$  = Tensión de servicio (V)

$R_n$  = Resistencia de puesta a tierra del neutro ( $\Omega$ )

$R_t$  = Resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )(en este caso  $R_{0th}$ )

$X_n$  = Reactancia de puesta a tierra del neutro ( $\Omega$ )

$I_d$  = Intensidad de falta a tierra (A)

$$I'_d = 924,7 A$$

### 2.5.5 Calculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que estas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

Donde:

$R'_t$  = Resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )

$I'_d$  = Intensidad de defecto (A)

$V'_d$  = Tensión de defecto (V)

Por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 5270,8 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d$$

Donde:

$K_c$  = Coeficiente

$R_o$  = Resistividad del terreno en ( $\Omega \cdot m$ )

$I'_d$  = Intensidad de defecto (A)

$V'_c$  = Tensión de paso en el acceso (V)

Por lo que tendremos:

$$V'_c = 1960,36 \text{ V}$$

### 2.5.6 Calculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto, ya que estas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d$$

Donde:

$K_p$  = Coeficiente

$R_o$  = Resistividad del terreno en ( $\Omega.m$ )

$I_d$  = Intensidad de defecto (A)

$V_p$  = Tensión de paso en el acceso (V)

Por los que tendremos:

$$V_p = 1063,4 \text{ V}$$

## 2.5.7 Calculo de las tensiones aplicadas.

### 2.5.7.1 Centro de Transformación.

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$t = 0,7 \text{ seg}$$

$$K = 72$$

$$n = 1$$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right)$$

Donde:

$K$  = Coeficiente

$t$  = Tiempo total de duración de la falta (s)

$n$  = Coeficiente

$R_o$  = Resistividad del terreno en ( $\Omega.m$ )

$V_p$  = Tensión admisible de paso en el exterior (V)

Por lo que, para este caso:

$$V_p = 1645,7 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right)$$

Donde:

K = Coeficiente

t = Tiempo total de duración de la falta (s)

n = Coeficiente

R<sub>o</sub> = Resistividad del terreno en (Ω.m)

R'<sub>o</sub> = Resistividad del hormigón en (Ω.m)

V<sub>p(acc)</sub> = Tensión admisible de paso en el acceso (V)

Por los que, para este caso:

$$V_{p(acc)} = 10594,3 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1063,4 \text{ V} < V_p = 1645,7 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 1960,36 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10594,3 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 5270,8 \text{ V} < V_{bt} = 6000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 40 \text{ A} < I_d = 1040 \text{ A} < I_{dm} = 1040 \text{ A}$$

#### 2.5.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000 V.



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi}$$

Donde:

$R_o$  = Resistividad del terreno en ( $\Omega \cdot m$ )

$I'_d$  = Intensidad de defecto (A)

D = Distancia mínima de separación (m)

Para este Centro:

$$D = 14,72 \text{ m}$$

Se conectara a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador.

Las características del sistema de tierras de servicio son los siguientes:

Identificación: 5/22 (UNESA)

Geometría del sistema: Picas alineadas

Separación entre picas: 3 m

Numero de picas: Dos

Longitud picas: 2 m

Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$$K_r = 0,201$$

$$K_c = 0,0392$$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37  $\Omega$ .

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

$$R_{I_{serv}} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 100 = 20,1 < 37\Omega$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizara con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

## 2.5.9 Resumen resultados.

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U'p= 1063,4 \text{ V}$	<	$Up= 1645,7 \text{ V}$
Tensión de paso en el acceso	$U'p(\text{acc})= 1960,36 \text{ V}$	<	$Up(\text{acc})= 10594,3 \text{ V}$
Tensión de defecto	$U_d= 5270,8 \text{ V}$	<	$U_{bt}= 6000 \text{ V}$
Intensidad de defecto	$I_d= 1040 \text{ A}$	>	$I_a=40 \text{ A}$

Tabla 4: Tabla resumen sistema PaT.

### 3. CÁLCULO LÍNEA AÉREA BAJA TENSION

#### 3.1 Calculo eléctrico.

Los cálculos eléctricos relativos a la línea objeto, han sido realizadas de acuerdo con el Proyecto Tipo de Línea Aérea de Baja Tensión, MT 2.41.20, de IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.U., habiéndose utilizado las tablas y graficas que en el mismo se incluyen. Además del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Como hipótesis para el cálculo, tendremos en cuenta las siguientes características particulares de la instalación a la hora de calcular el valor máximo de la intensidad admisible que circulara por el cable, en este caso serán:

- Temperatura ambiente 40 °C.
- Agrupación de varios cables con neutro fiador.
- $\cos \varphi = 0,9$ .
- $X = 0,1 \Omega/\text{km}$ .

La caída de tensión admisible, en el punto más desfavorable de la red, no será superior al 5%. Este valor será el máximo que se podrá alcanzar por la suma de la red general (línea aérea y subterránea de BT) y las acometidas, tanto existentes como futuras.

Dadas las características de la instalación, será necesaria la aplicación del factor de corrección por agrupación de varios cables. Así, según la tabla 6 del ITC-BT 06 del REBT, tendremos que aplicar un factor de 0,75.

#### 3.1.1 Intensidad de la línea aérea de Baja Tensión.

En la tabla 5, se indican las intensidades máximas admisibles en los cables normalizados por IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.U., cuando la temperatura ambiente es de 40 °C.

Composición De los cables	Intensidad máxima admisible I A 40°C	Potencia máxima de transporte para $\cos \varphi = 0,9$ kW	Momento eléctrico máximo PL kW x km	
			Por caída de tensión 5 %	Por pérdida de potencia 5%
3x25/29,5	100	62,35	5,041	4,212
3x50/29,5	150	93,53	9,193	7,885
3x95/54,6	230	143,41	17,441	15,794
3x150/80	305	190,18	25,597	24,535

Tabla 5: Comportamiento eléctrico de los cables.

Elegiremos la sección de 150 mm<sup>2</sup>, por lo que la intensidad máxima admisible a 40 °C será de 305 A, a la cual la tenemos que aplicar el factor de corrección de 0,75,

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

especificado anteriormente, por lo que la intensidad máxima admisible una vez aplicado el factor de corrección, será de 228,75 A.

La máxima potencia capaz de transmitir por la línea será de:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 228,75 \cdot 0,9 = 142,64 \text{ kW}$$

Por el contrario la intensidad admisible real que circulara por el cable será:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{94,917}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,9} = 150,67 \text{ A}$$

En realidad, el cable de sección 95 mm<sup>2</sup> sería suficiente para abastecer las nuevas viviendas, pero se escoge el cable de sección 150 mm<sup>2</sup>, para futuras ampliaciones.

Tramo entre	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>max. adm</sub> (A)	P <sub>max adm.</sub> (kW)	I <sub>nominal</sub> (A)	P <sub>real</sub> (kW)
Apoyo 1 y Apoyo 2	150	228,75	142,64	150,67	93,95

Tabla 6: Resumen cálculo sección red aérea.

### 3.1.2 Caída de tensión de la línea aérea de Baja Tensión.

La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizara mediante la fórmula:

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

Donde:

W = Potencia en kW.

U = Tensión en kV.

$\Delta U$  = Caída de tensión.

I = Intensidad en A.

L = Longitud de la línea en km.

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

X = Reactancia a frecuencia 50 Hz

Cos  $\varphi$  = Factor de potencia.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 150,67 \cdot 0,081 \cdot (0,0181 \cdot 0,9 + 0,0081 \cdot 0,4843) = 0,427 \text{ V}$$

Luego:  $\Delta U = 0,11\%$

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

La máxima caída de tensión será la correspondiente a la suma de la caída de tensión de la línea aérea más la línea subterránea, en el punto más desfavorable.

Tramo entre	Longitud (m)	$I_{nominal}$ (A)	c.d.t. Parcial (V)	c.d.t. Parcial (%)	c.d.t. Total	Saturación conductor (%)
Apoyo 1 y Apoyo 2	81	150,67	0,427	0,11	0,11	65,5

Tabla 7: Resumen calculo caída de tensión red aérea.

### 3.1.3 Protecciones de sobreintensidad.

Para la determinación de las secciones calculadas anteriormente se ha tenido en cuenta que los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas y cortocircuitos, se instalaran fusibles de la clase “gG” en la cabecera de la línea principal. La intensidad nominal del mismo se indica en la tabla 8:

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z$ (A)		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Tabla 8: Intensidad nominal de fusibles gG

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para tubulares soterradas						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n$ (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

Tabla 9: Longitud máxima del cable protegida.

Empleando las tablas 8 y 9 de Iberdrola, para un cable de 3x150 + 1x95 Al de sección y para una longitud total de aproximadamente 186 m, el calibre de los fusibles a instalar, será de 200 A, con un poder de corte de 16 kA.

Para realizar este cálculo se ha tenido en cuenta la red de baja tensión completa, es decir tanto la red aérea como la subterránea.

### 3.2 Cálculo mecánico.

El cálculo mecánico de los elementos constituyentes de la red, cualquiera que sea su naturaleza, se efectuara con los supuestos de acción de las cargas y sobrecargas que a continuación se indican:

Como cargas permanentes se consideraran las cargas verticales debidas al propio peso de los distintos elementos: conductores, aisladores, accesorios de sujeción y apoyos.

Se consideraran las sobrecargas debidas a la presión del viento siguientes:

- Sobre conductores: 50 daN/m<sup>2</sup>.
- Sobre superficies planas: 100 daN/m<sup>2</sup>.
- Sobre superficies cilíndricas de apoyos: 70 daN/m<sup>2</sup>.

La instalación estará ubicada en zona A, con lo cual no se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.

#### 3.2.1 Esfuerzos solicitantes en los apoyos.

Se comprobara la hipótesis más desfavorable, de forma que la obtención del esfuerzo nominal del apoyo se efectuara con el tense mecánico 500 daN, con el peso propio del cable y con la sobrecarga de viento reglamentaria de 50 daN/m<sup>2</sup> sobre el haz de conductores.

Los valores de las sobrecargas y resultantes (peso propio cable + sobrecarga) reglamentarias, se indican en la tabla 10.

Composición de los conductores	Sobrecargas (daN/m)			Resultantes R (daN/m)		
	Viento	Hielo		Viento	Hielo	
	Zonas A-B-C	Zona B	Zona C	Zonas A-B-C	Zona B	Zona C
3x150 Al/80,0 Alm	2,3875	0,4067	0,8135	2,9754	2,1823	2,589

Tabla 10: Sobrecargas y resultantes reglamentarias.

Cada haz de conductores está sometido, según la tabla 11, a unas condiciones reglamentarias de tracción mecánica máxima y flecha máxima, afectadas por las temperaturas y sobrecargas prescritas en el Reglamento.

Zona de altitud	Tracción mecánica máxima	Flecha máxima
A (baja)	15°C + resultante de viento ó 0°C + resultante viento /3	50°C sin sobrecarga

Tabla 11: Hipótesis de cálculo.

El vano ha estudio, está compuesto por dos apoyos fin de línea. Estos apoyos soportaran las mismas cargas verticales especificadas para los apoyos de alineación y

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

además, en dirección longitudinal, soportaran el 100 % de la tensión máxima  $T$  del cable en la hipótesis considerada ( $F = T$ ).

Además, se comprobara que el esfuerzo horizontal transversal del viento  $V$ , sobre el haz de conductores, en el semivano, es inferior al esfuerzo secundario que soporta el apoyo.

Empleando las tablas que nos proporciona Iberdrola los apoyos seleccionados son:

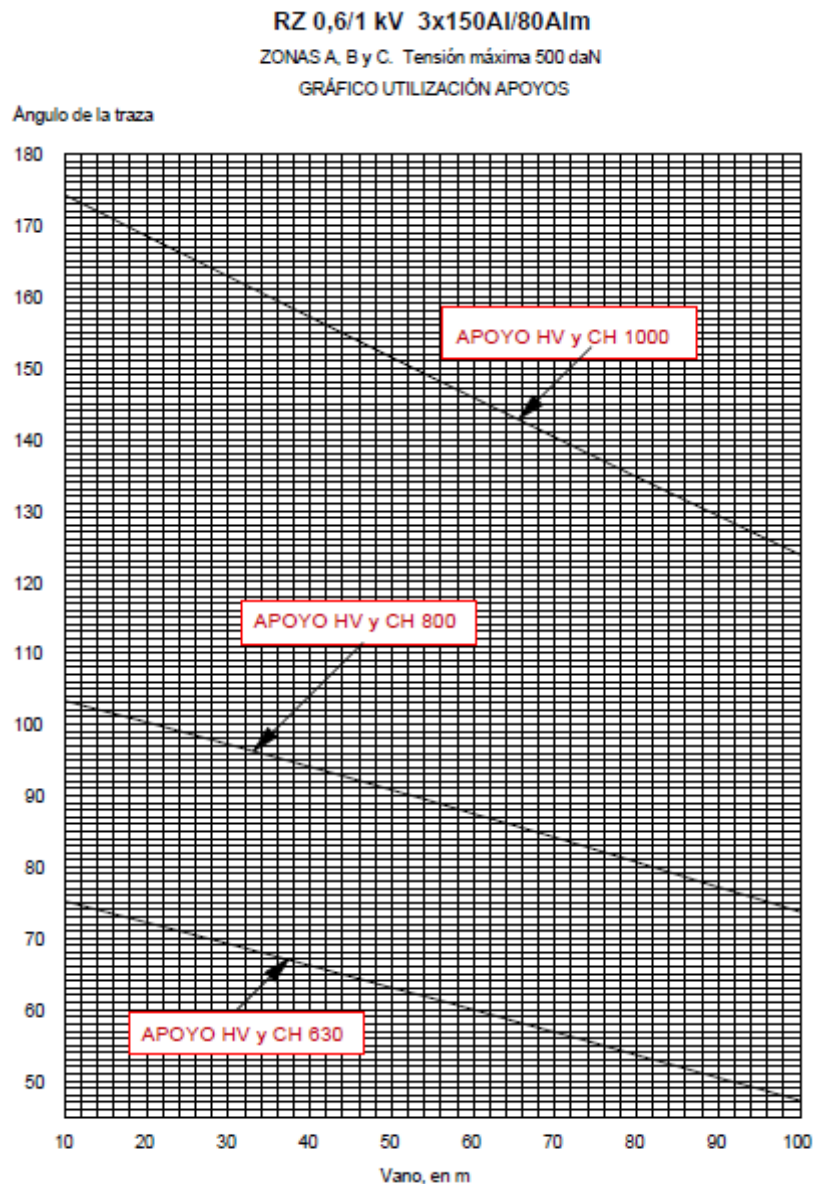


Figura 1: Gráfico Iberdrola para elección de apoyo.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

TABLA DE TENDIDO (Flechas y tensiones) - ZONA A (Altitud de 0 a 500 m)																																							
TENSE FLOJO																																							
T = Tracción en daN      Tracción máxima, daN = <b>500</b>										Conductor: <b>RZ 0,6/1KV 3x150Al/80 alm</b>										Diámetro, mm = <b>47,750</b>								Coef. dilatación/°C = <b>0,000023</b>								Peso + Viento, daN/m = <b>2,975</b>			
F = Flecha en m										Carga rotura, daN = <b>2,000</b>										Peso, daN/m = <b>1,776</b>								M.Elast. daN/mm <sup>2</sup> = <b>6,200</b>								Peso + Viento/3, daN/m = <b>1,946</b>			
Coeficiente de Seguridad mínimo = <b>4,00</b>																																							
Vano de Regulación m	TENSIONES Y FLECHAS										FLECHA MÍNIMA				Parámetro Catenaria		Tabla de tendido Temperatura en °C																Vano de Regulación m						
	MAXIMAS										0 °C				Flecha		Temperatura en °C																						
	15 °C+V		0°C+ V/3		50 °C		T. Máx		F. Máx		0 °C		Flecha		40 °C		30 °C		25 °C		20 °C		15 °C		EDS		10 °C		5 °C										
T daN	F m	T daN	F m	T daN	F m	T daN	F m	T daN	F m	T daN	F m	T daN	F m	Máx.	Min	T daN	F m	T daN	F m	T daN	F m	T daN	F m	T daN	F m	T daN	F m	T daN	F m	T daN	F m	T daN	F m						
20	498	0,30	500	0,19	244	0,36	500	4,00	244	0,36	485	0,18	137	273	272	0,33	308	0,29	330	0,27	354	0,25	382	0,23	19,11	413	0,21	448	0,20	20									
25	500	0,47	453	0,34	257	0,54	500	4,00	257	0,54	432	0,32	145	243	279	0,50	306	0,45	322	0,43	339	0,41	359	0,39	17,94	381	0,36	405	0,34	25									
30	500	0,67	417	0,52	267	0,75	500	4,00	267	0,75	393	0,51	150	221	284	0,70	304	0,66	316	0,63	328	0,61	342	0,58	17,11	357	0,56	374	0,53	30									
35	500	0,91	394	0,76	273	1,00	500	4,00	273	1,00	367	0,74	154	207	287	0,95	303	0,90	312	0,87	321	0,85	331	0,82	16,56	342	0,80	354	0,77	35									
40	500	1,19	378	1,03	278	1,28	500	4,00	278	1,28	350	1,01	157	197	289	1,23	302	1,18	309	1,15	316	1,12	324	1,10	16,19	332	1,07	341	1,04	40									
45	500	1,51	367	1,34	282	1,60	500	4,00	282	1,60	339	1,33	159	191	291	1,55	301	1,49	307	1,47	312	1,44	319	1,41	15,93	325	1,38	332	1,36	45									
50	500	1,86	359	1,70	284	1,95	500	4,00	284	1,95	331	1,68	160	186	292	1,90	301	1,85	305	1,82	310	1,79	315	1,77	15,74	320	1,74	325	1,71	50									
55	500	2,26	353	2,09	287	2,35	500	4,00	287	2,35	325	2,07	161	183	293	2,30	300	2,24	304	2,21	308	2,18	312	2,16	15,60	316	2,13	320	2,10	55									
60	500	2,68	349	2,51	288	2,78	500	4,00	288	2,78	321	2,50	162	181	294	2,73	300	2,67	303	2,64	306	2,61	310	2,59	15,49	313	2,56	317	2,53	60									
65	500	3,15	346	2,98	290	3,25	500	4,00	290	3,25	317	2,97	163	179	295	3,19	300	3,14	303	3,11	305	3,08	308	3,05	15,41	311	3,02	314	2,99	65									
70	500	3,66	343	3,49	291	3,75	500	4,00	291	3,75	314	3,47	164	177	295	3,70	300	3,64	302	3,61	304	3,59	307	3,56	15,34	309	3,53	312	3,50	70									
75	500	4,20	341	4,03	292	4,30	500	4,00	292	4,30	312	4,01	164	176	295	4,24	299	4,19	302	4,16	304	4,13	306	4,10	15,29	308	4,07	310	4,04	75									
80	500	4,78	339	4,61	292	4,88	500	4,00	292	4,88	311	4,59	165	175	296	4,82	299	4,77	301	4,74	303	4,71	305	4,68	15,24	307	4,65	309	4,62	80									
85	500	5,40	338	5,23	293	5,50	500	4,00	293	5,50	309	5,21	165	174	296	5,45	299	5,39	301	5,36	302	5,33	304	5,30	15,20	306	5,27	307	5,24	85									
90	500	6,06	337	5,89	294	6,16	500	4,00	294	6,16	308	5,87	165	173	296	6,10	299	6,05	301	6,02	302	5,99	303	5,96	15,17	305	5,93	306	5,90	90									
95	500	6,76	336	6,6	294	6,86	500	4,00	294	6,9	307	6,6	166	173	297	6,8	299	6,74	300	6,71	302	6,7	303	6,7	15,15	304	6,63	306	6,60	95									
100	500	7,49	335	7,3	294	7,59	500	4,00	294	7,6	306	7,3	166	172	297	7,5	299	7,48	300	7,45	301	7,4	303	7,4	15,13	304	7,36	305	7,33	100									

Tabla 12: Tabla de tendido.

Designación Iberdrola	Altura Total m	Esfuerzo Nominal F daN (color)	Esfuerzo secundario F daN	Peso Aprox. (kg)	Medidas en Cogolla mm	Color
HV-630/R11	11	630	360	1300	140x200	Rojo
HV-630/R13	13	630	360	1750	140x200	Rojo

Tabla 13: Características apoyos seleccionados.



#### 4. CÁLCULO LÍNEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN

Para el cálculo eléctrico de la línea subterránea de baja tensión, se tendrá en cuenta lo siguiente, atendiendo a lo establecido en el REBT y a las normas particulares de la empresa distribuidora del servicio:

- Tensión de red 400/230 V.
- Enterrada baja tubo.
- Temperatura del terreno: 25 °C.
- Resistencia térmica del terreno: 1,5 km/W.
- Temperatura ambiente: 40 °C.

La caída de tensión admisible, en el punto más desfavorable de la red, no será superior al 5 % (cdt acumulada). Este valor será el máximo que se podrá alcanzar por la suma de la red general (línea aérea y subterránea de BT) y las acometidas, tanto existentes como futuras.

Dadas las características de la instalación, será necesaria la aplicación del factor de corrección de 0,8, por línea con terno de cables unipolares en el interior de un mismo tubo.

##### 4.1 Intensidad de la línea subterránea de Baja Tensión.

En la tabla 14, se indican las intensidades máximas admisibles en los cables normalizados por IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.U.

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Tabla 14: Intensidades admisibles.

La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible, se calculara partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente (aplicándole el factor de 0,8) y eligiendo el cable adecuado, de acuerdo con los valores de las intensidades máximas que figuran en la tabla 14.

La intensidad se determinara por la fórmula:

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

Así, las secciones de la red de distribución serán:

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Tramo entre	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>max. adm</sub> (A)	P <sub>max adm.</sub> (kW)	I <sub>nominal</sub> (A)	P <sub>real</sub> (kW)
CTIN y Apoyo 1	150	184	114,73	150,67	93,95
Apoyo 2 y Arqueta "A", según plano	150	184	114,73	150,67	93,95
Arqueta "A", según plano y CGP 1	50	92	57,36	50,75	31,639
Arqueta "A", según plano y Arqueta "B", según plano	95	140	87,29	101,49	63,278
Arqueta "B", según plano y CGP 2	50	92	57,36	50,75	31,639
Arqueta "B", según plano y Arqueta "C", según plano	50	92	57,36	50,75	31,639
Arqueta "C", según plano y Arqueta "D", según plano	50	92	57,36	50,75	31,639
Arqueta "D", según plano y CGP 3	50	92	57,36	50,75	31,639

Tabla 15: Resumen calculo sección red subterránea.

## 4.2 Caída de tensión línea subterránea Baja Tensión.

La determinación de la sección de la caída de tensión se realizara mediante la fórmula:

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

Donde:

W = Potencia en kW.

U = Tensión en kV.

$\Delta U$  = Caída de tensión.

I = Intensidad en A.

L = Longitud de la línea en km.

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

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

X = Reactancia a frecuencia 50 Hz

Cos  $\varphi$  = Factor de potencia.

Así, las caídas de tensión, son:

Tramo entre	Longitud (m)	I <sub>nominal</sub> (A)	c.d.t. Parcial (V)	c.d.t. Parcial (%)	c.d.t. Total (%)	Saturación conductor (%)
CTIN y Apoyo 1	17,5	150,67	0,99	0,24	0,24	81,88
Apoyo 1 y Apoyo 2	81	150,67	0,427	0,11	0,35	65,5
Apoyo 2 y Arqueta "A", según plano	16	150,67	0,91	0,23	0,58	81,88
Arqueta "A", según plano y CGP 1	16,3	50,75	0,88	0,22	0,80	55,16
Arqueta "A", según plano y Arqueta "B", según plano	13,5	101,49	0,76	0,19	0,77	72,49
Arqueta "B", según plano y CGP 2	9,2	50,75	0,50	0,125	0,895	55,16
Arqueta "B", según plano y Arqueta "C", según plano	18,6	50,75	1,00	0,25	1,02	55,16
Arqueta "C", según plano y Arqueta "D", según plano	13,1	50,75	0,70	0,175	1,195	55,16
Arqueta "D", según plano y CGP 3	5,2	50,75	0,28	0,07	<b>1,265</b>	55,16

Tabla 16: Resumen caídas de tensión en red de BT.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

La máxima caída de tensión que se da en la red de baja tensión es de 1,265 %, el cual es inferior al 5% indicado en el REBT.

## 5. CALCULO INSTALACIÓN DE ENLACE

### 5.1 Caja Genera de Protección

Para la elección de las corrientes nominales de los fusibles, los cuales protegerán la LGA, tendrán que cumplir dos criterios:

- 1º condición:  $I_b \leq I_n \leq I_z$

Donde:

$I_b$  = Corriente de diseño del circuito (A).

$I_n$  = Corriente nominal del fusible (A).

$I_z$  = Corriente máxima admisible del conductor protegido (A).

- 2º condición:  $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$

Donde:

$I_f$  = Corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección (A).

Se obtiene de la tabla 17:

$I_n$ (A)	Tiempo convencional (h)	$I_k$ Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	$2,1 I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	$1,9 I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	$1,6 I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,6 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	$1,6 I_n$
$400 < I_n$	4	$1,6 I_n$

Tabla 17:  $I_f$  según  $I_n$ .

En nuestro caso las protecciones que irán en cada CGP, serán:

Cajas Generales de Protección	Sección LGA (mm <sup>2</sup> )	$I_b$ (A)	$I_z$ (A)	$I_n$ (A)	$I_f$ (A)	1º condición $I_b \leq I_n \leq I_z$	2º condición $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$	Tipo Fusible
CGP 1	25	50,74	128	63	100,8	$50,74 < 63 < 100$	$100,8 < 145$	Cuchilla
CGP 2	16	50,74	100	63	100,8	$50,74 < 63 < 100$	$100,8 < 145$	Cuchilla
CGP 3	16	50,74	100	63	100,8	$50,74 < 63 < 100$	$100,8 < 145$	Cuchilla

Tabla 18: Resumen calculo calibre fusibles CGP.

### 5.1.1 Calculo corriente de cortocircuito

Para calcular la corriente de cortocircuito que se da al inicio de la instalación de enlace, es decir en la CGP de cada vivienda, utilizaremos la siguiente expresión:

$$I_{CC} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_T}$$

Donde:

$I_{CC}$  = Corriente de cortocircuito en punto de BT.

$U$  = Tensión de la red de BT.

$Z_T$  = Impedancia total por fase de la instalación aguas arriba de donde se encuentra el defecto ( $\Omega$ )

Para calcular la impedancia total, habrá que calcular las impedancia de cada componente del sistema MT/BT, es decir habrá que calcular las impedancias de líneas, transformador...

A la hora de calcular las impedancias, se emplearan las siguientes ecuaciones:

$$Z_{AT} = \frac{U^2}{S_{CC}}$$

- Red AT:  $X_{AT} = 0,98 \cdot Z_{AT}$

$$R_{AT} = 0,2 \cdot Z_{AT}$$

- Transformador: Empleando tablas:

Impedancia de los transformadores normalizados				
Tensión	U <sub>20</sub> =410 V			
Potencia (KVA)	U <sub>CC</sub> (%)	R <sub>TR</sub> (mΩ)	X <sub>TR</sub> (mΩ)	Z <sub>TR</sub> (mΩ)
100	4	35,300	57,23	67,240
160	4	15,630	39,02	42,030
250	4	8,930	25,37	26,900
315	4	6,810	20,22	21,340
400	4	5,030	16,04	16,810
500	4	3,900	12,87	13,450
630	4	2,950	10,25	10,670
800	4,5	2,880	9,00	9,450
1.000	5	2,240	8,10	8,405
1.250	5,5	1,813	7,16	7,390
1.600	6	1,389	6,14	6,300
2.000	6,5	1,124	5,34	5,460

Tabla 19: Valores de impedancia de distintos transformadores.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- Conductor:  $R_c = \rho \cdot \frac{L}{S}$

Para el cálculo de las reactancias de los cables podemos tomar en consideración:

- $S \leq 50\text{mm}^2 \rightarrow$  despreciable
- $S \geq 50\text{mm}^2 \rightarrow X = 0,08 \text{ m}\Omega/\text{m}$

Así, los resultados de la corriente de cortocircuito en el CGP de cada bloque de viviendas, es:

	$R_T$ (m $\Omega$ )	$X_T$ (m $\Omega$ )	$R_T$ (m $\Omega$ )	$X_T$ (m $\Omega$ )	$I_{CC}$ (kA)
Red AT	0,23	1,12			
Transformador	5,030	16,04			
Línea hasta CGP 1	39,21	10,46	44,47	27,62	4,4
Línea hasta CGP 2	39,21	10,98	44,47	28,14	4,39
Línea hasta CGP 3	59,15	13,19	64,41	30,35	3,24

Tabla 20: Cálculo corrientes de cortocircuito en CGP.

Según Iberdrola, la intensidad de cortocircuito en el origen de la instalación de enlace, como mínimo se considerara de 12.000 A.

## 5.2 Línea General de Alimentación

A continuación, se realizara el cálculo de sección de la línea general de alimentación de los tres bloques de viviendas y al final se resumirán todos los datos en una tabla.

La línea general de alimentación, en los tres casos, discurrirá por montaje bajo tubo enterrado. Así pues, la ITC de aplicación será la ITC-BT-07, excepto en lo indicado en la ITC-BT-14.

El cálculo de la sección de la línea general de alimentación se hará conforme a los siguientes criterios:

<b>Conductor:</b>	Cobre
<b>Instalación:</b>	Bajo tubo
<b>Aislamiento:</b>	XLPE
<b>Nivel de aislamiento:</b>	0,6/1 kV
<b>Tensión:</b>	400 V
<b>Cos <math>\varphi</math>:</b>	0,9

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- Por corriente máxima admisible

La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la norma UNE 20460, con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje.

Dado que, la línea general de alimentación en los tres casos discurre bajo tubos enterrados, se aplicara la ITC-BT-07.

Así, en los tres casos habrá que aplicar un factor de corrección por agrupación de cables de 0,8, a la intensidad máxima admisible del cable.

La corriente máxima admisible mediante la siguiente formula:

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

Donde:

P = Potencia en kW.

U = Tensión en V.

Cos  $\varphi$  = Factor de potencia.

Así, aplicando la fórmula para cada caso tenemos:

Tramo entre	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>max. adm</sub> (A) (con factor)	P <sub>max adm.</sub> (kW)	I <sub>nominal</sub> (A)	P <sub>real</sub> (kW)	Diámetro Exterior Tubo (mm)
LGA 1: CGP1 y CC1	25	128	59,86	50,74	31,639	110
LGA 2: CGP2 y CC2	16	100	62,30	50,74	31,639	75
LGA 3: CGP3 y CC3	16	100	62,30	50,74	31,639	75

Tabla 21: Resumen calculo sección LGA.

- Máxima caída de tensión admisible

La máxima caída de tensión, se calcula a partir de la siguiente formula:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\sigma \cdot S}$$

Donde:

l = Longitud de la LGA en metros.

I = Corriente a transportar en A.

Cos  $\varphi$  = Factor de potencia.



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

$\sigma$  = Conductividad a 90 °C 45m/mm<sup>2</sup>Ω.

S = Sección en mm<sup>2</sup>.

La máxima caída de tensión permitida es de 0,5 %.

Tramo entre	Longitud (m)	I <sub>nominal</sub> (A)	c.d.t. Parcial (V)	c.d.t. Parcial (%)	Saturación conductor (%)
LGA 1: CGP1 y CC1	23	50,74	1,62	0,40	39,64
LGA 2: CGP2 y CC2	17	50,74	1,87	0,46	50,74
LGA 3: CGP3 y CC3	13	50,74	1,43	0,36	50,74

Tabla 22: Resumen calculo c.d.t. LGA.

## 5.3 Centralización de contadores

Para la elección de las corrientes nominales de los fusibles, los cuales protegerán las distintas derivaciones individuales, tendrán que cumplir dos criterios:

- 1º condición:  $I_b \leq I_n \leq I_z$

Donde:

$I_b$  = Corriente de diseño del circuito (A).

$I_n$  = Corriente nominal del fusible (A).

$I_z$  = Corriente máxima admisible del conductor protegido (A).

- 2º condición:  $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$

Donde:

$I_f$  = Corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección (A).

Se obtiene de la tabla 23:

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

$I_n$ (A)	Tiempo convencional (h)	$I_k$ Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	$2,1 I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	$1,9 I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	$1,6 I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,6 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	$1,6 I_n$
$400 < I_n$	4	$1,6 I_n$

Tabla 23:  $I_f$  según  $I_n$ .

En nuestro caso las protecciones que irán en cada en cada DI, serán:

Derivaciones Individuales	Sección DI (mm <sup>2</sup> )	$I_b$ (A)	$I_z$ (A)	$I_n$ (A)	$I_f$ (A)	1º condición $I_b \leq I_n \leq I_z$	2º condición $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$	Tipo Fusible
DI 1- Bajo A	6	25	37	25	40	$25 < 25 < 37$	$40 < 53,6$	DO2
DI 2- Bajo B	6	25	37	25	40	$25 < 25 < 37$	$40 < 53,6$	DO2
DI 3- 1º A	6	25	37	25	40	$25 < 25 < 37$	$40 < 53,6$	DO2
DI 4- 1º B	6	25	37	25	40	$25 < 25 < 37$	$40 < 53,6$	DO2
DI 5- 2º A	10	25	52	25	40	$25 < 25 < 52$	$40 < 75,4$	DO2
DI 6- 2º B	10	25	52	25	40	$25 < 25 < 52$	$40 < 75,4$	DO2
DI 7- SG	6	2,6	49	25	40	$2,6 < 25 < 49$	$40 < 71$	DO2

Tabla 24: Resumen calculo calibre fusibles CGP.

## 5.3.1 Calculo corriente de cortocircuito.

Para calcular la corriente de cortocircuito que se da al inicio de cada derivación individual, utilizaremos la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_T}$$

Donde:

$I_{cc}$  = Corriente de cortocircuito en punto de BT.

$U$  = Tensión de la red de BT.

$Z_T$  = Impedancia total por fase de la instalación aguas arriba de donde se encuentra el defecto ( $\Omega$ )

Para calcular la impedancia total, habrá que calcular las impedancia de cada componente del sistema MT/BT, es decir habrá que calcular las impedancias de líneas, transformador...

A la hora de calcular las impedancias, se emplearan las siguientes ecuaciones:

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

$$Z_{AT} = \frac{U^2}{S_{CC}}$$

- Red AT:  $X_{AT} = 0,98 \cdot Z_{AT}$   
 $R_{AT} = 0,2 \cdot Z_{AT}$

- Transformador: Empleando tablas:

Impedancia de los transformadores normalizados				
Tensión	U <sub>20</sub> =410 V			
Potencia (KVA)	U <sub>CC</sub> (%)	R <sub>TR</sub> (mΩ)	X <sub>TR</sub> (mΩ)	Z <sub>TR</sub> (mΩ)
100	4	35,300	57,23	67,240
160	4	15,630	39,02	42,030
250	4	8,930	25,37	26,900
315	4	6,810	20,22	21,340
400	4	5,030	16,04	16,810
500	4	3,900	12,87	13,450
630	4	2,950	10,25	10,670
800	4,5	2,880	9,00	9,450
1.000	5	2,240	8,10	8,405
1.250	5,5	1,813	7,16	7,390
1.600	6	1,389	6,14	6,300
2.000	6,5	1,124	5,34	5,460

Tabla 25: Valores de impedancia de distintos transformadores.

- Conductor:  $R_C = \rho \cdot \frac{L}{S}$

Para el cálculo de las reactancias de los cables podemos tomar en consideración:

- $S \leq 50\text{mm}^2 \rightarrow$  despreciable
- $S \geq 50\text{mm}^2 \rightarrow X = 0,08 \text{ m}\Omega/\text{m}$

Así, los resultados de la corriente de cortocircuito en el CC de cada bloque de viviendas, es:

	R <sub>T</sub> (mΩ)	X <sub>T</sub> (mΩ)	R <sub>T</sub> (mΩ)	X <sub>T</sub> (mΩ)	I <sub>CC</sub> (kA)
Red AT	0,23	1,12			
Transformador	5,030	16,04			
Línea hasta CGP 1	39,21	10,46			
Línea de CGP1 a CC1	18,91	1,36	63,38	29	3,31
Línea hasta CGP 2	39,21	10,98			
Línea de CGP2 a CC2	14,46	1,04	58,93	29,18	3,51
Línea hasta CGP 3	59,15	13,19			
Línea de CGP3 a CC3	16,37	1,84	80,78	32,19	2,66

Tabla 26: Cálculo corrientes de cortocircuito en CC.

## 5.4 Derivaciones individuales

A continuación, se realizara el cálculo de sección de las derivaciones individuales que alimentaran las viviendas y al final se resumirán todos los datos en una tabla.

Las derivaciones individuales, en todos los casos, discurrirán tanto por conducto de obra bajo tubo como bajo tubo empotrado en pared. Así pues, la ITC de aplicación será la ITC-BT-19 y 21.

El cálculo de la sección de la derivación individual, se hará conforme a los siguientes criterios:

<b>Conductor:</b>	Cobre
<b>Instalación:</b>	Bajo tubo en conducto de obra
<b>Aislamiento:</b>	XLPE
<b>Nivel de aislamiento:</b>	450/750 kV
<b>Tensión:</b>	230 V
<b>Cos <math>\varphi</math>:</b>	1
<b>Grado electrificación:</b>	Básica

- Por corriente máxima admisible

La fórmula a utilizar, para calcular corriente admisible, es:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

En resumen, las corrientes que obtenemos, son:

Tramo (Bloque 1,2 y 3)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>max. adm</sub> (A)	P <sub>max adm.</sub> (kW)	I <sub>nominal</sub> (A)	P <sub>real</sub> (kW)	Diámetro Exterior Tubo (mm)
D.I. 1 (Bajo A)	6	37	8510	25	5750	25
D.I. 2 (Bajo B)	6	37	8510	25	5750	25
D.I. 3 (1° A)	6	37	8510	25	5750	25
D.I. 4 (1° B)	6	37	8510	25	5750	25
D.I. 5 (2° A)	10	52	11960	25	5750	32
D.I. 6 (2° B)	10	52	11960	25	5750	32
D.I. SG	6	49	11270	2,6	589	20

Tabla 27: Sección DI viviendas.

- Máxima caída de tensión admisible

La máxima caída de tensión, se calcula a partir de la siguiente formula:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\sigma \cdot S}$$

La máxima caída de tensión permitida es de 1%.

Los resultados son:

Tramo (Bloque 1,2 y 3)	Longitud (m)	I <sub>nominal</sub> (A)	c.d.t. Parcial (V)	c.d.t. Parcial (%)	Saturación conductor (%)
D.I. 1 (Bajo A)	9,5	25	1,41	0,61	67,56
D.I. 2 (Bajo B)	8,65	25	1,29	0,56	67,56
D.I. 3 (1º A)	11,4	25	1,69	0,73	67,56
D.I. 4 (1º B)	12,8	25	1,90	0,83	67,56
D.I. 5 (2º A)	16,4	25	1,46	0,63	48,07
D.I. 6 (2º B)	17,8	25	1,59	0,69	48,07
D.I. SG	6,3	2,6	0,1	0,04	7,02

Tabla 28: Resumen cálculo de c.d.t. DI.

## 5.5 Cuadro General de Distribución

### 5.5.1 Calculo corriente de cortocircuito.

Para calcular la corriente de cortocircuito que se da al inicio de las instalaciones interiores de las viviendas, es decir en los cuadros generales de distribución, utilizaremos la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_T}$$

Donde:

$I_{cc}$  = Corriente de cortocircuito en punto de BT.

$U$  = Tensión de la red de BT.

$Z_T$  = Impedancia total por fase de la instalación aguas arriba de donde se encuentra el defecto ( $\Omega$ )

Para calcular la impedancia total, habrá que calcular las impedancia de cada componente del sistema MT/BT, es decir habrá que calcular las impedancias de líneas, transformador...

A la hora de calcular las impedancias, se emplearan las siguientes ecuaciones:

$$Z_{AT} = \frac{U^2}{S_{CC}}$$

- Red AT:  $X_{AT} = 0,98 \cdot Z_{AT}$

$$R_{AT} = 0,2 \cdot Z_{AT}$$

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- Transformador: Empleando tablas:

<b>Impedancia de los transformadores normalizados</b>				
Tensión	U <sub>20</sub> =410 V			
Potencia (KVA)	U <sub>cc</sub> (%)	R <sub>TR</sub> (mΩ)	X <sub>TR</sub> (mΩ)	Z <sub>TR</sub> (mΩ)
100	4	35,300	57,23	67,240
160	4	15,630	39,02	42,030
250	4	8,930	25,37	26,900
315	4	6,810	20,22	21,340
400	4	5,030	16,04	16,810
500	4	3,900	12,87	13,450
630	4	2,950	10,25	10,670
800	4,5	2,880	9,00	9,450
1.000	5	2,240	8,10	8,405
1.250	5,5	1,813	7,16	7,390
1.600	6	1,389	6,14	6,300
2.000	6,5	1,124	5,34	5,460

Tabla 29: Valores de impedancia de distintos transformadores.

- Conductor:  $R_c = \rho \cdot \frac{L}{S}$

Para el cálculo de las reactancias de los cables podemos tomar en consideración:

- $S \leq 50\text{mm}^2 \rightarrow$  despreciable
- $S \geq 50\text{mm}^2 \rightarrow X = 0,08 \text{ m}\Omega/\text{m}$

Así, los resultados de la corriente de cortocircuito en el CC de cada bloque de viviendas, es:

	R <sub>T</sub> (mΩ)	X <sub>T</sub> (mΩ)	R <sub>T</sub> (mΩ)	X <sub>T</sub> (mΩ)	I <sub>CC</sub> (kA)
Red AT	0,23	1,12			
Transformador	5,030	16,04			
Línea hasta CGP 1	39,21	10,46			
Línea de CGP1 a CC1	18,91	1,36			
CC1-DI (min long, max sección)	25,74	0,692	89,12	29,67	1,48
Línea hasta CGP 2	39,21	10,98			
Línea de CGP2 a CC2	14,46	1,04			
CC2-DI (min long, max sección)	25,74	0,692	84,67	29,87	1,54
Línea hasta CGP 3	59,15	13,19			
Línea de CGP3 a CC3	16,37	1,84			
CC3-DI (min long, max sección)	25,74	0,692	106,52	32,88	1,25
CC1-CSG	18,75	0,5	82,13	29,48	1,59
CC2-CSG	18,75	0,5	77,68	29,68	1,67
CC3-CSG	18,75	0,5	99,53	32,69	1,32

Tabla 30: Calculo corrientes de cortocircuito en CD viviendas.

## 6. INSTALACIÓN INTERIOR

### 6.1 Líneas interiores de viviendas.

Las líneas de los circuitos independientes cumplen con la sección mínima indicada en la ITC-BT-25. Como ejemplo se calcula, por los criterios anteriormente ya descritos, la correspondiente al circuito C1 de iluminación, del bajo A.

- Corriente máxima admisible:

Lo primero será calcular potencia del circuito.

Los datos de la línea son:

Numero de tomas (puntos de luz): 8

Potencia estimada por cada toma: 200 W

Longitud más desfavorable: 17,1 m

$$P = 200 \cdot 8 = 1600W$$

Para el cálculo más preciso de la potencia utilizada por cada circuito, se utilizan uno coeficientes de utilización. En el caso del circuito C1, los coeficientes son los siguientes:

Fs (Factor simultaneidad)= 0,75

Fu (Factor utilización)= 0,5

Por lo tanto, la potencia aproximada para el circuito C1, es de:

$$P = n \times P \times F_s \times F_u$$

$$P = 600 W$$

Donde:

n= Numero de tomas o receptores.

P= Potencia prevista por toma o receptor.

Una vez calculada la potencia, calcularemos la corriente que circula por ella, escogiendo de esta manera la sección del cable.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{600}{230 \cdot 1} = 2,61A$$

La sección normalizada superior es de 1,5 mm<sup>2</sup>.

- Máxima caída de tensión:

## INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Para el cálculo de la máxima caída de tensión, en el punto más desfavorable, utilizaremos la siguiente expresión:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\sigma \cdot S} = \frac{2 \cdot 17,1 \cdot 10 \cdot 1}{56 \cdot 1,5} = 4,01V$$

Así, la sección elegida para el circuito C1 es de 1,5 mm<sup>2</sup>.

La máxima caída de tensión es del 3 %, es decir 6,9 V. Por tanto se cumple el criterio de caída de tensión.

En la siguiente tabla se muestran las secciones de todos los circuitos de todas las viviendas, en los tres bloques las secciones serán las mismas:



Circuito de utilización	Nº de tomas	Potencia prevista por toma (W)	F <sub>s</sub>	F <sub>u</sub>	Tipo de toma	Interruptor automático (A)	Max nº de pto. s o tomas por circuito	Conductores sección mínima (mm <sup>2</sup> )	Conductividad cobre	Longitud circuito (m)	Potencia de cálculo (P <sub>c</sub> ) (W)	Intensidad admisible (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Diámetro tubo (mm)	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)
<b>BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>																
<b>BAJO A</b>																
C1 Iluminación	8	200	0,75	0,5	Punto de luz	10	30	1,5	56	17,1	600	2,61	1,5	16	4,01	1,74
C2 Tomas de uso general	16	3450	0,2	0,25	Base 16 A 2p+T	16	20	2,5	56	13,2	2760	12	2,5	20	3,02	1,31
C3 Cocina y horno	1	5400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	56	2	2025	8,81	6	25	0,30	0,13
C4 Lavadora y lavavajillas	3	3450	0,66	0,75	Base 16 A 2p+T combinada con fusible o int. Aut. De 16 A	20	3	4	56	6,1	5123,25	22,27	4	20	1,09	0,48
C5 Tomas de baño y cocina	2	3450	0,4	0,5	Base 16 A 2p+T	16	6	2,5	56	8,2	1380	6	2,5	20	1,87	0,82
<b>BAJO B</b>																
C1 Iluminación	9	200	0,75	0,5	Punto de luz	10	30	1,5	56	10,8	675	2,9	1,5	16	2,58	1,12
C2 Tomas de uso general	17	3450	0,2	0,25	Base 16 A 2p+T	16	20	2,5	56	11,9	2932,5	12,75	2,5	20	2,72	1,19
C3 Cocina y horno	1	5400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	56	1,9	2025	8,81	6	25	0,29	0,13

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN  
DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Circuito de utilización	Nº de tomas	Potencia prevista por toma (W)	F <sub>s</sub>	F <sub>u</sub>	Tipo de toma	Interruptor automático (A)	Max nº de pto s o tomas por circuito	Conductores sección mínima (mm <sup>2</sup> )	Conductividad cobre	Longitud circuito (m)	Potencia de cálculo (P <sub>c</sub> ) (W)	Intensidad admisible (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Diámetro tubo (mm)	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)
C4 Lavadora y lavavajillas	3	3450	0,66	0,75	Base 16 A 2p+T combinada con fusible o int. Aut. De 16 A	20	3	4	56	4,8	5123,25	22,27	4	20	0,86	0,38
C5 Tomas de baño y cocina	3	3450	0,4	0,5	Base 16 A 2p+T	16	6	2,5	56	7,3	2070	9	2,5	20	2,70	1,18
<b>1º A</b>																
C1 Iluminación	11	200	0,75	0,5	Punto de luz	10	30	1,5	56	11,8	825	3,59	1,5	16	2,81	1,22
C2 Tomas de uso general	19	3450	0,2	0,25	Base 16 A 2p+T	16	20	2,5	56	8,9	3277,5	14,25	2,5	20	2,03	0,88
C3 Cocina y horno	1	5400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	56	5,1	2025	8,81	6	25	0,76	0,33
C4 Lavadora y lavavajillas	3	3450	0,66	0,75	Base 16 A 2p+T combinada con fusible o int. Aut. De 16 A	20	3	4	56	7,1	2070	9	4	20	1,27	0,55
C5 Tomas de baño y cocina	2	3450	0,4	0,5	Base 16 A 2p+T	16	6	2,5	56	5,6	1380	6	2,5	20	1,28	0,56

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Circuito de utilización	Nº de tomas	Potencia prevista por toma (W)	F <sub>s</sub>	F <sub>u</sub>	Tipo de toma	Interruptor automático (A)	Max nº de pto s o tomas por circuito	Conductores sección mínima (mm <sup>2</sup> )	Conductividad cobre	Longitud circuito (m)	Potencia de cálculo (P <sub>c</sub> ) (W)	Intensidad admisible (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Diámetro tubo (mm)	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)
<b>1º B</b>																
C1 Iluminación	9	200	0,75	0,5	Punto de luz	10	30	1,5	56	10,8	675	2,9	1,5	16	2,58	1,12
C2 Tomas de uso general	17	3450	0,2	0,25	Base 16 A 2p+T	16	20	2,5	56	11,9	2932,5	12,75	2,5	20	2,72	1,19
C3 Cocina y horno	1	5400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	56	1,9	2025	8,81	6	25	0,29	0,13
C4 Lavadora y lavavajillas	3	3450	0,66	0,75	Base 16 A 2p+T combinada con fusible o int. Aut. De 16 A	20	3	4	56	4,8	5123,25	22,27	4	20	0,86	0,38
C5 Tomas de baño y cocina	3	3450	0,4	0,5	Base 16 A 2p+T	16	6	2,5	56	7,3	2070	9	2,5	20	2,70	1,18
<b>2º A</b>																
C1 Iluminación	11	200	0,75	0,5	Punto de luz	10	30	1,5	56	11,8	825	3,59	1,5	16	2,81	1,22
C2 Tomas de uso general	19	3450	0,2	0,25	Base 16 A 2p+T	16	20	2,5	56	8,9	3277,5	14,25	2,5	20	2,03	0,88
C3 Cocina y horno	1	5400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	56	5,1	2025	8,81	6	25	0,76	0,33

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN  
DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Circuito de utilización	Nº de tomas	Potencia prevista por toma (W)	F <sub>s</sub>	F <sub>u</sub>	Tipo de toma	Interruptor automático (A)	Max nº de pto s o tomas por circuito	Conductores sección mínima (mm <sup>2</sup> )	Conductividad cobre	Longitud circuito (m)	Potencia de cálculo (P <sub>c</sub> ) (W)	Intensidad admisible (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Diámetro tubo (mm)	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)
C4 Lavadora y lavavajillas	3	3450	0,66	0,75	Base 16 A 2p+T combinada con fusible o int. Aut. De 16 A	20	3	4	56	7,1	2070	9	4	20	1,27	0,55
C5 Tomas de baño y cocina	2	3450	0,4	0,5	Base 16 A 2p+T	16	6	2,5	56	5,6	1380	6	2,5	20	1,28	0,56
<b>2º B</b>																
C1 Iluminación	9	200	0,75	0,5	Punto de luz	10	30	1,5	56	10,8	675	2,9	1,5	16	2,58	1,12
C2 Tomas de uso general	17	3450	0,2	0,25	Base 16 A 2p+T	16	20	2,5	56	11,9	2932,5	12,75	2,5	20	2,72	1,19
C3 Cocina y horno	1	5400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	56	1,9	2025	8,81	6	25	0,29	0,13
C4 Lavadora y lavavajillas	3	3450	0,66	0,75	Base 16 A 2p+T combinada con fusible o int. Aut. De 16 A	20	3	4	56	4,8	5123,25	22,27	4	20	0,86	0,38
C5 Tomas de baño y cocina	3	3450	0,4	0,5	Base 16 A 2p+T	16	6	2,5	56	7,3	2070	9	2,5	20	2,70	1,18

## 6.2 Líneas de servicios generales

Las líneas de Servicios Generales parten desde el cuadro de distribución de Servicios Generales, el cual está situado en el mismo establecimiento que la centralización de contadores.

El método de cálculo es el siguiente:

Por intensidad máxima admisible.

Por caída de tensión.

La intensidad máxima admisible se calcula, empleando la siguiente formula:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

Por el contrario, la máxima caída de tensión se calcula, según:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\sigma \cdot S}$$

Así, la sección de los conductores a utilizar se ha determinado de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea, menor de 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos, tal y como se indica en la ITC-BT-19.

La tabla siguiente resume las principales características de los circuitos que parten del cuadro de distribución de servicios generales:

Línea	P (W)	U (V)	I (A)	I <sub>max.adm</sub> (A)	S (mm <sup>2</sup> )	Longitud (m)	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	P.I.A. (Polos, In, Curva)
<b>CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION S.G.</b>									
Alumbrado escaleras	525	230	2,28	13	1,5	20,2	1,10	0,48	II/10A/C
Alumbrado de Emergencia	64	230	0,28	13	1,5	20,8	0,14	0,07	II/10A/C

Tabla 31: Resumen cálculos líneas S.G.

## 6.3 Puesta a tierra

Según nos indica la tabla de la instrucción ITC-BT-18, la resistividad del terreno es de 100 Ω.m.

- La resistencia a tierra del anillo.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

La longitud del anillo de tierra es de 80 m.

$$Rt_{\text{anillo}} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 100}{80} = 2,5\Omega$$

Donde:

$\rho$ = Resistividad del terreno.

L= Longitud del conductor o picas enterradas.

- La resistencia a tierra de cada pica es:

$$Rt_1 = \frac{\rho}{L} = \frac{100}{2} = 50\Omega$$

- La resistencia total de las picas es:

$$Rt_{\text{picas}} = \frac{Rt_1 \cdot Rt_2}{Rt_1 + Rt_2} = \frac{50 \cdot 50}{100} = 25\Omega$$

- La resistencia total de la instalación de puesta a tierra es:

$$Rt = \frac{Rt_{\text{anillo}} \cdot Rt_{\text{picas}}}{Rt_{\text{anillo}} + Rt_{\text{picas}}} = \frac{2,5 \cdot 25}{27,5} = 2,27\Omega$$

- La resistencia del conductor de protección:

Estimando una longitud máxima de 100 metros para una derivación individual del conductor de protección, de sección 16 mm<sup>2</sup>, entonces la resistencia será de:

$$Rt_{c.p.} = \frac{L}{\sigma \cdot S} = \frac{100}{56 \cdot 16} = 0,11\Omega$$

La tensión máxima de contacto que se puede dar si se produce un defecto a tierra es de 24 V, por lo tanto:

$$V = (Rt + Rt_{c.p.}) \cdot I$$

El caso más desfavorable es el de un diferencial con sensibilidad 0,3 A, y en tal caso la tensión será de:

$$V = (2,27 + 0,11) \cdot 0,3 = 0,4V < 24V$$

Firmado:  
Carlos Goicoechea Apezteguia  
Ingeniero Industrial

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

---

## **ÍNDICE: PLIEGO DE CONDICIONES**

1. OBJETO.....	109
2. ABREVIATURAS Y SIMBOLOS.....	109
3. DISPOSITIVOS GENERALES .....	109
3.1 Seguridad en el trabajo .....	109
3.2 Gestión medioambiental.....	110
3.3 Códigos y normas .....	110
3.4 Condiciones económicas y legales .....	111
3.5 Condiciones para la ejecución por contrata.....	119
3.6 Organización del trabajo .....	124
3.7 Preparación y programación de la obra .....	127
3.8 Disposición final.....	128
4. CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LA OBRA CIVIL.....	129
4.1 Red subterránea de Media y Baja Tensión.....	129
4.2 Centro de Transformación.....	130
4.3 Red aérea de Baja Tensión .....	134
4.4 Instalación de enlace .....	136
4.5 Instalación interior .....	137
5. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCION DE LAS OBRAS.....	138
5.1 Red Subterránea de Media y Baja Tensión.....	138
5.2 Centro de Transformación.....	149
5.3 Línea aérea de Baja Tensión .....	150
5.4 Instalación de enlace .....	160
6. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....	167
6.1 Recepción provisional.....	168
6.2 Documento final de obra.....	169
6.3 Periodos de garantía .....	170
6.4 Recepción definitiva .....	170



## **1. OBJETO**

El objeto del presente Pliego de Condiciones es establecer los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las obras del proyecto, así como las condiciones técnicas y control de calidad que han de cumplir los materiales utilizados en el mismo.

Las condiciones técnicas y operaciones a realizar que se indican, no tienen carácter limitativo, teniendo que efectuar además de las indicadas todas las necesarias para la ejecución correcta del trabajo.

## **2. ABREVIATURAS Y SIMBOLOS**

- CPC: Condiciones Particulares de Contratación.
- MIE: Ministerio de Industria y Energía.
- NI: Normas de Iberdrola.
- IEC: International Electrotechnical Commission.
- UNE: Una Norma Española.
- MOPT: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- NTE: Normas Tecnológicas de la Edificación.
- NLT: Normas de ensayo del Laboratorio del Transporte y mecánica del suelo.
- CTE: Código Técnico de la Edificación.
- MT: Media tensión.
- BT: Baja tensión.
- ET: Especificación /es Técnica/s.
- EHE: Instrucción de Hormigón Estructural
- BOE: Boletín Oficial del Estado.
- PG3: Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes.

## **3. DISPOSITIVOS GENERALES**

### **3.1 Seguridad en el trabajo**

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, al amparo

de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se incluye en el presente proyecto, el Estudio de Seguridad y Salud correspondiente para su ejecución, en base al cual cada contratista elaborará un Plan que deberá ser aprobado por el Coordinador en materia de seguridad y salud nombrado al efecto por el promotor, previo al inicio de las obras.

Además se tendrá en cuenta la normativa:

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada s/Decreto del 11 de Marzo de 1971, o en su caso la última edición o revisión de la misma.
- Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas, edición 2ª revisada (AMYS), o en su caso la última edición o revisión de la misma.
- Normas, Procedimientos y Requisitos de Seguridad aplicables a los trabajos en instalaciones de AT y MAT.
- RD 614 / 2001 “Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico”.
- RD 1627 / 1997 “ Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción”.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales en materia de Coordinación de actividades empresariales.
- Manuales de Organización de la empresa distribuidora del servicio eléctrico IBERDROLA.

### **3.2 Gestión medioambiental**

Todas las obras del proyecto se ejecutarán garantizando el cumplimiento de la legislación y reglamentación medioambiental aplicable.

### **3.3 Códigos y normas**

Todas las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones se ejecutarán cumpliendo las normas y recomendaciones en su última edición ó revisión que les sean de aplicación y estén vigentes en el momento del inicio de las mismas.

Entre ellas se tendrán en cuenta las siguientes:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias del MIE.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según decreto del ministerio de industria 842/2002 del 2 de Agosto de 2002. e instrucciones Técnicas complementarias (ITC).
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el suministro de Energía.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, según Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero.
- Normas “UNE”, “IEC” aplicables.
- MT, MO y NI de IBERDROLA aplicables.
- Código Técnico de la Edificación, según real decreto 314/2006 de 17 de Marzo 2006.
- Instrucciones de carreteras (Secciones de firme 6.1 IC, 6.2 IC y secciones aplicables).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes (PG-3), con sus correspondientes revisiones y actualizaciones, tanto en el BOE como en el propio documento.
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-03) según Real Decreto 1797/2003, de 26 de diciembre.
- Instrucción Española de Hormigón Estructural (EHE).
- Instrucciones Técnicas del fabricante, aplicables a los equipos y componentes a instalar y correspondientes a almacenamiento, manipulación, montaje, ensayos y puesta en servicio.
- Cumplimiento de cuanto la Dirección de Obra le dicte encaminado a garantizar la seguridad de los obreros y de la obra en general. En ningún caso dicho cumplimiento eximirá de responsabilidad al contratista.

## 3.4 Condiciones económicas y legales

### 3.4.1 Contrato

El contratista, dentro de los treinta días siguientes a la comunicación de la adjudicación y a simple requerimiento de la empresa contratante, depositará la fianza definitiva y formalizará el Contrato en el lugar y fecha que se le notifique oficialmente.

El contrato, tendrá carácter de documento privado, pudiendo ser elevado a público, a instancias de una de las partes, siendo en este caso a cuenta del Contratista los gastos que ello origine.

Una vez depositada la fianza definitiva y firmado el Contrato, la empresa Contratante procederá, a petición del interesado, a devolver la fianza provisional, si la hubiera.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Cuando por causas imputables al contratista, no se pudiera formalizar el Contrato en el plazo, la empresa contratante podrá proceder a anular la adjudicación, con incautación de la fianza provisional.

A efectos de los plazos de ejecución de las obras, se considerará como fecha de comienzo de las mismas la que se especifique en el pliego particular de condiciones y en su defecto la de la orden de comienzo de los trabajos. Esta orden se comunicará al contratista en un plazo no superior a 90 días a partir de la fecha de la firma del contrato.

El contrato, será firmado por parte del contratista, por su representante legal o apoderado, quien deberá poder probar este extremo con la presentación del correspondiente poder acreditativo.

## **Domicilios y representaciones**

El Contratista está obligado, antes de iniciarse las obras objeto del contrato, a constituir un domicilio en la proximidad de las obras, dando cuenta a la empresa Contratante del lugar de ese domicilio.

Seguidamente a la notificación del contrato, la empresa contratante comunicará al Contratista su domicilio a efectos de la ejecución del contrato, así como nombre de su representante.

Antes de iniciarse las obras objeto del contrato, el Contratista designará su representante a pie de obra y se lo comunicará por escrito a la empresa Contratante especificando sus poderes, que deberán ser lo suficientemente amplios para recibir y resolver en consecuencia las comunicaciones y órdenes de la representación de la empresa Contratante. En ningún caso constituirá motivo de excusa para el Contratista la ausencia de su representante a pie de obra.

El Contratista está obligado a presentar a la representación de la empresa Contratante antes de la iniciación de los trabajos, una relación comprensiva del personal facultativo responsable de la ejecución de la obra contratada y a dar cuenta posteriormente de los cambios que en el mismo se efectúen, durante la vigencia del contrato.

La designación del representante del Contratista, así como la del personal facultativo, responsable de la ejecución de la obra contratada, requiere la conformidad y aprobación de la empresa Contratante quien por motivo fundado podrá exigir el Contratista la remoción de su representante y la de cualquier facultativo responsable.

### **3.4.2 Obligaciones del contratista en materia social**

El contratista estará obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad social y de seguridad e higiene en el trabajo.

En lo referente a las obligaciones del contratista en materia de seguridad e higiene en el trabajo, estas quedan detalladas de la forma siguiente:

## INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- El contratista es responsable de las condiciones de seguridad e higiene en los trabajos, estando obligado a adoptar y hacer aplicar, a su costa, las disposiciones vigentes sobre estas materias, en las medidas que dicte la Inspección de Trabajo y demás organismos competentes, así como las normas de seguridad complementarias que correspondan a las características de las obras contratadas.
- A tal efecto el Contratista debe establecer un Plan de Seguridad, Higiene y Primeros Auxilios que especifiquen con claridad las medidas prácticas que, para la consecución de las precedentes prescripciones, estime necesario tomar en la obra. Este Plan debe precisar las formas de aplicación de las medidas complementarias que correspondan a los riesgos de la obra con el objeto de asegurar eficazmente:
  - La seguridad de su propio personal, del de la empresa Contratante y de terceros.
  - La Higiene y Primeros Auxilios a enfermos y accidentados.
  - La seguridad de las instalaciones.

El Plan de seguridad así concebido debe comprender la aplicación de las Normas de Seguridad que la empresa Contratante prescribe a sus empleados cuando realizan trabajos similares a los encomendados al personal del Contratista, y que se encuentran contenidas en las prescripciones de seguridad y primeros auxilios redactadas por UNESA.

El plan de seguridad, higiene y primeros auxilios deberá ser comunicado a la empresa contratante, en el plazo máximo que se señale en el Pliego de Condiciones particulares y en su defecto, en el plazo de tres meses a partir de la firma del contrato. El incumplimiento de este plazo puede ser motivo de resolución del contrato.

La adopción de cualquier modificación o adaptación al plan previamente establecido, en razón de la variación de las circunstancias de la obra, deberá ser puesta inmediatamente en conocimiento de la empresa Contratante.

Los gastos originados por la adopción de las medidas de seguridad, higiene y primeros auxilios son a cargo del Contratista y se considerarán incluidos en los precios del contrato. Quedan comprendidas en estas medidas, sin que su enumeración las limite:

- La formación del personal en sus distintos niveles profesionales en materia de seguridad, higiene y primeros auxilios, así como la información al mismo mediante carteles, avisos o señales de los distintos riesgos que la obra presente.
- El mantenimiento del orden, limpieza, comodidad y seguridad en las superficies o lugares de trabajo, así como de los accesos a aquellos.
- Las protecciones y dispositivos de seguridad en las instalaciones, aparatos y máquinas, almacenes, polvorines, etc., incluida las protecciones contra incendios.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- El establecimiento de las medidas encaminadas a la eliminación de factores nocivos, tales como polvos, humos, gases, vapores, iluminación deficiente, ruidos, temperatura, humedad, y aireación deficiente, etc.
- El suministro a los operarios de todos los elementos de protección personal necesarios, así como de las instalaciones sanitarias, botiquines, ambulancias, que las circunstancias hagan igualmente necesarias. Asimismo, el Contratista debe proceder a su costa al establecimiento de vestuarios, servicios higiénicos, servicio de comedor y menaje, barracones, suministro de agua, etc., que las características en cada caso de la obra y la reglamentación determinen.

Los contratistas que trabajan en una misma obra deberán agruparse en el seno de un comité de Seguridad, formado por los representantes de las empresas. Comité que tendrá por misión coordinar las medidas de seguridad, higiene y primeros auxilios, tanto nivel individual como colectivo.

De esta forma, cada contratista debe designar un representante responsable ante el Comité de Seguridad. Las decisiones adoptadas por el Comité se aplicaran a todas las empresas, incluso a las que lleguen con posterioridad a la obra.

Los gastos resultantes de esta organización colectiva se prorratearán mensualmente entre las empresas participantes, proporcionalmente al número de jornales, horas de trabajo de sus trabajadores, o por cualquier otro método establecido de común acuerdo.

El Contratista remitirá a la representación de la empresa Contratante, con fines de información copia de cada declaración de accidente que cause baja en el trabajo, inmediatamente después de formalizar la dicha baja. Igualmente por la Secretaría del Comité de Seguridad previamente aprobadas por todos los representantes.

El incumplimiento de estas obligaciones por parte del Contratista o la infracción de las disposiciones sobre seguridad por parte del personal técnico designado por él, no implicará responsabilidad alguna para la empresa Contratante.

### 3.4.3 Rescisión del contrato

Cuando a juicio de la empresa Contratante el incumplimiento por parte del Contratista de alguna de las cláusulas del Contrato, pudiera ocasionar graves trastornos en la realización de las obras, en el cumplimiento de los plazos, o en su aspecto económico, la empresa Contratante podrá decidir la resolución del Contrato, con las penalidades a que hubiera lugar. Así mismo, podrá proceder la resolución con pérdida de fianza y garantía suplementaria si la hubiera, de producirse alguno de los supuestos siguientes.

- Cuando no se hubiese efectuado el montaje de las instalaciones y medios auxiliares o no se hubiera aportado la maquinaria relacionada en la oferta o su equivalente en potencia o capacidad en los plazos previstos incrementados en un 25%, o si el Contratista hubiese sustituido dicha maquinaria en sus elementos principales sin la previa autorización de la empresa Contratante.

## INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- Cuando durante un periodo de tres meses consecutivos y considerados conjuntamente, no se alcanzase un ritmo de ejecución del 50% del programa aprobado para la Obra característica.
- Cuando se cumpla el plazo final de las obras y falte por ejecutar más del 20% de presupuesto de Obra característica.

La imposición de las multas establecidas por los retrasos sobre dicho plazo, no obligará a la empresa Contratante a la prórroga del mismo, siendo potestativo por su parte elegir entre la resolución o la continuidad del Contrato. Será así mismo causa suficiente para la rescisión, alguno de los hechos siguientes:

- La quiebra, fallecimiento o incapacidad del Contratista. En este caso, la empresa Contratante podrá optar por la resolución del Contrato, o porque se subroguen en el lugar del Contratista los síndicos de la quiebra, su causa habitantes o sus representantes.
- La disolución, por cualquier causa, de la sociedad, si el Contratista fuera una persona jurídica.

Si el Contratista es una agrupación temporal de empresas, la empresa Contratante estará facultada para exigir el cumplimiento de las obligaciones pendientes del Contrato a las restantes empresas que constituyen la agrupación temporal o para acordar la resolución del Contrato. Si la empresa Contratante optara en ese momento por la rescisión, ésta no producirá pérdida de la fianza, salvo que concurriera alguna otra causa suficiente para declarar tal pérdida. Procederá asimismo la rescisión, sin pérdida de fianza por el Contratista, cuando se suspenda la obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista, no sea posible dar comienzo a la obra adjudicada, dentro del plazo de 3 meses, a partir de la fecha de adjudicación.

En el caso de que se incurriese en las causas de resolución del Contrato conforme a las cláusulas de este Pliego General de Condiciones, o del Particular de la obra, la empresa Contratante se hará cargo de las obras en la situación en que se encuentren, sin otro requisito que el del levantamiento de un Acta Notarial o simple, si ambas partes prestan su conformidad, que refleje la situación de la obra, así como de acopios de materiales, maquinaria y medios auxiliares que el Contratista tuviese en ese momento en el emplazamiento de los trabajos. Con este acto de la empresa Contratante el Contratista no podrá poner interdicto ni ninguna otra acción judicial, a la que renuncie expresamente.

Siempre y cuando el motivo de la rescisión sea imputable al Contratista, este se obliga a dejar a disposición de la empresa Contratante hasta la total terminación de los trabajos, la maquinaria y medios auxiliares existentes en la obra que la empresa Contratante estime necesario, pudiendo el Contratista retirar los restantes.

La empresa Contratante abonará por los medios, instalaciones y máquinas que decida deben continuar en obra, un alquiler igual al estipulado en el baremo para trabajos por administración, pero descontando los porcentajes de gastos generales y beneficio industrial del Contratista.



El Contratista se compromete como obligación subsidiaria de la cláusula anterior, a conservar la propiedad de las instalaciones, medios auxiliares y maquinaria seleccionada por la empresa Contratante o reconocer como obligación precedente frente a terceros, la derivada de dicha condición.

La empresa Contratante comunicará al Contratista, con treinta días de anticipación, la fecha en que desea reintegrar los elementos que venía utilizando, los cuales dejará de devengar interés alguno a partir de su devolución, o a los 30 días de la notificación, si el Contratista no se hubiese hecho cargo de ellos. En todo caso, la devolución se realizará siempre a pie de obra, siendo por cuenta del Contratista los gastos de su traslado definitivo.

En los contratos rescindidos, se procederá a efectos de garantías, fianzas, etc. A efectuar las recepciones provisionales y definitivas de todos los trabajos ejecutados por el Contratista hasta la fecha de la rescisión.

#### 3.4.4 Certificación y abono de las obras

Las unidades de obra se medirán mensualmente sobre las partes realmente ejecutadas con arreglo al Proyecto, modificaciones posteriores y órdenes de la Dirección de Obra, y de acuerdo con los artículos del Pliego de Condiciones.

La medición de la obra realizada en un mes se llevará a cabo en los ocho primeros días siguientes a la fecha de cierre de certificaciones. Dicha fecha se determinará al comienzo de las obras.

Las valoraciones efectuadas servirán para la reacción de certificaciones mensuales al origen, de las cuales se tendrá el líquido de abono. Corresponderá a la empresa Contratante en todo caso, la reacción de las certificaciones mensuales.

Las certificaciones y abonos de las obras, no suponen aprobación ni recepción de las mismas. Las certificaciones mensuales se deben entender siempre como abonos a buena cuenta, y en consecuencia, las mediciones de unidades de obra y los precios aplicados no tienen el carácter de definitivos, pudiendo surgir modificaciones en certificaciones posteriores y definitivamente en la liquidación final.

Si el Contratista rehusase firmar una certificación mensual o lo hiciese con reservas por no estar conforme con ella, deberá exponer por escrito y en el plazo máximo de diez días, a partir de la fecha de que se le requiera para la firma, los motivos que fundamenten su reclamación e importe de la misma. La empresa Contratante considerará esta reclamación y decidirá si procede atenderla.

Los retrasos en el cobro, que pudieran producirse como consecuencia de esta dilación en los trámites de la certificación, no se computarán a efectos de plazo de cobro ni de abono de intereses de demora.

Terminado el plazo de diez días, señalado en el epígrafe anterior, o si hubiese variado la obra en forma tal que les fuera imposible recomprobar la medición objeto de discusión, se considerará que la certificación es correcta, no admitiéndose posteriormente reclamación alguna en tal sentido.



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Tanto en las certificaciones, como en la liquidación final, las obras serán en todo caso abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuren en la oferta aceptada, o a los precios contradictorios fijados en el transcurso de la obra, de acuerdo con lo provisto en el epígrafe siguiente.

Los precios de unidades de obra, así como los de los materiales, maquinaria y mano de obra que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista, o su representante expresamente autorizado a estos efectos.

Estos precios deberán ser presentados por el Contratista debidamente descompuestos, conforme a lo establecido en el presente Pliego.

La Dirección de Obra podrá exigir para su comprobación la presensación de los documentos necesarios que justifique la descomposición del precio presentado por el Contratista. La negociación del precio contradictorio será independiente de la ejecución de la unidad de obra de que se trate, viniendo obligado el Contratista a realizarla, una vez recibida la orden correspondiente. A falta de acuerdo se certificará provisionalmente a base de los precios establecidos por la empresa Contratante.

Cuando circunstancias especiales hagan imposible el establecer nuevos precios, o así le convenga a la empresa Contratante, corresponderá exclusivamente a esta Sociedad la decisión de abonar estos trabajos en régimen de Administración, aplicando los barremos de mano de obra, materiales y maquinaria, aprobados en el Contrato.

Las certificaciones por revisión de precios, se redactarán independientemente de las certificaciones mensuales de obra ejecutada, ajustándose a las normas establecidas en el presente Pliego de Condiciones.

El abono de cada certificación tendrá lugar dentro de los 120 días siguientes de la fecha en que quede firmada por ambas partes la certificación y que obligatoriamente deberá figurar en la antefirma de la misma. El pago se efectuará mediante transferencia bancaria, no admitiéndose en ningún caso el giro de efectos bancarios por parte del Contratista.

Si el pago de una certificación no se efectúa dentro del plazo indicado, se devengarán al Contratista, a petición escrita del mismo, intereses de demora. Estos intereses se devengarán por el periodo transcurrido del último día del plazo tope marcado (120 días) y la fecha real de pago. Siendo el tipo de interés, el fijado por el Banco de España, como tipo de descuento comercial para ese periodo.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

## **Abono de materiales acopiados**

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

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

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

En la liquidación final no podrán existir abonos por acopios, ya que los excesos de materiales serán siempre por cuenta del Contratista. El abono de cantidades a cuenta en concepto de acopio de materiales no presupondrá, en ningún caso, la aceptación en cuanto a la calidad y demás especificaciones técnicas de dicho material, cuya comprobación se realizará en el momento de su puesta en obra.

## **Gastos por cuenta del contratista**

Serán de cuenta del Contratista los gastos de replanteo, prueba, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes.

Se entiende como tales los gastos de cualquier clase ocasionados por la comprobación del replanteo de la obra, los ensayos de materiales que deba realizar por su cuenta el Contratista; los de montaje y retirada de las construcciones auxiliares, oficinas, almacenes y cobertizos pertenecientes al contratista; los correspondientes a los caminos de servicio, señales de tráfico provisionales para las vías públicas en las que se dificulte el tránsito, así como de los equipos necesarios para organizar y controlar este en evitación de accidentes de cualquier clase; los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los reglamentos vigentes para el almacenamiento de explosivos y combustibles; los de limpieza de los espacios interiores y exteriores; los de construcción, conservación y retirada de pasos, caminos provisionales y alcantarillas; los derivados de dejar tránsito a peatones y vehículos durante la ejecución de las obras; los de desviación de alcantarillas, tuberías, cables eléctricos y, en general, de cualquier instalación que sea necesario modificar para las instalaciones provisionales del contratista; los de construcción, conservación, limpieza retirada las instalaciones sanitarias provisionales y de limpieza de los lugares ocupados por las mismas; los de retirada al fin de la obra de instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra.

Salvo que se indique lo contrario, será de cuenta del Contratista el montar, conservar y retirar las instalaciones para el suministro del agua y de la energía eléctrica necesaria para las obras y la adquisición de dichas aguas y energía.

Serán de cuenta del Contratista los gastos ocasionados por la retirada de la obra, de los materiales rechazados, los de jornales y materiales para las mediciones periódicas para la redacción de certificaciones y los ocasionados por la medición final; los de

pruebas, ensayos, reconocimientos y tomas de muestras para las recepciones parciales y totales, provisionales y definitivas, de las obras; La corrección de las deficiencias observadas en las pruebas, ensayos, etc., y los gastos derivados de los asientos o averías, accidentes o daños que se produzcan en estas pruebas y la reparación y conservación de las obras durante el plazo de garantía.

En los casos de presolución del contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán de cuenta del contratista los gastos de jornales y materiales ocasionados por la liquidación de las obras y los de las actas notariales que sean necesarios levantar, así como los de retirada de los medios auxiliares que no utilice la empresa Contratante o que le devuelva después de utilizados.

Serán también de cuenta del Contratista los gastos que se originen por inspección y vigilancia no facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

### **Gastos por cuenta de la empresa contratante**

Serán por cuenta de la empresa contratante los gastos originados por la inspección de las obras del personal de la empresa contratante o contratados para este fin, la comprobación o revisión de las certificaciones, la toma de muestras y ensayos de laboratorio para la comprobación periódica de calidad de materiales y obras realizadas, y el transporte de los materiales suministrados por la empresa contratante, hasta el almacén de obra, sin incluir su descarga ni los gastos de paralización de vehículos por retrasos en la misma.

Así mismos, serán a cargo de la empresa contratante los gastos de primera instalación, conservación y mantenimiento de sus oficinas de obra, residencias, poblado, botiquines, laboratorios, y cualquier otro edificio e instalación propiedad de la empresa Contratante y utilizados por el personal empleado de esta empresa, encargado de la dirección y vigilancia de las obras.

### **3.5 Condiciones para la ejecución por contrata**

Serán las que vengán reflejadas en la Especificación General para Contratación de la Obra Civil y de instalaciones eléctricas asociadas al presente proyecto y revisiones vigentes.

Además de las condiciones anteriormente indicadas, la contrata está obligada al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten, durante todo el tiempo que dure la ejecución de las obras hasta la recepción definitiva.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparo.

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

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

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

- Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

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

## 3.5.1 Condiciones facultativas legales

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 3275/1986, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

### 3.5.2 Técnico Director de obra

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. En supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Contratista, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

### 3.5.3 Contratista

Corresponde al Contratista:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

## INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- Podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

### 3.5.4 Seguridad en el trabajo

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

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

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

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

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

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

### 3.5.5 Seguridad pública

El Contratista dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta y se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

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

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



### **3.6 Organización del trabajo**

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

#### **3.6.1 Datos de la obra**

Se entregará al Contratista dos copias de los Planos y un Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos. Se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, el Contratista, simultáneamente al levantamiento del Acta de Recepción Provisional, entregará planos actualizados de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de obra dos expedientes completos de los trabajos realmente ejecutados.

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

#### **3.6.2 Replanteo de la obra**

Antes de comenzar las obras la Dirección Técnica hará el replanteo de las mismas, con especial atención a los puntos singulares, siendo obligación del Contratista la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo.

Se levantará, por triplicado, Acta de Replanteo, firmada por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

El contratista establecerá en caso necesario, hitos secundarios y efectuara todos los replanteos precisos para la perfecta definición de las obras a ejecutar, siendo de su responsabilidad los perjuicios que puedan ocasionarse por errores cometidos en dichos replanteos

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

#### **3.6.3 Facilidades para la inspección**

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



#### 3.6.4 Mejoras y variaciones del proyecto

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

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, o salvo que la Dirección de Obra, ordene también por escrito la ampliación de las contratadas. Se seguirá el mismo criterio y procedimiento, cuando se quieran introducir innovaciones que supongan una reducción apreciable en las unidades de obra contratadas.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

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

#### 3.6.5 Materiales y ensayos

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta, siendo éstos de primera calidad. La Dirección Técnica podrá rechazarlos si no reuniesen, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objeto que motivara su empleo.

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

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

#### 3.6.6 Organización

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

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

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

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

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

### 3.6.7 Ejecución de las obras

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

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

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

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

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

La ejecución de las obras será confiada a personal cuyos conocimientos técnicos y prácticos les permita realizar el trabajo correctamente, debiendo tener al frente del mismo un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

### **Limpieza y seguridad de las obras**

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

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

Antes de la Recepción provisional, la instalación y equipos asociados se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o exterior.

### 3.6.8 Plazo de ejecución

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo. Se entiende por plazo parcial a la terminación y puesta a disposición de determinados elementos, obras o conjuntos de obras, que se consideren necesarios para la prosecución de otras fases de la construcción o del montaje.

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

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

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista, tuvieran que ser suspendidos una vez empezados o no pudieron terminarse en los plazos prefijados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria. Para ello, el contratista expondrá, en escrito dirigido al Director, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

## **3.7 Preparación y programación de la obra**

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- El contratista consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.
- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, de todos los trazados. Se tendrá en cuenta la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

## **3.8 Disposición final**

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

#### **4. CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LA OBRA CIVIL**

Los componentes fundamentales de la Línea de Media Tensión, Centro de Transformación, red de distribución y las instalaciones asociadas a los bloques de viviendas están definidos en la Memoria Descriptiva y en los Planos incluidos en el presente Proyecto. La información se completa con la relación de materiales que figura en el Presupuesto.

Todos los materiales empleados, de cualquier tipo y clase, aún los no relacionados en este Pliego, deberán ser de primera calidad, teniendo libertad el contratista de proveerse de los mismos siempre y cuando no se encuentren especificados en el pliego.

Antes de la instalación, el contratista presentará a la Dirección Técnica los catálogos, cartas, muestras, etc., que ésta le solicite. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Técnica.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Técnica, aún después de colocados, si no cumpliesen con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por la contrata por otros que cumplan las calidades exigidas.

#### **4.1 Red subterránea de Media y Baja Tensión**

##### **4.1.1 Obra civil**

Los materiales a utilizar serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.
- Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.
- El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.
- La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones será de 10 a 60 mm con granulometría apropiada. Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.
- AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.
- MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

## 4.1.2 Conductores

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

Todos los cables serán unipolares con conductores de aluminio o cobre, según el caso, y tensión asignada dependiente del nivel de tensión. La resistencia de aislamiento y la rigidez dieléctrica cumplirán lo establecido en la normativa vigente. Los cables instalados serán los que figuran en el presente Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

El Contratista informará por escrito a la Dirección Técnica, del nombre del fabricante de los conductores y le enviará una muestra de los mismos. Si el fabricante no reuniese la suficiente garantía a juicio de la Dirección Técnica, antes de instalar los conductores se comprobarán las características de éstos en un Laboratorio Oficial. Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

No se admitirán cables que no tengan la marca grabada en la cubierta exterior, que presente desperfectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen.

No se permitirá el empleo de conductores de procedencia distinta en un mismo circuito.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y sección.

## 4.2 Centro de Transformación

### 4.2.1 Envolvente

El edificio cumplirá con las Condiciones Generales prescritas en las Instrucciones del MIE-RAT 14 de Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

La envolvente de estos CTI-I deberá ser metálica y presentar una rigidez mecánica que impida que se produzcan deformaciones en las operaciones de elevación, transporte y accionamiento de las partes móviles alojadas en su interior.

La envolvente de estos CTI-I deberá ser metálica y presentar una rigidez mecánica que impida que se produzcan deformaciones en las operaciones de elevación, transporte y accionamiento de las partes móviles alojadas en su interior.

## **Defecto interno**

Se preverán los elementos de seguridad suficientes que eviten la explosión de la envolvente en caso de defecto interno y se elegirán las direcciones de escape en su caso de los fluidos (gases, líquidos, etc.) para evitar posibles daños a las personas, tal como se define en el MIE RAT ITC-16.

El fabricante deberá informar de las características de su producto en los catálogos e información técnica facilitada a los proyectistas y/o usuarios finales en cuanto a la intensidad de cortocircuito soportada y su duración en caso de arco interno trifásico.

## **Protección anticorrosiva y pintura**

La preparación anticorrosiva de las superficies metálicas deberá hacerse por medio de tratamientos mecánicos (chorro de arena o granalla) o químico (fosfatado).

El pintado se realizará según el sistema descrito en la Norma UNE 20 175.

La parte exterior de la envolvente irá pintada en color S7020-G50Y según la Norma UNE 48 103.

### 4.2.2 Aparamenta

El valor de aislamiento asignado para la aparamenta es el indicado en la tabla 1.

Tensión asignada primaria kV	Tensión más elevada para el material (Um) kV	Tensión soportada		Tensión soportada (distancia de seccionamiento)	
		Impulso tipo rayo (Valor cresta) kV	A frecuencia industrial (Valor eficaz) kV	Impulso tipo rayo (Valor cresta) kV	A frecuencia industrial (Valor eficaz) kV
13,2	17,5	95	38	110	45
20	24	125	50	145	60

Tabla 1: Nivel de aislamiento.

Las conexiones de los cables de M.T. procedentes del exterior se realizarán con pasatapas enchufables con conexión reforzada, de acuerdo con lo indicado en la Norma NI 72.83.00.

## **Interruptor seccionador y seccionador de puesta a tierra**



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Cumplirá con las normas de obligado cumplimiento incluidas en el MIE RAT ITC-02, UNE EN 62 271-102, UNE EN 60 265-1 y UNE EN 60 694.

El interruptor seccionador será del tipo uso general tal como se define en le Norma UNE EN 60 265 -1, y dispondrá de un dispositivo que indique su estado de apertura o cierre.

La maniobra de cierre y apertura de los interruptores seccionadores y la de cierre de los seccionadores de p.a.t. deben ser independientes de su forma de actuación.

Las funciones de línea estarán provistas de seccionadores de p.a.t., situados entre los pasatapas enchufables y el interruptor seccionador.

La corriente de fuga máxima en los interruptores-seccionadores será de 0,5 mA. Los interruptores-seccionadores cumplirán con los valores indicados en la tabla 5.

Los seccionadores de p.a.t. cumplirán con los valores de corriente admisible de corta duración y poder de cierre asignado sobre cortocircuito indicados en la tabla 2.

Tensión más elevada para el material kV	Corriente asignada A	Corriente admisible de corta duración (Valor eficaz) (1 seg.) Ka	Poder de cierre cortocircuito (Valor de cresta)		Poder apertura/cierre (Valor eficaz)		Poder de corte con cables en vacío (Valor eficaz)		Poder de corte en caso de falta a tierra		
			n° maniobras	kA	n° maniobras	A	n° maniobras	A	n° maniobras	A	Con cables en vacío
											A
17,5 24	400	12,5	2/5*	31,25	10	400	20	25	10	50	16

Tabla 2: Intensidades asignadas.

## **Fusibles limitadores**

Llevarán fusibles limitadores en MT., bien inmersos en el líquido dieléctrico (no accesibles), o en el interior de compartimentos estancos, unipolares, con dieléctrico aire, y accesibles desde el exterior sin necesidad de desencubar el CTI-I.

En el caso de fusibles sumergidos, estos estarán diseñados especialmente para soportar la temperatura del líquido dieléctrico, además deberán llevar tuerca hexagonal en ambos extremos M8 (sin percutor). Las dimensiones del cartucho fusible y las intensidades nominales serán las especificadas por cada fabricante, teniendo en cuenta que la curva de fusión esté situada muy cerca (por encima) de la corriente de conexión del transformador. El resto de características eléctricas, tales como poder de corte asignado y corriente mínima de corte asignado serán las indicadas en la Norma NI 75.06.31.

En el caso de utilizar fusibles limitadores de MT, insertados en compartimentos estancos, monofásicos, con dieléctrico aire, deberán cumplir con lo indicado en la Norma NI 75.06.31.



#### 4.2.3 Transformador

El transformador deberá de cumplir con la Norma NI 72.30.00 ó N I 72.30.06, dependiendo del tipo de líquido dieléctrico utilizado. Con objeto de contribuir a que el calentamiento máximo admisible de la envolvente respecto de la temperatura ambiente sea inferior a 40 °C para los centros integrados de interior e inferior a 30 °C para los de exterior (ITC MIE-RAT 16, apartado 1.4).

#### 4.2.4 Cuadro de B.T.

El cuadro de B.T. cumplirá con las características eléctricas de la Norma NI 50.44.02 y las que se indican en la tabla 7 e irá soportado en la propia envolvente del CTI-I. En ensayo de calentamiento se deberá realizar conjuntamente con el ensayo de calentamiento del CTI-I, para la corriente asignada.

Las barras horizontales serán de cobre electrolítico, su sección mínima la indicada en la tabla 3 e irán identificadas con los siguientes colores:

Fase R: Verde.

Fase S: Amarillo.

Fase T: Marrón.

Neutro: Gris.

Potencia (kVA)	Corriente asignada (A)	Tensión asignada (V)	Sección de barras (Fases y neutro) (mm)	Número de bases Cortacircuitos fusibles Tamaño 2
250	400	440	60 x 5	3
400	630		60 x 5	4
630	1000		80 x 5	5

Tabla 3: Características de los cuadros de BT.

El cartucho fusible a utilizar será como máximo de 315 A y cumplirán con lo indicado en la Norma NI 76.01.01.

La conexión de la salida de B.T. del transformador al cuadro de B.T. se realizara por medio de pasatapas que cumplirán con la Norma UNE EN 50 386. En la misma horizontal del pasatapas el cuadro de B.T. dispondrá de un aislador para el soporte de las barras horizontales de alimentación a las bases tripolares verticales cerradas, cumpliendo estas con la Norma NI 50.48.21. Las partes frontales de embarrado no cubiertas con las bases tripolares, irán protegidas con policarbonato, para impedir contactos accidentales.

La distancia entre la barra inferior horizontal y la barra del neutro será de 350 mm.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

El cuadro de B.T. llevará además en su interior un módulo, compuesto por una caja de material aislante, donde incorpore los elementos de la figura 1 y se cableará con conductores aislados de cobre de 4 mm<sup>2</sup> de sección, exentos de halógenos según la Norma NI 56.10.00.

## 4.3 Red aérea de Baja Tensión

### 4.3.1 Cables

Las especificaciones de los cables se indican en la norma NI 56.36.01 y Normas UNE, responden a la denominación genérica “RZ”.

### Red de distribución

Están formadas por tres conductores de fase (aluminio) y un conductor neutro; este último es autoportante de aleación de aluminio duro (almelec) y tiene 29,5, 54,6 ó 80 mm<sup>2</sup> de sección.

Los cables que responden a estas características son los siguientes:

3x25/29,5(\*), 3x50/29,5(\*), 3x25/54,6, 3x50/54,6, 3x95/54,6 y 3x150/80.

Designación	3x25/29,5	3x50/29,5	3x25/54,6	3x50/54,6	3x95/54,6	3x150/80
Diámetro mínimo de la fase, mm	8,4	10,9	8,4	10,9	14,6	17,5
Diámetro máximo de la fase, mm	9,6	12,3	9,6	12,3	16,1	19,1
Diámetro total máximo del haz, mm	24,00	30,750	24,00	30,750	40,25	47,75
Masa aproximada, kg/km	470	701	540	770	1.260	1.810
Módulo de elasticidad, daN/mm <sup>2</sup>	6.200	6.200	6.200	6.200	6.200	6.200
Coefficiente de dilatación lineal, °C <sup>-1</sup>	0,000023	0,000023	0,000023	0,000023	0,000023	0,000023
Carga de rotura, daN	870	870	1.660	1.660	1.660	2.000

Tabla 4: Características de cables.

### 4.3.2 Apoyos

Las características de los postes de hormigón armado son los siguientes:

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Designación	Altura total h m	Esfuerzo principal F daN (color de identificación)	Esfuerzo secundario Fs daN	Esfuerzo reducido kF daN	Coeficiente de seguridad Esfuerzos F, Fs y kF	Medidas en cogolla mm	Momento de torsión a la rotura daN.m	Código
HV 160 R9	9	160	100	144	2,25	110x145	-	52 04 011
HV 160 R11	11	Naranja						52 04 012
HV 250 R9	9	250 Negro	160	225				52 04 015
HV 250 R11	11							52 04 016
HV 250 R13	13					52 04 017		
HV 400 R9	9	400 Azul	250	360		52 04 020		
HV 400 R11	11					52 04 021		
HV 400 R13	13					52 04 022		
HV 630 R9	9	630 Rojo	360	567		140x200		52 04 025
HV 630 R11	11							52 04 026
HV 630 R13	13							52 04 027
HV 630 R15	15							52 04 028
HV 630 R17	17							52 04 029
HV 800 R9	9	800 Amarillo	400	720				52 04 032
HV 800 R11	11							52 04 033
HV 800 R13	13							52 04 034
HV 800 R15	15				52 04 035			
HV 800 R17	17				52 04 036			
HV 1000 R9	9	1000 Verde	500	900	170x255	540	52 04 039	
HV 1000 R11	11						52 04 040	
HV 1000 R13	13						52 04 041	
HV 1000 R15	15						52 04 042	
HV 1000 R17	17						52 04 043	
HV 1600 R9	9	1600 Blanco	600	1440			52 04 046	
HV 1600 R11	11				52 04 047			
HV 1600 R13	13				52 04 048			
HV 1600 R15	15				52 04 049			
HV 1600 R17	17				52 04 050			

Tabla 5: Características esenciales de postes.

### 4.3.3 Empalmes

Se utilizaran manquitos preaislados a compresión NI 58 14 01.

Designación	Conductor Sección mm <sup>2</sup> Naturaleza	Carga de des- lizamiento mínima daN	Medidas mm		Código
			L mínimo	Matriz E	
MAC-16 Al	16 Al	120	100	17,3	58 14 020
MAC-25 Al	25 Al	180	100	17,3	58 14 050
MAC-50 Al	50 Al	360	100	17,3	58 14 130
MAC-95 Al	95 Al	685	100	17,3/21,5	58 14 230
MAC-150 Al	150 Al	1080	100	21,5	58 14 270
MAC-54,6 Ale	54,6 Ale	1500	130	17,3	58 14 140
MAC-80 Ale	80 Ale	2000	130	21,5	58 14 190

Tabla 6: Características empalmes.

## 4.4 Instalación de enlace

### 4.4.1 Cajas Generales de Protección

Las cajas Generales de Protección estarán formadas por una envolvente aislante precintable, que constara fundamentalmente por: las bases para cortacircuitos fusibles y los bornes de conexión.

Según la ITC-BT-13 para el caso de acometida subterránea, la CGP se instalara siempre en el interior de un nicho practicado en la pared, que se cerrara con una puerta preferiblemente metálica. La parte inferior de la caja se en contrara a u na distancia mínima de 40 centímetros.

Según el manual técnico de distribución y clientes de IBERDROLA las medidas interiores de los huecos permitirán albergar la CGP y realizar adecuadamente la acometida y línea repartidora.

Para la entrada de las acometidas subterráneas, en cada hueco se destinaran dos orificios, como mínimo, para alojar los conductos (metálicos protegidos contra la corrosión o de plástico rígido), para la entrada de la acometida subterránea de la red general, conforme a lo establecido en la ITC-BT-21 para canalizaciones empotradas. Estos conductos tendrán un diámetro nominal de 11 centímetros.

La puerta y el bastidor serán metálicos, protegidos contra la corrosión, o de materiales ignífugos que garanticen un grado de protección IP XX9. Se instalara una cerradura o candado normalizado por Iberdrola, según NI 76.50.01. La hoja o las hojas podrán revestirse de cualquier tipo de material y ajustarse a las características del entorno, a elección de los clientes.

La pared de fijación de las cajas generales de protección tendrá una resistencia no inferior a la del tabicón.

La CGP se fijara sobre el paramento, como mínimo, por cuatro puntos mediante dispositivos roscados, recibidos en la obra. Deberá llevar grabado de forma indeleble y fácilmente legible las siguientes indicaciones:

- Marca y tipo de fabricante
- Tensión nominal en voltios
- Intensidad nominal en amperios
- Designación UNESA

### 4.4.2 Conductores

Los conductores serán de las siguientes características:

- De 0,6/1 kV y 450/750 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre.

- Formación: unipolares.
- Aislamiento: XLPE y PVC
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.

#### 4.4.3 Centralización de contadores

Sera tipo Uriarte AM-9. Las características son las indicadas por el fabricante.

### **4.5 Instalación interior**

#### 4.5.1 Conductores

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.

#### 4.5.2 ICP e Cuadro de distribución

Las envolventes de los cuadros se ajustaran a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el ICP será precintable, sus características serán las correspondientes a la NI 76.53.01.

## **5. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCION DE LAS OBRAS**

### **5.1 Red Subterránea de Media y Baja Tensión**

#### **5.1.1 Trazado**

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajos las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

#### **5.1.2 Apertura de zanjas**

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

## **Zanjas en tierra**

### **Zanja normal para baja tensión**

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 60 cm y anchura de 40 cm para canalizaciones de baja tensión bajo acera.
- Profundidad de 80 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de baja tensión bajo calzada.

### **Zanja normal para media tensión**

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m de anchura media y profundidad 1,10 m, tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

La separación mínima entre ejes de cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de distinto circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo, o de 25 cm. entre capas externas sin ladrillo intermedio.

La distancia entre capas externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm con un ladrillo o rasilla colocado de canto entre cada dos de ellos a todo lo largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1 m. de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

### **Zanjas en roca**

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

### **Zanjas anormales y especiales**

La separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

### 5.1.3 Cruzamientos y paralelismos con otras instalaciones

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirá lo indicado en la memoria del proyecto en cuanto a cruzamientos y paralelismos con otras instalaciones, teniendo en cuenta los siguientes requisitos:

- Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.
- Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
- Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm en la proyección horizontal de ambos.
- Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.
- Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada. Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.
- En el paralelismo entre el cable de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:
  - 0,50 m para gaseoductos.



- 0,30 m para otras conducciones.
- Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:
  - Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
  - Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

#### 5.1.4 Canalizaciones

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable. Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.

- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm en el caso de B.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.

El diámetro de los tubos se ajustará a lo indicado en la memoria del proyecto. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderán a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud. Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m , según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se tapan cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente: Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 5 cm de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 1 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

#### 5.1.5 Arquetas de registro

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el

cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable queda situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

#### 5.1.6 Transporte de bobinas de cables

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

#### 5.1.7 Tendido de cables

##### **Tendido de cables en zanja abierta**

##### **Manejo y preparación de bobinas**

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con

pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

### **Tendido de cables en zanja**

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm<sup>2</sup> de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm<sup>2</sup> en cables trifásicos y a 5 kg/mm<sup>2</sup> para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

## INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.
- Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En

el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

- Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

### **Tendido de cables en tubulares**

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

### **Tendido de cables en galería**

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados.

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

#### 5.1.8 Empalmes

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

#### 5.1.9 Botellas terminales

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductoras dadas en el apartado anterior de Empalmes.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos en las paredes de los centros de transformación y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable. Así mismo, se procurará que queden completamente horizontales.

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará así mismo el replanteo para que una vez colocados los elementos queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.



#### 5.1.10 Señalización e identificación

En las canalizaciones de cables se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos ¡Atención a la existencia del cable!, tipo UNESA 0205. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

#### 5.1.11 Cierre de zanjas

Suministro y colocación de protecciones de arenas La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo. Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

#### **Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo**

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin cálices ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

#### **Tapado y apisonado de las zanjas**



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de ¡Atención a la existencia del cable!, se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado. El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

## **Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes**

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a un vertedero. El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

## **Rotura y reposición de pavimentos**

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.
- En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos. Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, loetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

## **5.2 Centro de Transformación**

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

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la propia compañía eléctrica.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubiese sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

#### 5.2.1 Obra civil

Al ser un edificio prefabricado se cumplirá con las condiciones establecidas por el fabricante del mismo.

#### 5.2.2 Características constructivas

La cuba metálica de toda aparamenta será rellena de hexafluoruro de azufre a una sobrepresión de 0,3 bar sobre la presión atmosférica.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El compartimento del juego de barras se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.

El compartimento de conexión de cables se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termorretráctiles para cables de papel impregnado.

#### 5.2.3 Transformadores

La colocación del transformador se realizará de forma que éste quede correctamente instalado.

#### 5.2.4 Puesta a tierra

Cualquier elemento que no soporte tensión deberá estar conectado a la malla de tierra. El contacto de los conductores de tierra deberá hacerse de forma que quede completamente limpio y sin humedad.

La malla de tierra se tenderá a la profundidad indicada en el proyecto, siguiendo la disposición indicada en los planos del mismo.

Las conexiones se efectuarán con soldadura aluminotérmica y los cruzamientos se harán sin cortar el cable.

### 5.3 Línea aérea de Baja Tensión

La construcción de la línea aérea se realizará siguiendo el orden de ejecución que se prescribe en este y procurando ceñirse a las fases de construcción que eviten pérdidas de tiempo y anomalías en la correcta funcionalidad de la ejecución de la obra.

Las pérdidas de materiales por extravío, robo, etc, serán por cuenta del constructor.

No se permitirá la interrupción del neutro, excepto en aquellas partes de la línea que se dispongan cajas generales de protección (CGP).

### 5.3.1 Excavación

Antes de proceder a la excavación se comprobará que la estructura y base del apoyo es apropiada para la cimentación prevista, en función del tipo de terreno.

Cuando la ejecución de una excavación requiera la realización de una explanación previa (movimiento de tierras), ésta deberá ser autorizada por la dirección de obra.

Cuando exista riesgo de desprendimiento, por falta de cohesión del terreno u otras causas, se procederá al entibado de la excavación.

En cualquier caso se procederá al hormigonado de la excavación lo antes posible, y nunca en un tiempo superior a 10 días. Las cimentaciones en tanto se procede a su hormigonado deberán quedar cubiertas y/o señalizadas para evitar posibles accidentes.

#### **Ubicación y dimensiones**

- No se permitirá que la ubicación de la excavación sea distinta a la prevista en el proyecto y no se admitirán dimensiones de hoyos menores a las normalizadas.

#### **Explosivos**

- Si la excavación requiere el uso de explosivos será responsabilidad total del constructor los permisos legales correspondientes, la custodia y manejo de los explosivos.
- Los daños ocasionados a personas, animales o enseres, derivados del empleo de los explosivos, serán por cuenta del constructor.

#### **Señalización**

- En las zonas que circulen personas o animales, o bien se presuma su asistencia, se dispondrán vallas, cercados, etc., con especial atención en aquellas excavaciones que permanezcan abiertas en días festivos.

#### **Acabado del hoyo y retirada de tierras**

- Las paredes del hoyo mantendrán una verticalidad constante en toda su profundidad y se efectuará una limpieza del mismo.
- Las tierras procedentes de la excavación o explanación se esparcirán por su entorno. Cuando ello no sea posible (el propietario del terreno no lo autoriza, se precisan permisos municipales o estatales), el Director de obra optará por el

logro de dichas autorizaciones o bien dictaminará que las tierras sean retiradas a escombrera.

### 5.3.2 Anclaje en roca

El apoyo será de chapa metálica y dispondrá de una placa base apropiada para los pernos especificados en MTDYC 2.23.30.

El constructor dispondrá de una plantilla apropiada al tipo de apoyo. Además, estará provisto del mortero de fraguado normal MAT 800 (NI 18.80.01), que se utilizará para la fijación de los pernos.

#### **Saneamiento y perforación**

- Excavación del terreno hasta la aparición de la roca y saneamiento de la misma.
- Se marcará, mediante plantilla, la posición de los taladros necesarios para la instalación de los pernos; a continuación y con herramienta perforadora, se practicarán los agujeros de diámetros apropiados a los pernos, horadando una profundidad que supere, en 15 cm, la longitud enterrada del perno.
- Por inyección de aire comprimido se realizará la limpieza interior de los taladros efectuados.

#### **Instalación de pernos y apoyos**

- Con un embudo y tubo, que alcance prácticamente la profundidad del taladro, se deposita el mortero en los agujeros realizados, controlando el volumen del mismo.
- Se introducen los pernos en los agujeros llenos de mortero fresco, de forma que la rosca mecanizada emerja sobre una bancada de hormigón, que se construirá, posteriormente, para el asiento de la placa base del apoyo, instalando la pica de tierra y el correspondiente tubo rígido de PVC, según identificación 19.1.

El tiempo de fraguado del mortero MAT vendrá en función de la temperatura ambiente y como mínimo será de 24 horas (temperatura comprendida entre 15°C y 40°C) o de 36 horas (temperatura comprendida entre 0°C y 15°C).

- Se instalarán las arandelas y tuercas de asiento (nivelación), adecuadas a los pernos. A continuación, el apoyo o tramo inferior del mismo, con su placa base incorporada, se montará encima de la bancada de hormigón con las tuercas y contratuercas de fijación, después de haber transcurrido 48 horas desde la finalización de dicha bancada.

### 5.3.3 Transporte

#### **Conductor (bobinas)**

- Se comprobará el tipo y sección de conductor.
- Las bobinas estarán sujetas para evitar que sufran daños durante el transporte, desde almacén hasta el lugar de depósito denominado "campa" o almacén próximo a la obra y viceversa.

#### **Apoyos**

- El constructor comprobará que el suministro de apoyos corresponde a lo especificado en el proyecto de la línea, verificando la estructura del apoyo, esfuerzo útil y altura.
- Para el transporte de los postes de hormigón, postes de composite reforzados y apoyos de chapa metálica suministrados en un solo cuerpo se dispondrán de camas, cuyas longitudes serán tales que evitarán las deformaciones de los mismos. Asimismo, todo apoyo estará alojado y protegido de forma que no se produzcan daños entre ellos.
- El constructor dispondrá de los respectivos planos de montaje y de cualquier otra especificación que requiera el correcto armado de los apoyos de chapa metálica compuestos por piezas o tramos.

#### **Elementos para armados y accesorios**

- Los elementos de pequeño tamaño, tales como pinzas, conexiones, manguitos, etc, vendrán en cajas o cestos, debidamente clasificados y protegidos contra daños.
- Los productos que tengan recubrimientos preservantes de cualquier índole (picas de acero-cobre, tornillos pasantes, ménsulas, posteletes, etc) estarán debidamente empaquetados e identificados y no sufrirán pérdida alguna de su recubrimiento.
- Aquellos otros materiales que tengan consideración de fragilidad o estén expuestos a deformaciones que imposibiliten su correcta instalación (CGP, canaletas de protección, retenciones preformadas, etc.) recibirán el tratamiento adecuado.

### 5.3.4 Acopio

#### **Conductor (bobinas)**

- Las bobinas se trasladarán desde la "campa" o almacén hasta los puntos elegidos para el tendido, que serán de fácil acceso.

Los puntos de tendido se elegirán para que el número de empalmes sea el menor posible.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Cuando se vaya a realizar el tendido de los conductores, las bobinas se colocarán en terreno horizontal y con calces que eviten su deslizamiento.

- La situación de las bobinas será en dirección del tendido previsto y de forma que el haz de conductores salga siempre por la parte superior de las mismas; en ningún caso el haz tendrá contacto con el suelo y para ello, si es necesario, se suplementarán las bobinas.

## **Apoyos**

- Los postes de hormigón y de composite reforzado se manejarán con pluma y cabrestante, o bien con grúa, sujetándolos por su centro de gravedad.
- Los estrobos que sustenten a los apoyos llevarán las protecciones adecuadas que eviten fisuras, desconchados o hendiduras en la superficie de los apoyos. Asimismo, los apoyos de chapa metálica no sufrirán pérdidas de galvanizado.
- Todo tipo de apoyo se colocará en posición horizontal (los apoyos de chapa metálica previamente armados), convenientemente calzados y de forma que no se produzcan deformaciones. Asimismo, los apoyos de chapa que requieran unir sus cuerpos se ejecutarán en terreno liso y con las instrucciones de montaje.

## **Elementos para armados y accesorios**

- Los pequeños materiales permanecerán en las cajas o cestos donde han sido transportados y no se extraerá ninguna pieza hasta que se realice su oportuno montaje.

### 5.3.5 Montaje de armados

#### **Sobre apoyos**

- El montaje de los conjuntos constructivos, en los apoyos, se realizará con la longitud de tornillo apropiada a las dimensiones del mismo.

Para suspensión se utilizará el soporte de aluminio (NI 52.35.06) o bien el conjunto formado por ménsula, abarcón y cuna de suspensión; el anclaje o amarre se realizará a través de retención preformada (equipada con guardacabos abierto) que, a su vez, se fijará al apoyo mediante tornillo de cáncamo pasante, según NI 18.90.01, o bien por el soporte de aluminio para amarre NI 52.35.06.

- La tornillería a utilizar será de métrica M 16 y se montará con tuerca, arandela y el preceptivo pasador de seguridad el par de apriete que se aplicará a la tornillería será de 7 daN.m.

### 5.3.6 Puesta a tierra del neutro

La disposición y tipo de puesta a tierra estará reflejado en el Proyecto Tipo.

- El conductor neutro se pondrá siempre a tierra, en los cables de red aérea con tendido sobre apoyos y en los siguientes puntos:
  - En la caja CGP destinada a la protección del centro de transformación intemperie.
  - Cada 300 metros de longitud de línea, como mínimo y según Proyecto Tipo, eligiendo, con preferencia, los apoyos de donde partan las derivaciones importantes.
  - En aquellos puntos singulares especificados en las Normas Particulares de Iberdrola.

### 5.3.7 Izado de apoyos

#### **Medios**

- El izado de los apoyos se realizará con pluma y cabrestante o con grúa; el empleo de otros procedimientos será sometido al Director de obra, para su posible autorización.

El procedimiento de izado que se utilice (grúa, etc.) se asentará sobre terreno firme, instalando todos los elementos auxiliares precisos que aseguren la operaciones que vayan a realizarse.

- Los apoyos dispuestos con placa base, para su anclaje al terreno con pernos, se izarán después de haber transcurrido 48 horas, como mínimo, desde que se finalizó el fraguado de la bancada de hormigón (ver anclaje en roca, identificación 13.2).
- Los apoyos se izarán con sus armados, sujetándolos por encima de su centro de gravedad. Si durante esta operación se producen dobleces o deformaciones en los apoyos, se rechazarán los mismos, ya que en dicha operación se ha sobrepasado el límite elástico del material.

#### **Alineación de los apoyos**

- Los apoyos, una vez situados en los hoyos o bancada de hormigón (ver anclaje en roca, identificación 13.2), quedarán alineados con los ejes de replanteo.
- Los apoyos se arriostrarán mediante tres vientos o tirantes, como mínimo, (en función del tipo y esfuerzo útil del apoyo) y convenientemente anclados al terreno.

Los apoyos se aplomarán adecuadamente, no admitiéndose desviaciones superiores a 3 mm/m del eje vertical de los mismos.

- Los apoyos de sección rectangular se situarán orientados de forma que su eje de mayor resistencia (cara estrecha) será :
  - En alineaciones, perpendiculares a la traza de la línea.

- En ángulos, coincidiendo con las bisectrices de los ángulos formados por la traza de la línea.
- En fin de línea, coincidiendo con la misma dirección de la línea.

### **Apriete de la tornillería**

- Terminada la operación de izado se aplicará, a todos los tornillos, el reapriete de los mismos, para corregir los eventuales aflojamientos producidos durante el izado.

### 5.3.8 Hormigonado

Antes de proceder al hormigonado se retirarán los cascotes desprendidos por el izado de los apoyos y se vaciarán los depósitos de agua que puedan existir en los hoyos. Las paredes que estén excesivamente secas se reugarán hasta obtener un grado de humedad óptimo para recibir el hormigón.

### **Vertido del hormigón**

- El hormigón se verterá en el hoyo por medio de canaletas, palas o cualquier otro sistema que evite su disgregación, pero siempre que no hayan transcurrido 30 minutos desde que se finalizó el amasado. Asimismo ocupará todo el hueco de la excavación, no permitiéndose encofrado de paramentos, rellenos de piedras sueltas, etc.
- Durante la operación de hormigonado se dejará, embebido en la masa, un tubo rígido de PVC con diámetro interior de 30 mm, para la instalación del conductor de puesta a tierra; este tubo atravesará el macizo y saldrá al exterior en las proximidades de la conexión al apoyo. Asimismo, en aquellos apoyos previstos para paso a subterráneo se dejará el tubo adecuado.
- La compactación del hormigón se realizará mediante vibradores mecánicos, de forma que se consiga una masa homogénea ausente de oquedades.
- Cuando las condiciones ambientales sean adversas (heladas), el hormigón se protegerá por medios apropiados que preserven y mantengan las características del mismo; sin embargo se suspenderá el vertido en las siguientes condiciones :
  - La temperatura ambiente es inferior a 1° C o superior a 40° C.
  - La temperatura de la masa de hormigón es inferior a 5°C.

### **Peana**

- Sobre el macizo de hormigón se construirá una peana, mediante encofrado de la misma, pero siempre con el mismo hormigón empleado para el cimiento del apoyo. El desencofrado se realizará de forma que no se produzcan deterioros en las superficies exteriores.



La peana tendrá una altura, sobre el nivel de la línea de tierra, de 10 cm con terminación de punta de diamante, según MTDYC 2.23.30.

### **Acabado**

- En caso de temperaturas extremas se protegerá la superficie del macizo, durante 48 horas como mínimo y mediante los medios apropiados, de forma que el hormigón (durante la fase de curado) no sufra un exceso de evaporación ni una congelación de su capa superficial.
- Se limpiará el terreno de los restos de hormigón y de los materiales utilizados para la construcción de las cimentaciones.

### 5.3.9 **Tendido de conductores**

El Director de obra exigirá que el tendido sobre apoyos o posteletes se realice con un equipo completo (cabrestante, freno, cable piloto, etc) para controlar, en todo momento, la tensión mecánica del haz de conductores.

### **Medios**

- Las herramientas o útiles que se empleen para los conductores no producirán daño al aislamientos de los mismos ni a las conexiones.
- Las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, cuyas dimensiones, en anchura y profundidad de garganta, serán superiores vez y media a las del diámetro del haz de cables.

### **Inicios de obra**

El constructor realizará un estudio previo de la instalación de los conductores que contemplará las secuencias de los trabajos y los criterios de ejecución. De todo ello se informará al Director de obra, el cual, convenientemente, aprobará o modificará dicho estudio y que se habrá realizado con las siguientes bases:

- Los apoyos estarán arriestrados firmemente y en especial los de ángulo y fin de línea.
- El inicio del tendido sobre apoyos se realizará después de transcurridos 8 días desde la finalización del hormigonado. Este tiempo podrá reducirse a 4 días para los apoyos anclados al terreno por pernos.

Las bobinas tendrán un grado de aprovechamiento óptimo y los empalmes se ejecutarán conforme a lo especificado en la identificación 21.2.

- Las operaciones de desenrollado, tirado y colocación del haz sobre los armados o soportes se ejecutarán con el mayor cuidado, evitando dañar el aislamiento de los conductores, así como torsiones, aplastamientos o rozaduras.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

El haz de cables, durante la salida del tambor de la bobina, será observado constantemente, vigilando que el estado del mismo sea perfecto y que el ángulo de salida sea el adecuado.

- La tensión mecánica del neutro fiador o haz de acometidas se controlará constantemente, impidiendo que sobrepase el máximo tense mecánico establecido en el proyecto.
- Existirá una coordinación, visual o por radio, entre los operarios que manejen la bobina y los que tienden el conductor, de forma que exista un control constante y permanente de la operación del tendido.

## **Protecciones**

- Los obstáculos que dificulten el tendido se protegerán convenientemente para que los conductores no rocen con ellos.
- En todos los cruzamientos, especialmente en carreteras, líneas telefónicas, telecomunicación y líneas eléctricas superiores a 1 kV, se dispondrán protecciones de madera, pórticos, redes, etc., de forma que el conductor y los operarios que efectúan el tendido se encuentren a las distancias reglamentarias. En vías públicas se instalarán, además, las señales de tráfico reglamentarias.

## **Instalación tensada (sobre apoyos, posteletes o cruce de calles)**

- Se regulará la tensión mecánica prescrita en el proyecto, comprobando que la flecha es la correspondiente al vano y a la temperatura en el momento del tendido. Asimismo se comprobará que el haz de conductores quede situado a las distancias reglamentarias, tanto del suelo como de los servicios cruzados.
- Antes de proceder al amarre se comprobará que el neutro fiador no está sometido a torsión y que el haz de conductores conforma un paso de cableado uniforme y homogéneo en todo su recorrido.
- Finalizado el tendido se procederá al amarre del neutro fiador (cables de red) o haz de acometidas, instalando las abrazaderas que eviten el destrenzado del haz, según conjuntos constructivos.

## **Acabado**

- Los daños producidos al aislamiento de los conductores o a cualquier otro elemento aislante componente de la instalación podrá regenerarse, a juicio del Director de obra, por medio de manguitos termorretráctiles, cintas autovulcanizables u otros materiales refrendados por normas NI. Asimismo, toda parte de línea, que en su recorrido sea susceptible de entrada de agua en el conductor, se recubrirá con el aislamiento apropiado, procurando conseguir una buena estanqueidad frente al agua.
- Los finales de los conductores que no queden conexiados a sus respectivas CGP y los finales de las bobinas (destinadas a su recuperación), se protegerán con los mismos capuchones termorretráctiles utilizados para red subterránea.

### 5.3.10 Conexiones y empalmes

En ningún caso se necesitará regenerar el aislamiento de los conductores, salvo que en la operación de desnudar el aislamiento y una vez efectuada la conexión o empalme, se deje el conductor al descubierto.

#### **Confección de conexiones**

- La ejecución de los terminales se realizará, previo desnudado del aislamiento, por compresión y con las matrices especificadas en las respectivas normas NI, según tabla 1 del Anexo 1. Las derivaciones por cuña a presión requerirán de una herramienta especial y de un cartucho impulsor, según norma NI 58.21.01, estando protegidas las conexiones por una cubierta aislante.

Las derivaciones por perforación del aislamiento se efectuarán con una llave aislante, asegurando la conexión eléctrica cuando al apretar el tornillo éste rompa su cabeza fusible.

#### **Confección de empalmes**

- La ejecución de los empalmes se realizará, previo desnudado del aislamiento, por compresión y con las matrices especificadas en la norma NI 58.14.01 de manguitos preaislados.

### 5.3.11 Desmontajes

El Director de obra especificará los materiales que pueden ser recuperados o bien que deben ser destinados para chatarra, en función de su estado de conservación y aptitud para su posterior utilización. Asimismo, el Director de obra inspeccionará el estado del material, aceptando o rechazando el mismo, antes de su entrada en almacén.

Los apoyos, antes de ser apeados los materiales, se arriostrarán convenientemente.

#### **Materiales para recuperación**

- Se observarán todas las instrucciones especificadas en este Anexo 2, realizando las operaciones inversas a las de ejecución y finalizando con el depósito de los materiales en el almacén indicado por Iberdrola.
- Los conductores se rebobinarán en bobinas normalizadas y se situarán en el tambor por capas uniformes, sin producir tensiones mecánicas excesivas en los conductores.
- Los apoyos empotrados en macizos monobloque de hormigón se serrarán al nivel del macizo, efectuándose, además, la demolición de la peana y la extracción de 50 cm de profundidad del macizo.
- Los apoyos anclados al terreno por pernos se desmontarán mediante la demolición previa de la peana, evitando dañar la placa base que también será recuperada (ver identificación 13).

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- Para los postes de madera retacados se abrirá un hueco en el terreno que permita la extracción del poste o bien se serrará por la base, según el criterio del Director de obra.
- Los apoyos metálicos (chapa o presilla) se desarmarán por piezas completas o por tramos; clasificándolos por fabricante, esfuerzo útil y composición de altura.

## **Materiales para chatarra**

- Durante este desmontaje se tomarán toda clase de precauciones para no dañar al resto de materiales que han sido considerados de recuperación.
- Los conductores se rebobinarán en bobinas desusadas o en rollos.
- Los apoyos compuestos por tramos se despiezarán formando paquetes; el resto de materiales se dispondrá en cajas. Todo ello se realizará con las instrucciones del Director de obra, el cual indicará el lugar en que se depositará la chatarra.

## **Limpieza del terreno**

- El terreno quedará limpio de los escombros producidos por la demolición de los cimientos.
- Se recogerán todos los pequeños materiales (retales de cables, tornillos, etc.) desprendidos durante la operación de desmontaje.

## **5.4 Instalación de enlace**

### **5.4.1 Caja General de Protección**

Las CGP o CPM se colocarán lo más próxima posible a la red de distribución, y en terreno propiedad del cliente, tal como se indica en el Capítulo I de las Normas Particulares (MT-NEDIS 2.03.20).

El hueco necesario para alojar las CGP estará acondicionado interiormente con sus parámetros enlucidos y sus dimensiones serán las indicadas en los planos. Irá dotado de una puerta con candado o cerradura normalizada por Iberdrola.

La entrada de los cables se realizará a través de tubos termoplásticos, salvo los tubos de entrada a los huecos del apartado anterior, que atraviesen sitios accesibles, tales como aristas inferiores de sótanos o garajes, en cuyo caso serán de acero con suficiente rigidez mecánica, para evitar su aplastamiento.

La CGP estará sujeta mediante pernos roscados a tacos antigiratorios anclados a la pared, de forma que su sujeción sea firme y segura.

La CPM que alimente a dos clientes situados en parcelas colindantes, se colocará en la medianería entre ambas, de forma que las derivaciones individuales a cada uno de ellos discurra por su propiedad.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Las dimensiones de las fundaciones para las CPM serán las indicadas en los planos del proyecto, respetándose las cotas de empotramiento en el terreno de la fundación y la altura sobre las aceras de los armarios, según sean éstos de medida o de seccionamiento y medida.

Las fundaciones de las CPM podrán ser de hormigón pre-fabricado o de ladrillo macizo.

Estarán dotadas de casquillos metálicos apropiados, a los que atornillarán los pernos de anclaje de los armarios asegurando su sujeción firme.

Las CPM quedarán, una vez instaladas, alineadas con los cerramientos de las parcelas o con las fachadas de las edificaciones.

Las fundaciones se montarán de forma que, una vez instalados sobre ellas las cajas, éstas queden perfectamente aplomadas.

Los cables de la acometida estarán señalizados con los colores indicados en la identificación 20.2. Las cintas de identificación se colocarán de forma que no oculten la zona de conexión al borne correspondiente de la CGP o CPM. Su situación en la CGP será (mirando la caja de frente) a la izquierda, el conductor neutro de color gris y a continuación las fases verde, amarillo y marrón.

El neutro de todas las cajas se pondrá a tierra, por medio de un cable aislado o desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de Cu conexasiónado a una pica bimetálica, por medio de una pieza de conexión y sellado con cinta antihumedad.

## 5.4.2 Línea General de Alimentación

El trazado de las líneas generales de alimentación serán lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común. Se evitara las curvas, los cambios de dirección y la influencia térmica de otras canalizaciones (gas, agua) del edificio.

Las uniones de los tubos serán rígidos, aislantes, autoextinguibles y no propagadores de la llama, de categoría de inflamabilidad FV1, según UNE 53-315.1.

Los tubos tendrán un grado de resistencia al choque no inferior de 7.

Los cables y sistemas de conducción de cables deberán instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

## 5.4.3 Centralización de Contadores

Los módulos de contadores serán de URIARTE homologados por la compañía distribuidora.

Cuando el número de contadores sea igual o inferior a 16, no será necesario disponer de un local. Los contadores serán ubicados en armarios u hornacinas, convenientemente ventilados y provistos de puertas y cerraduras normalizadas por la

Compañía. Las dimensiones interiores de los mismos permitirán alojar con amplitud los equipos de medida. Estas son algunas de las características:

### **Distancias**

En todos los casos, el cuadrante de lectura del contador, situado en la posición más alta, no sobrepasara la altura de 1,80 m respecto al suelo.

Los fusibles de protección de las derivaciones individuales estarán dispuestos a una altura mínima del suelo de 0,30 m.

### **Bornes**

Para la conexión de las derivaciones individuales a cada aparato de medida llevaran bornes fijos provistos de topes en ambos laterales.

### **Tornillos**

Los tornillos serán de latón e imperdibles y se suministrarán en número de tres por contador, instalados en las correspondientes ranuras.

### **Marcas**

En el interior del módulo que contenga la unidad funcional del embarrado general, se marcará de forma indeleble, como mínimo, lo siguiente:

- Tensión asignada e intensidad del embarrado general: 400V/250V.
- Fabricante.
- Taller de montaje autorizado por el fabricante y reconocido por UNESA.
- Fecha de montaje, indicando el mes y el año.
- Marca de calidad de UNESA.

Cada cuadro modular llevara una placa de señalización de riesgo eléctrico especificado en la norma NI 29. 00. 00.

Todas las tapas de materia plástica llevaran grabadas la marca del fabricante y las siglas UV, como indicación de protección contra los rayos ultravioleta. Junto al borne de puesta a tierra, grabado sobre el propio embarrado.

#### 5.4.4 Derivaciones individuales

Los tubos y canales protectoras tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%. En las mencionadas condiciones de instalación, los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm. Cuando por coincidencia del trazado, se produzca una agrupación de dos o más derivaciones individuales, estas podrán ser

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta, asegurándose así la separación necesaria entre derivaciones individuales.

En cualquier caso, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas, o embutidas, de manera que no puedan separarse los extremos.

En el caso de edificios destinados principalmente a viviendas, en edificios comerciales, de oficinas, o destinados a una concentración de industrias, las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o en caso contrario quedar determinadas sus servidumbres correspondientes.

Las derivaciones individuales discurrirán verticalmente y se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego RF 120, preparado única y exclusivamente para este fin, que podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos conforme a lo establecido en la NBE-CPI-96 careciendo de curvas, cambios de dirección, cerrado convenientemente y precintable. En estos casos y para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrá como mínimo cada tres plantas, de tapas de registro precintables de las dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección y de instalación y sus características vendrán definidas por la NBE-CPI-96. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30.

El número de conductores vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente (viviendas, usos generales), llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de protección. Además, cada derivación individual incluirá el hilo de mando para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas. No se admitirá el empleo de conductor neutro común ni de conductor de protección común para distintos suministros.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

Los conductores a utilizar serán de cobre, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT-19.

En los cables conductores el aislamiento será de tensión asignada 0,6/1 kV y serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 parte 4 o 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm<sup>2</sup> para el hilo de mando, que será de color rojo.

#### 5.4.5 Instalación de canalizaciones

Conforme a la ITC-BT-20, en caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas no se situaran por debajo de otras canalizaciones, que pueden dar lugar a condensaciones.

Las canalizaciones se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

#### 5.4.6 Instalación de tubos

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrá en cuenta las prescripciones generales indicadas en la ITC-BT-21:

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originaran reducciones de sección inadmisibles.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ellos los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama (en ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores).

Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra y no podrán utilizarse como conductores de protección o de neutro.

A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas, las canalizaciones se protegerán utilizando métodos eficaces tales como pantallas de protección calorífuga.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta las recomendaciones de las tablas 3 y 4 de la ITC-BT-20 además de las preinscripciones siguientes indicadas en la ITC-BT-21:



## INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen, y sus dimensiones serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, pudiéndose reducir esta capa en los ángulos a 0,5 cm.

No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores

Para la propia planta, únicamente podrán instalarse entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón de 1 cm de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

En los cambios de direcciones, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o “T” apropiados.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedaran accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm como máximo de suelo y techo y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 cm.

### 5.4.7 Instalación del cuadro de distribución e ICP

Los cuadros de distribución se ejecutaran según lo dispuesto en la ITC-BT-17 y constaran como mínimo de los siguientes aparatos:

Interruptor de control de potencia (ICP): es un interruptor cuya colocación es potestativa de la compañía suministradora. Determinará la potencia contratada en la instalación que podrá ser inferior a la potencia instalada.

Interruptor automático general (IGA): se instalara un interruptor de corte omnipolar independiente del ICP y de calibre superior o igual a 25 A. el calibre de este dispositivo determinara la potencia instalada máxima admisible de la instalación. El poder de corte de este dispositivo será como mínimo de 4500 A.

Interruptor diferencial (ID): se instalarán unos interruptores diferenciales de forma que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos frente a intensidades diferenciales residuales de 30 mA como máximo. El calibre del interruptor diferencial será igual o superior al calibre del IGA. Se instalara un diferencial por cada cinco circuitos instalados.

Pequeños interruptores automáticos (PIAS): se instalara un interruptor automático o magnetotérmicos por cada circuito protegiéndolo así de corrientes de cortocircuito y sobrecargas. El poder de corte, como en el caso del IGA, no puede ser menor de 4500 A. En el caso de los interruptores instalados en el cuadro de distribución de la vivienda.

Caja aislante de distribución: los interruptores irán alojados en una caja aislante termoplástica para empotrar, nivel de protección IP40. En el interior se encuentran los carriles DIN donde se superpondrán los interruptores modulares y la regleta de bornes de tierra y neutro.

#### 5.4.8 Instalación de receptores y cableado en interior de vivienda

No se podrán instalar sin consentimiento expreso de la Empresa que suministra la energía, aparatos receptores que produzcan desequilibrios importantes en las distribuciones polifásicas.

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación alimentadora.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedios de un cable apto para usos móviles, que podrá incorporar una clavija de toma de corriente; en cualquier caso, los cables en la entrada al aparato están protegidos contra riesgos de tracción, torsión, etc., por medio de dispositivos adecuados constituidos por materiales aislantes.

#### Luminarias:

En los portales y zonas comunes se instalaran tubos fluorescentes, consiguiendo eficiencia luminosa y también reduciendo el consumo de energía.

## **6. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

El plan de control, tanto de la ejecución como de los materiales utilizados, se preparará en base a los criterios de buena práctica y conforme a las instrucciones, normas, pliegos, etc., de aplicación en cada caso, debiéndose cumplir como mínimo los requisitos expuestos en los siguientes apartados.

El contratista de acuerdo con lo indicado en las Especificaciones Técnicas, o en su defecto en las Normas e Instrucciones de Organismos Oficiales, encargará la realización de ensayos y pruebas a laboratorios homologados.

Mensualmente el contratista entregará los certificados de calidad de todos los materiales utilizados, indicando las unidades de obra a que afecta, al termino de la obra civil se cumplimentará aquella documentación requerida.

### **Replanteos**

Los errores máximos permitidos serán:

- Entre ejes de replanteo y ejes de cimentaciones: 2 mm.
- Entre ejes de cimentaciones y testas de los pernos: 1 mm.
- En nivelación de bases de cimentaciones: 1 mm.
- En nivelación de carreteras y viales: 5 mm.
- En nivelación de explanada: 20 mm.

### **Movimientos de tierras**

Cuando se efectúen movimientos de tierras para explanación de carreteras, viales, etc. Se deberán cumplir los valores de Límite de Atteberg, análisis granulométrico, equivalente de arena, Proctor normal/modificado, CBR de laboratorio, materia orgánica y densidad “in situ”, según especifica en cada caso las correspondientes normas NLT ó UNE.

### **Hormigón**

Para garantizar las condiciones de ejecución de las obras de hormigón exigidas en el Capítulo XIII de la EHE, se realizará un control de ejecución a nivel normal.

De acuerdo a la mencionada Guía:

La comprobación de la resistencia del hormigón se realizará en el laboratorio, mediante la rotura a compresión de probetas sacadas a pie de obra, a la edad de 7 y 28 días, según normas UNE 83300:84, 83301:91, 83303:84 y 83304:84.

La comprobación de su consistencia se realizará a pie de obra, mediante el cono de Abrams, según norma UNE 83313:90.

Por otra parte el contratista especificará al responsable de la planta de hormigonado, las características del hormigón a utilizar, principalmente en lo que respecta a resistencia y consistencia.

### **Piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado**

El fabricante presentará un expediente en el que se recojan las características tales como:

- Calidad del Hormigón.
- Calidad del acero.
- Dimensiones y tolerancias.
- Solicitaciones.
- Precauciones durante su montaje.

### **Armaduras**

- Verificación de la sección equivalente.
- Ensayos y características según Norma UNE 36068:94.
- Comprobación de los valores característicos del material, límite elástico, rotura y alargamiento.
- Verificar que las características de las mallas electrosoldadas de acero para hormigón armado, cumplen con la norma UNE 36092:96.

## **6.1 Recepción provisional**

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso.

Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

Para la recepción y puesta en servicio de la instalación se realizarán las pruebas que se precisen para asegurar su correcto funcionamiento. Se pueden distinguir tres fases, en las cuales se exponen los ejemplos más significativos:

- Medición y comprobaciones
  - Medida de resistencia de la malla de tierra y de las tensiones de paso y contacto.
  - Medida de aislamiento de cables y del aparellaje de MT.
  - Medida de rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores y aislamiento de los bobinados.
  - Polaridad de los TI.
  - Timbrado de cables de control.
- Pruebas locales y P.E.S. de equipos de baja tensión
  - Pruebas funcionales de seccionadores.
  - Pruebas funcionales de interruptores.
  - Pruebas funcionales de transformadores de potencia.

## 6.2 Documento final de obra

A la finalización de los trabajos se confeccionará el plano final de obra que se entregará inmediatamente acabada ésta y en el que figurarán todos los detalles singulares que se hubieran puesto de manifiesto durante la ejecución de la misma, teniendo en cuenta la legislación vigente.

La escala del plano será 1:500 y contendrá la topografía urbanística real con el correspondiente nombre de las calles y plazas y el número de los edificios y/o solares existentes.

En este figurarán las acotaciones precisas para su exacta situación, distancia de fachadas, profundidades, situación de los empalmes, tubulares en seco instalados, tubulares de cruce, etc.

Asimismo constarán los cruzamientos, paralelismos y detalles de interés respecto a otros servicios como conducciones de agua, gas electricidad comunicación y alcantarillado, si los hubiere.

Se adjuntará el protocolo de pruebas realizadas y el resultado de las mismas.

De vital importancia será la anotación puntual de defectos corregidos en situaciones antirreglamentarias halladas durante los trabajos, así como las adoptadas frente a puntos conflictivos que se hayan dado durante el mismo y que pudieran afectar a la normativa vigente de seguridad.

### **6.3 Periodos de garantía**

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

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

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

### **6.4 Recepción definitiva**

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

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

Firmado:  
Carlos Goicoechea Apezteguia  
Ingeniero Industrial

# **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL**

---

## **ÍNDICE: ESTUDIO BASICO SEGURIDAD Y SALUD LABORAL**

1. OBJETO.....	173
2. DEBERES, OBLIGACIONES Y COMPROMISOS DEL EMPRESARIO Y DEL TRABAJADOR .....	174
3. CARACTERISTICAS DE LA OBRA .....	175
3.1 Descripción de la obra y situación.....	175
3.2 Suministro de energía eléctrica.....	175
3.3 Suministro de agua potable.....	175
3.4 Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos.....	175
3.5 Interferencias y servicios afectados .....	175
4. OBRA CIVIL.....	176
4.1 Movimiento de tierras y cimentaciones.....	176
4.2 Estructura .....	176
4.3 Cerramientos.....	178
4.4 Albañilería.....	178
4.5 Montaje .....	179
4.6 Colocación de soportes y embarrados .....	179
4.7 Montaje de aparamenta, transformador y cuadros de B.T.....	179
4.8 Operaciones de puesta en tensión.....	180
5. ASPECTOS GENERALES .....	182
5.1 Protecciones individuales y colectivas .....	182
6. FORMACIÓN.....	185
7. BOTIQUIN DE OBRA .....	186
8. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS .....	187
9. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.....	188
10. NORMATIVA APLICABLE.....	189



## **1. OBJETO**

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

## **2. DEBERES, OBLIGACIONES Y COMPROMISOS DEL EMPRESARIO Y DEL TRABAJADOR**

Según los Art. 14 y 17 e n el capítulo III de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se establecen los siguientes puntos:

- Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo.
- El empresario deberá cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

### **3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA**

#### **3.1 Descripción de la obra y situación**

Las características básicas del proyecto técnico al que se refiere este estudio de Seguridad y salud, son las siguientes:

El objeto del Proyecto es realizar la instalación eléctrica de los bloques de viviendas y a su vez la electrificación, situada en el barrio Nabaz en el término municipal de Lesaka. Para ello se pretende definir y llevar a cabo toda la instalación eléctrica relacionada con la instalación interior, electrificación CT, CT y las acometidas.

El suministro eléctrico se realiza a partir de una línea de Media Tensión de 20 kV.

#### **3.2 Suministro de energía eléctrica**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

#### **3.3 Suministro de agua potable**

El suministro de agua potable puede realizarse a través de las conducciones habituales, así que no se dispondrá de ningún medio excepcional para su transporte.

#### **3.4 Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos**

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

#### **3.5 Interferencias y servicios afectados**

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

#### **4. OBRA CIVIL**

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

##### **4.1 Movimiento de tierras y cimentaciones**

###### **a) Riesgos más frecuentes**

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

###### **b) Medidas de preventivas**

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

##### **4.2 Estructura**

###### **a) Riesgos más frecuentes**

## INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuciiones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

### b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### 4.3 Cerramientos

#### a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

#### b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### 4.4 Albañilería

#### a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

#### b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

#### **4.5 Montaje**

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

#### **4.6 Colocación de soportes y embarrados**

##### a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

##### b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

#### **4.7 Montaje de aparamenta, transformador y cuadros de B.T.**

##### a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamiento contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

##### b) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.

- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
  - Cables, poleas y tambores
  - Mandos y sistemas de parada.
  - Limitadores de carga y finales de carrera.
  - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

#### **4.8 Operaciones de puesta en tensión**

##### **a) Riesgos más frecuentes**

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

##### **b) Medidas de prevención**

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

## 5. ASPECTOS GENERALES

### 5.1 Protecciones individuales y colectivas

#### 5.1.1 Señalización general

- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Obligatorio uso de casco, cinturón de seguridad, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendio y explosiones.
- Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria.
- Entrada y salida de vehículos.
- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Cinta de balizamiento.
- Disco de aviso de obra, limitación de velocidad, etc.
- Vallas de limitación y protección.
- Barandillas.
- Balizamiento luminoso.

#### 5.1.2 Instalaciones eléctricas en Alta Tensión

##### **Medidas de protección personal obligatorias:**

- Ropa de trabajo
- Casco para Alta Tensión clase E-AT.
- Pértiga para Alta Tensión.
- Banqueta aislante de maniobra exterior para Alta Tensión.
- Botas de seguridad, clase III.
- Guantes aislantes de la electricidad.
- Cinturón de seguridad clase A tipo II para trabajos a nivel superior al suelo.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- Banqueta de maniobra.
- Alfombra aislante.
- Comprobadores de tensión.

## **Medidas de protección personal recomendables:**

- Se esmerará el orden y limpieza de la obra para evitar los riesgos por pisadas o tropezones.
- La iluminación en los tajos no será inferior a 100 lux medidos a 2 m del suelo.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando “portalámparas estancos con mango aislante” y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- Se prohíbe la utilización de escaleras de mano o andamios de borriquetas en lugares con riesgo de caída desde altura, en los trabajos de manipulación de la electricidad, si antes no se han tomado las protecciones de seguridad adecuadas.
- Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores, estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.
- Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos.
- Conductor de protección y pica o placa de puesta a tierra.
- Interruptores diferenciales de 30 mA. de sensibilidad para alumbrado y de 300 mA para fuerza.
- Iluminación de emergencia.
- Pórticos de protección de las líneas eléctricas.
- Detector de tormentas.
- Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala, de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, y que los operarios se encuentran vestidos con prendas de protección personal. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar orden de entrada en servicio.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios.

## INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados.

La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

## **6. FORMACIÓN**

En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador.

En su aplicación, todos los operarios recibirán, al ingresar en la obra o con anterioridad, una exposición detallada de los métodos de trabajo y los riesgos que pudieran entrañar, juntamente con las medidas de prevención y protección que deberán emplear. Los trabajadores serán ampliamente informados de las medidas de seguridad personales y colectivas que deben establecerse en el trabajo que desempeñen, repitiéndose esta información cada vez que se cambie de tarea.

El contratista facilitará una copia del plan de seguridad y salud a todas las subcontratas y trabajadores autónomos integrantes de la obra, así como a los representantes de los trabajadores.

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberán emplear.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

## **7. BOTIQUIN DE OBRA**

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

## **8. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS**

Se deberá informar al personal de la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios Propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc. para garantizar un rápido y adecuado transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.

### **Lugar de centro de asistencia más próximo**

1. Teléfono de emergencias: 112
2. Centros asistenciales más próximos

Consultorio Médico de LESAKA

CALLE ANTOIU s/n, PLANTA BAJA

31770 - LESAKA (NAVARRA) teléfono 948 452265

### **Reconocimiento médico:**

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad en los casos que la misma no provenga de la red de abastecimiento de la población.

## **9. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS**

Se señalarán de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que en cada caso requiera.

Se señalarán los accesos naturales de la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

Igualmente se pondrán todos los medios necesarios para garantizar la seguridad del tránsito peatonal y rodado en las zonas de obra. Para ello será obligatorio que las zanjas se encuentren perfectamente señalizadas, en especial en horas fuera de trabajo, así como disponer antes del inicio de la obra de un acopio suficiente de tableros y chapones con que cubrir las zanjas para permitir el paso peatonal y de vehículos.

En la zona de la carretera será obligatorio disponer de señalización luminosa nocturna así como la señalización preceptiva de la aproximación a la obra.



## **10. NORMATIVA APLICABLE**

### **Normas oficiales**

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 3275/1982. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1627/1997 relativo a las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

Firmado:  
Carlos Goicoechea Apezteguia  
Ingeniero Industrial

## **PRESUPUESTO**

---

## **ÍNDICE: PRESUPUESTO**

1. RED DE MEDIA TENSION .....	193
2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEGRADO .....	194
3. RED AÉREA DE BAJA TENSIÓN .....	195
4. RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN .....	196
5. INSTALACIÓN DE ENLACE.....	198
6. INSTALACIÓN INTERIOR .....	200
7. RESUMEN PRESUPUESTO .....	204

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

**1. RED DE MEDIA TENSION**

<b>CAPÍTULO 1: LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN</b>					
<b>Código</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Importe</b>
<b>1.1 OBRA CIVIL</b>					
1.1.1	m	Canalización entubada 2T de 160 mm diámetro con multiducto MTT en calzada. Incluye rotura de loseta y hormigón, excavación, retirada de tierras, tubos de 160 mm, placa de protección.	8	61,55	492,40
1.1.2	m <sup>3</sup>	Relleno de hormigón H125.	4	85,00	340,00
1.1.3	m <sup>3</sup>	Asiento de tubos con arena.	4	26,95	107,80
1.1.4	m <sup>3</sup>	Reposición de asfalto.	2	58,00	116,00
1.1.5	Ud	Marco/tapa fundición M2+T2.	2	153,44	306,88
<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>					<b>1.363,08 €</b>
<b>1.2 EQUIPO MT</b>					
1.2.1	m	Línea Red de 20 kV. 3x150 mm <sup>2</sup> . Línea de alimentación para Red de Media Tensión formado por conductores de aluminio 3x150 mm <sup>2</sup> de sección con aislamiento seco extruido tipo HEPR. Incluso tendido y transporte.	64	32,30	2.067,20
1.2.2	Ud	Empalme MT. Empalme recto unipolar de 12/20 kV, de cable 150 mm <sup>2</sup> E1S/24/150-240 e instalación empalme.	6	209,94	1.259,64
1.2.3	Ud	Conectores enchufables MT. Conector enchufable 12/20 kV, de cable 150 mm <sup>2</sup> Al e instalación conector.	6	135,00	810,00
1.2.4	m	Cinta señalización. Cinta señalización cables MT y colocación cinta.	8	5,00	40,00
1.2.5	Ud	Medida continuidad y resistencia de pantallas.	1	30,55	30,55
<b>TOTAL EQUIPO MT</b>					<b>4.207,39 €</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 1=</b>					<b>5.570,47 €</b>

**2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEGRADO**

<b>CÁPITULO 2: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEGRADO</b>					
<b>Código</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Importe</b>
<b>2.1 OBRA CIVIL</b>					
2.1.1	Ud	Excavación de un foso de dimensiones 3.000 x 2.200 para alojar el CTIN.	1	180	180
2.1.2	m <sup>3</sup>	Hormigonado.	3	140,72	422,16
2.1.3	m <sup>3</sup>	Relleno de tierra/arena.	0,31	21,46	6,6526
2.1.4	m	Construcción acera perimetral.	10	38,73	387,3
<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>					<b>996,11 €</b>
<b>2.2 EQUIPO DE MT</b>					
2.2.1	Ud	Centro de Transformación Integrado: CTIX-400 kVA . Envolverte metálica, tipo CTIX400 de 2L-1P, de dimensiones generales aproximadas 1410 mm de alto por 1820 mm de largo por 1545 mm de ancho. Incluye todos los elementos interiores (transformador, apartament, cuadro BT, interconexiones...), transporte, montaje y accesorios.	1	29505	29505
2.2.2	Ud	Fusibles cuadro BT, 200 A NH 2.	3	18,23	54,69
2.2.3	Ud	Instalación de sistema de tierras exteriores con anillo rectangular 5 x 5 m mediante 8 picas de 2 metros de longitud y dos picas alineadas de 2 m.	1	110	110
2.2.4	Ud	Instalación del sistema de tierras interiores conectando a los quipos de MT y BT y demás apartament del CTIN.	1	125	125
2.2.5	Ud	Medición de tensiones de paso y contacto.	1	210	210
2.2.6	Ud	Equipo de seguridad y maniobra.	1	225	225
<b>TOTAL EQUIPO MT</b>					<b>30.229,69 €</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 2=</b>					<b>31.225,80 €</b>

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

**3. RED AÉREA DE BAJA TENSIÓN**

<b>CAPITULO 3: LÍNEA AÉREA DE BAJA TENSIÓN</b>					
<b>Código</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Importe</b>
<b>3.1</b>		<b>OBRA CIVIL</b>			
3.1.1	m3	Excavación de tierra y transito	1,53	46,88	71,73
3.1.2	m3	Retirada de tierras a escombrera	1,53	28,25	43,22
<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>					<b>114,95 €</b>
<b>3.2</b>		<b>EQUIPO BT</b>			
3.2.1	Ud	Poste de hormigón HV 630 R11. Transporte, acopio, armado e izado de poste. Completamente instalado.	1	661,48	661,48
3.2.2	Ud	Poste de hormigón HV 630 R13. Transporte, acopio, armado e izado de poste. Completamente instalado.	1	715,00	715,00
3.2.3	m	Cable RZ 0,6/1 kV 3x150 Al/80 ALM. Tendido de cable, conexionado con red subterránea y accesorios. Completamente instalado.	91	78,66	7158,06
3.2.4	Ud	Puesta a tierra línea aérea de baja tensión. Incluso picas bimetálicas, cable y conexionado.	2	44,22	88,44
<b>TOTAL EQUIPO MT</b>					<b>8.622,98 €</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 3=</b>					<b>8.737,93 €</b>

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

**4. RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN**

<b>CAPITULO 4: LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN</b>					
<b>Código</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Cantida d</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Importe</b>
<b>4.1 OBRA CIVIL</b>					
4.1.1	m	Canalización entubada 2 T de 160 mm de diámetro en acera/jardín. Incluye rotura de loseta y hormigón, excavación, retirada de tierras, tubo.	95	53,76	5107,20
4.1.2	m	Canalización entubada 2 T de 160 mm de diámetro en calzada. Incluye rotura de loseta y hormigón, excavación, retirada de tierras, tubo.	7,4	64,85	479,89
4.1.3	m3	Relleno con tierras préstamo zahorras, todo-uno o arena	51	23,00	1173,00
4.1.4	m3	Relleno con hormigón H125.	9	85,00	765,00
4.1.5	Ud	Colocación cinta señalización	109,4	5,00	547,00
4.1.6	Ud	Arqueta tronco piramidal de las siguientes características: Boca de entrada de 700x700 mm, con tapa de hierro fundido fuerte homologada por IBERDROLA.	4	240,00	960,00
<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>					<b>9.032,09 €</b>
<b>4.2 EQUIPO BT</b>					
4.2.1	m	Línea de RV 0,6/1kV 3x150 mm <sup>2</sup> + 1x95 mm <sup>2</sup> Al. Cable XZ1-Al marca General cable modelo Harmohny o similar. Incluye tendido, transporte.	33,5	10,20	341,70
4.2.2	m	Línea de RV 0,6/1kV 3x95 mm <sup>2</sup> + 1x50 mm <sup>2</sup> Al. Cable XZ1-Al marca General cable modelo Harmohny o similar. Incluye tendido, transporte.	13,5	8,30	112,05
4.2.3	m	Línea de RV 0,6/1kV 4x50 mm <sup>2</sup> Al. Cable XZ1-Al marca General cable modelo Harmohny o similar. Incluye tendido, transporte.	62,4	7,60	474,24
4.2.4	Ud	Caja General de Protección CGP-7-100. CGP Uriarte GL-100A-BUC o similar, equipada con bases portafusibles BUC de 100 A. Incluye el montaje, puerta metálica, cerradura norma Iberdrola, pegatina rotulación y los fusibles de cuchillas de 63 A.	3	173,00	519,00



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

4.2.7	Ud	Derivaciones aisladas normalizadas por IBERDROLA para cable derivado 95 a 50 mm2. DPSA-95.	4	25,40	101,60
4.2.8	Ud	Derivaciones aisladas normalizadas por IBERDROLA para cable derivado 150 a 95 mm2. DPSA-150.	4	22,60	90,40
4.2.9	Ud	Terminales aislados Al de 50 mm2. Incluye montajes.	12	11,25	135,00
<b>TOTAL EQUIPO MT</b>					<b>1.773,99 €</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 4=</b>					<b>10806,08€</b>

## 5. INSTALACIÓN DE ENLACE

<b>CAPITULO 5: INSTALACION DE ENLACE</b>					
<b>Código</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Importe</b>
<b>5.1 OBRA CIVIL</b>					
5.1.1	m	Canalización entubada 110 mm de diámetro en acera/jardín. Incluye rotura de loseta y hormigón, excavación, retirada de tierras, tubo de 110 mm de diámetro.	21	41,25	866,25
5.1.2	m	Canalización entubada 75 mm de diámetro en acera/jardín. Incluye rotura de loseta y hormigón, excavación, retirada de tierras, tubo de 75 mm.	24	38,45	922,80
5.1.3	m3	Relleno con tierras préstamo zahorras, todo-uno o arena	36	23,00	828,00
<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>					<b>2.617,05 €</b>
<b>5.2 EQUIPO BT</b>					
5.2.1	m	Conductor de cobre de 3x25 +1x16 mm <sup>2</sup> de sección, tensión nominal 0,6/1kV, con aislamiento XLPE y cubierta no propagadores de incendio y sin emisión de humos ni gases tóxicos y corrosivos, con parte proporcional de terminales y accesorios. Completamente instalado. Marca Exzhellent General Cable o similar.	23	11,40	262,20
5.2.2	m	Conductor de cobre de 4x16 mm <sup>2</sup> de sección, tensión nominal 0,6/1kV, con aislamiento XLPE y cubierta no propagadores de incendio y sin emisión de humos ni gases tóxicos y corrosivos, con parte proporcional de terminales y accesorios. Completamente instalado. Marca Exzhellent General Cable o similar.	30	9,60	288,00
5.2.3	Ud	Centralización de contadores variante A9 normalizado por IBERDROLA. CC marca Uriarte modelo AM-9 o similar. Incluye el interruptor general de maniobra modelo Uriarte IDT-160 A, fusibles para contadores, embarrados generales, bornes de salida y puesta a tierra, así como el cableado interior de conexión y señalización. Completamente instalado.	3	974,69	2924,07

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

5.2.4	m	Conductor de cobre de 2x10+1x10 mm <sup>2</sup> de sección, tensión nominal 450/750 V, con aislamiento y cubierta no propagadores del incendio y sin emisión de humos no gases tóxicos y corrosivos, con parte proporcional de terminales y accesorios. Completamente instalado. Marca Exzhellent XXI de General cable o similar.	72,3	8,75	632,63
5.2.5	m	Conductor de cobre de 2x6+1x6 mm <sup>2</sup> de sección, tensión nominal 450/750 V, con aislamiento y cubierta no propagadores del incendio y sin emisión de humos no gases tóxicos y corrosivos, con parte proporcional de terminales y accesorios. Completamente instalado. Marca Exzhellent XXI de General cable o similar.	176,25	8,05	1418,81
				<b>TOTAL EQUIPO MT</b>	<b>5.525,71 €</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 5= 8.142,76 €</b>					

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

**6. INSTALACIÓN INTERIOR**

<b>CAPITULO 6: INSTALACION INTERIOR</b>					
<b>Código</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Importe</b>
<b>6.1 OBRA CIVIL</b>					
6.1.1	m	Tubo flexible de PVC corrugado, para canalización empotrada en obra (paredes y techos), aislante, no propagador de la llama. Diámetro 16 mm. Completamente instalado.	587	1,20	704,40
6.1.2	m	Tubo flexible de PVC corrugado, para canalización empotrada en obra (paredes y techos), aislante, no propagador de la llama. Diámetro 20 mm. Completamente instalado.	356	1,27	452,12
6.1.3	m	Tubo flexible de PVC corrugado, para canalización empotrada en obra (paredes y techos), aislante, no propagador de la llama. Diámetro 25 mm. Completamente instalado.	311	1,35	419,85
<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>					<b>1.576,37 €</b>
<b>6.2 EQUIPO BT</b>					
6.2.1	Ud	Cuadro de distribución aislantes con alojamiento para ICP precintable, de empotrar. Con protección IP40 IK08 con puerta clase II, caja ICP según norma UNE 20 1003, autoextinguible. Con capacidad para 14 módulos. Con todos sus elementos y accesorios para su conexionado. Completamente instalado. Marca Legrand 401518 o similar.	18	99,99	1799,82
6.2.2	Ud	Cuadro de distribución aislantes para servicios generales de empotrar. Con protección IP40 IK08 con puerta clase II, caja ICP según norma UNE 20 1003, autoextinguible. Con capacidad para 6 módulos. Con todos sus elementos y accesorios para su conexionado. Completamente instalado. Marca Legrand Practibox 6011 10 o similar.	3	36,32	108,96

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

6.1.3	Ud	Interruptor general automático de 2 polos (IGA) de corte omnipolar con accionamiento manual, de 25 A de intensidad máxima de 6 kA de poder de corte. Curva C. Marca Legrand	18	19,17	345,06
6.2.3	Ud	Interruptor general automático de 2 polos (IGA) de corte omnipolar con accionamiento manual, de 6 A de intensidad máxima de 6 kA de poder de corte. Curva C. Marca Legrand.	3	16,52	49,56
6.2.4	Ud	Interruptor automático magnetotérmicos de 2 polos de corte omnipolar con accionamiento manual, de 10 A de intensidad máxima de 6 kA de poder de corte. Curva C. Marca Legrand	18	17,87	321,66
6.1.4	Ud	Interruptor automático magnetotérmicos de 2 polos de corte omnipolar con accionamiento manual, de 16 A de intensidad máxima de 6 kA de poder de corte. Curva C. Marca Legrand	36	18,23	656,28
6.2.5	Ud	Interruptor automático magnetotérmicos de 2 polos de corte omnipolar con accionamiento manual, de 25 A de intensidad máxima de 6 kA de poder de corte. Curva C. Marca Legrand	18	19,17	345,06
6.2.6	Ud	Interruptor automático magnetotérmicos de 2 polos de corte omnipolar con accionamiento manual, de 20 A de intensidad máxima de 6 kA de poder de corte. Curva C. Marca Legrand	18	18,40	331,20
6.1.5	Ud	Interruptor automático magnetotérmicos de 2 polos de corte omnipolar con accionamiento manual, de 3 A de intensidad máxima de 6 kA de poder de corte. Curva C. Marca Legrand	18	12,56	226,08
6.2.7	Ud	Interruptor automático magnetotérmicos de 2 polos de corte omnipolar con accionamiento manual, de 2 A de intensidad máxima de 6 kA de poder de corte. Curva C. Marca Legrand	18	12,25	220,50
6.2.8	Ud	Interruptor diferencial, 2P/25A/30mA, tipo PIA curva C, omnipolar. Inclusive montaje. Marca Legrand.	18	59,39	1069,02
6.1.6	Ud	Interruptor diferencial, 2P/16A/30mA, tipo PIA curva C, omnipolar. Inclusive montaje. Marca Legrand.	3	58,17	174,51

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

6.2.9	m	Cable unipolar H0/7V-k con conductor multifilar de cobre clase 5 (-k) de 1,5 mm 2 de sección, con aislamiento de PVC, siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	450	5,23	2353,50
6.2.10	m	Cable unipolar H0/7V-k con conductor multifilar de cobre clase 5 (-k) de 2,5 mm 2 de sección, con aislamiento de PVC, siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	180	7,40	1332,00
6.1.7	m	Cable unipolar H0/7V-k con conductor multifilar de cobre clase 5 (-k) de 4 mm 2 de sección, con aislamiento de PVC, siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	108	11,70	1263,60
6.2.11	m	Cable unipolar H0/7V-k con conductor multifilar de cobre clase 5 (-k) de 6 mm 2 de sección, con aislamiento de PVC, siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	60	16,55	993,00
6.2.12	Ud	Cajas de empotrar universal.	72	1,02	73,44
6.1.8	Ud	Base de enchufe de 16 A 2P+T, gama básica, con tecla de color blanco y tapa con marco embellecedor de color blanco.	306	10,06	3078,36
6.2.13	Ud	Base de enchufe de 25 A 2P+T, gama básica, con tecla de color blanco y tapa con marco embellecedor de color blanco.	72	10,06	724,32
6.2.14	Ud	Interruptor monopolar, gama básica, con tecla de color blanco y tapa con marco embellecedor blanco.	18	10,69	192,42
6.2.15	Ud	Conmutador, serie básica, con tecla de color blanco y tapa con marco embellecedor de color blanco.	162	13,81	2237,22
6.2.16	Ud	Conmutador de cruce, serie básica, con tecla de color blanco y tapa con marco embellecedor de color blanco.	21	15,20	319,20
6.2.17	Ud	Luminaria de montaje en suspensión de 42 W. Modelo UnicOne campana de philips.	30	190,00	5700,00
6.2.18	Ud	Luminaria de emergencia. Base y reflector fabricado en PC blanco, difusor en policarbonato transparente. Serie Hydra N2 de Daisalux o similar.	24	30,98	743,52
6.2.19	m	Conductor de cobre desnudo de 35 mm2. Anillo de tierra. Incluyendo montaje.	80	5,53	442,40

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN  
DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A CENTRO DE TRANSFORMACION EN LESAKA

6.2.20	Ud	Electrodo de puesta a tierra de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud. Incluyendo montaje.	4	18,00	72,00
6.2.21	Ud	Soldadura aluminotérmica.	10	4,51	45,10
6.2.23	m	Conductor de cobre aislado de 16 mm <sup>2</sup> para conductor de tierra. Incluyendo montaje.	150	8,72	1308,00
6.2.24	m	Conductor de cobre aislado de distintas secciones para conductor de protección. Incluyendo montaje.	607	8,72	5293,04
6.2.25	m	Conductor de cobre de 2,5 mm <sup>2</sup> . Conductor de equipotencialidad.	270	1,65	445,50
<b>TOTAL EQUIPO MT</b>					<b>32.264,33 €</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 6=</b>					<b>33.840,70 €</b>

**7. RESUMEN PRESUPUESTO**

<b>TOTAL CAPITULO 1</b>	<b>5570,47 €</b>
<b>TOTAL CAPITULO 2</b>	<b>31225,80 €</b>
<b>TOTAL CAPITULO 3</b>	<b>8737,93 €</b>
<b>TOTAL CAPITULO 4</b>	<b>10806,08 €</b>
<b>TOTAL CAPITULO 5</b>	<b>8142,76 €</b>
<b>TOTAL CAPITULO 6</b>	<b>33840,70 €</b>
<b><u>TOTAL EJECUCION MATERIAL</u></b>	<b>98323,74 €</b>
13% PEM: Gastos Generales	12782,09 €
6% PEM: Beneficio Industrial	5899,42 €
Suma de GG + BI	18681,51 €
21% de I.V.A PEM	20647,98 €
<b><u>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</u></b>	<b><u>124871,14 €</u></b>
<b><u>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</u></b>	<b><u>124871,14 €</u></b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO VEINTICUATRO MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y UNO con CATORCE EUROS.

Firmado:

Carlos Goicoechea Apezteguia

Ingeniero Industrial



## PLANOS

---

## **ÍNDICE: PLANOS**

Plano nº 1: Plano de Situación.

Plano nº 2: Plano LSMT.

Plano nº 3: Plano CTIN.

Plano nº 4: Plano Tierras CTIN.

Plano nº 5: Plano LABT.

Plano nº 6: Plano LSBT.

Plano nº 7: GGP.

Plano nº 8: Centralización de Contadores.

Plano nº 9, 10 y 11: Esquema Unifilar Instalación de enlace.

Plano nº 12: Esquema Multifilar Instalación de Enlace.

Plano nº 13, 14 y 15: Plano plantas viviendas.

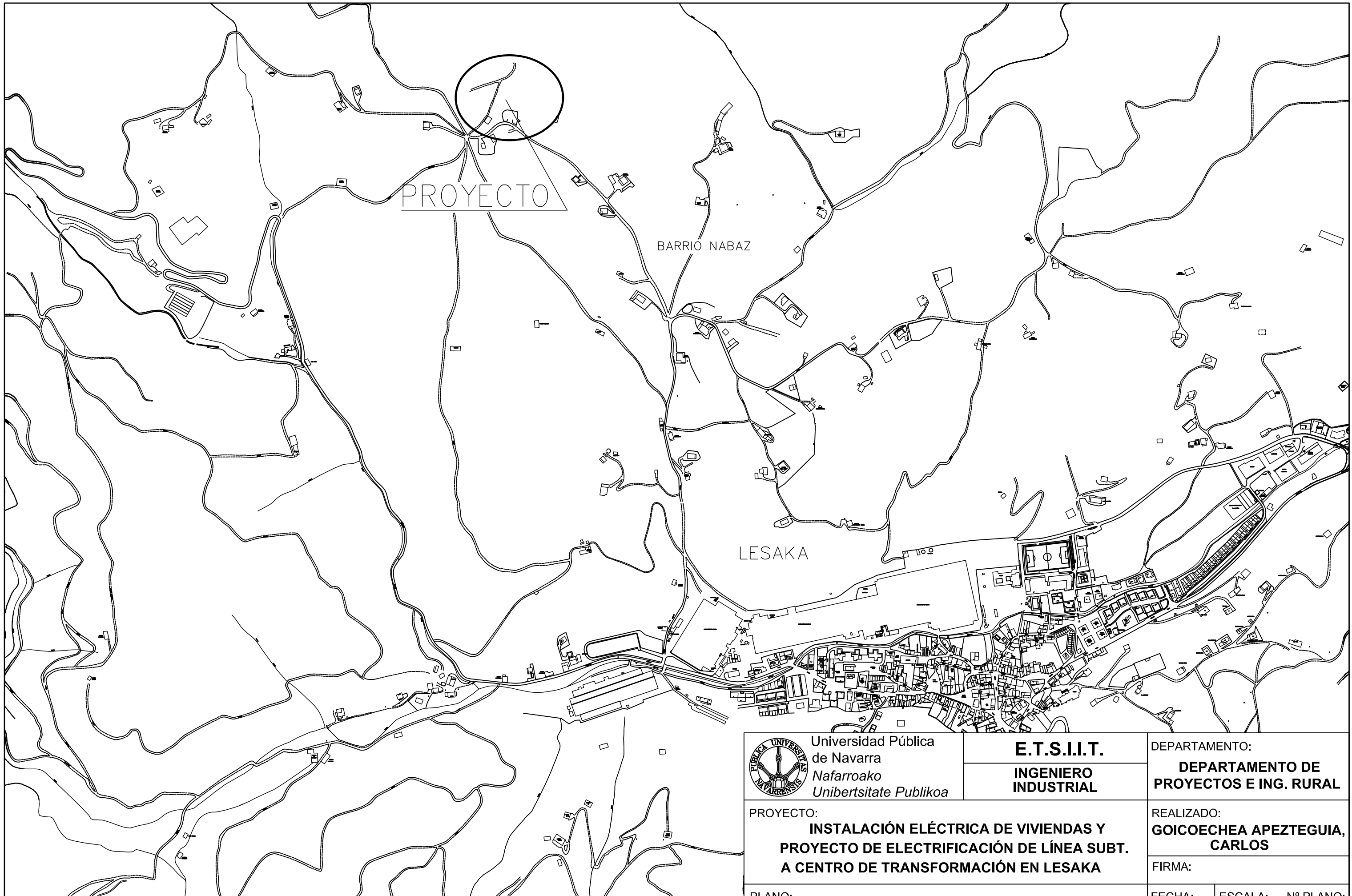
Plano nº 16, 17 y 18: Electricidad planta viviendas.

Plano nº 19, 20 y 21: Esquema unifilar planta viviendas y SG.

Plano nº 22, 23, 24, 25, 26 y 27: Esquema multifilar planta viviendas.

Plano nº 28: Plano tierras viviendas.


Firmado:  
Carlos Goicoechea Apezteguia  
Ingeniero Industrial



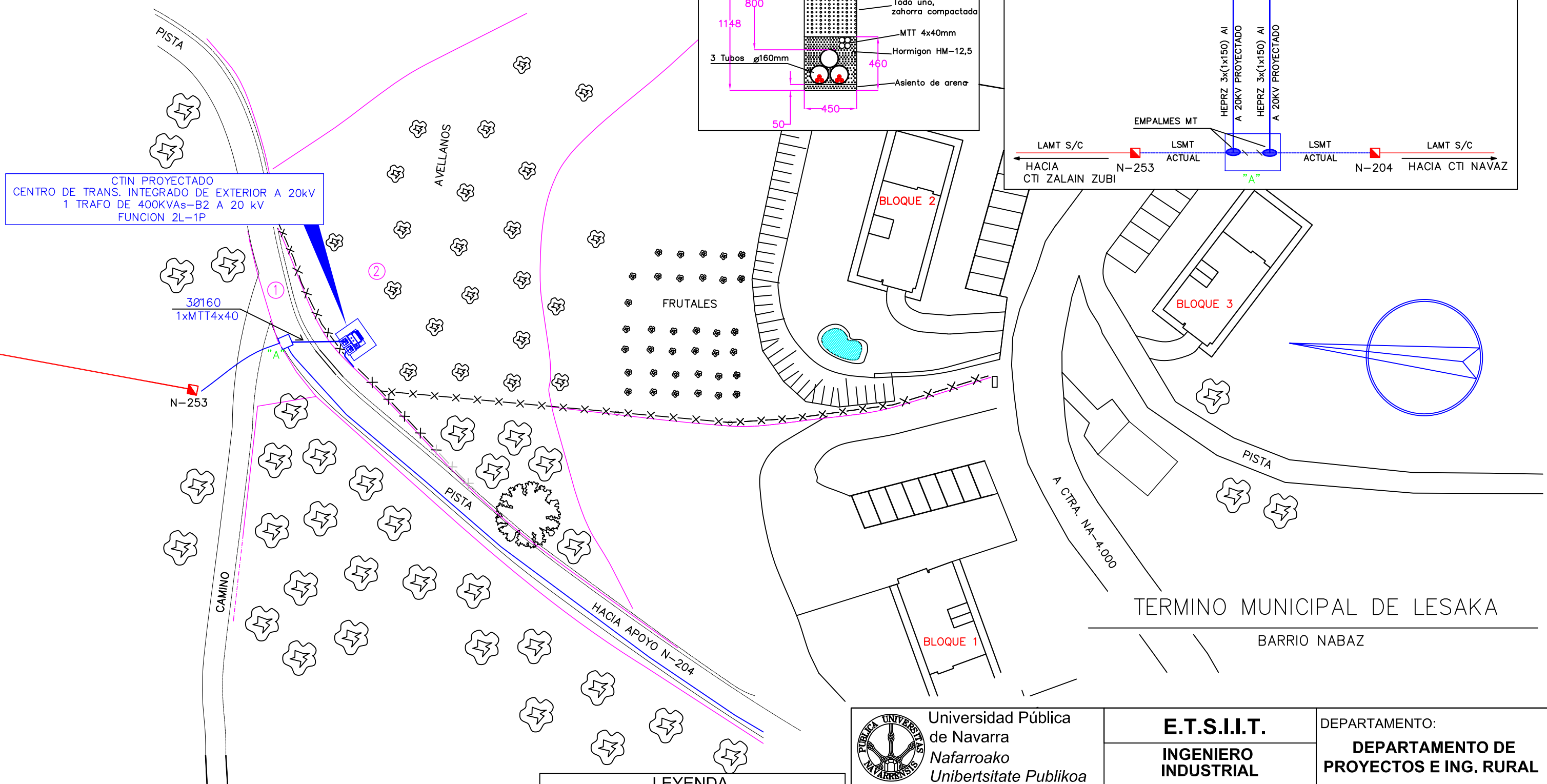
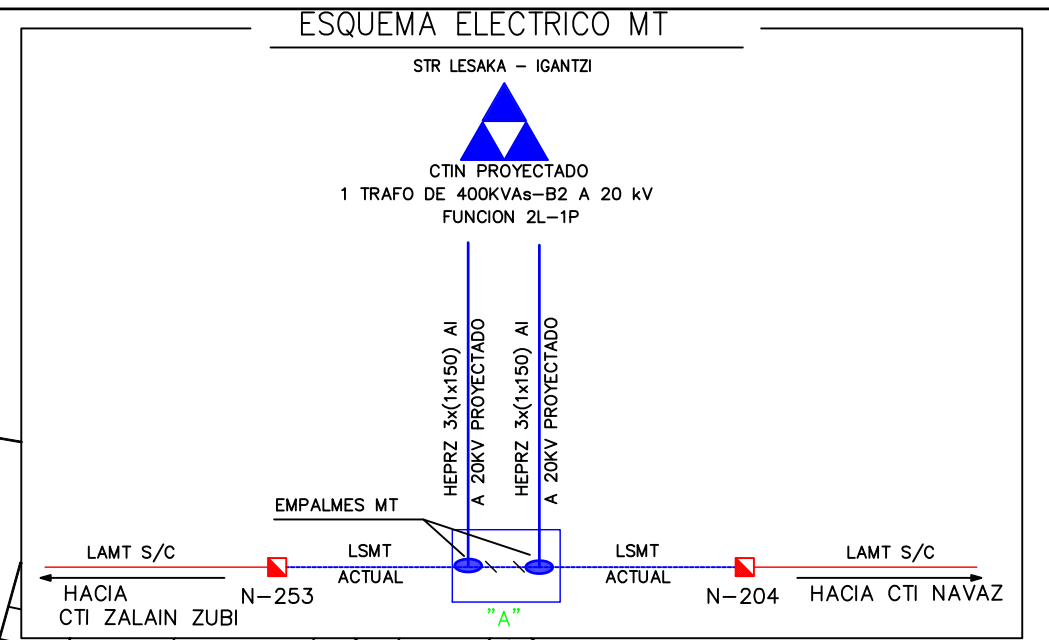
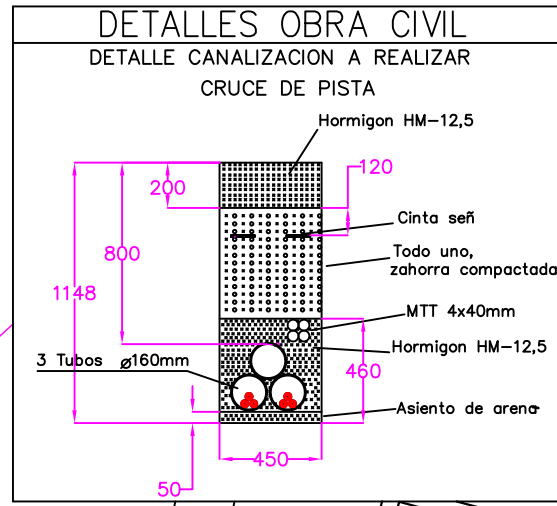
PROYECTO

BARRIO NABAZ

LESAKA

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>		FIRMA:
PLANO:	<b>PLANO SITUACIÓN</b>	FECHA: <b>13/02/14</b> ESCALA: <b>S/E</b> Nº PLANO: <b>1</b>

RELACION DE PROPIETARIOS					SERVIDUMBRE DE PASO SUBTERRANEO				
Nº	PROPIETARIO	DIRECCION	LOCALIDAD	TELF.	POL.	PARC.	SUPERFICIE SUBSUELO (m2)	SUPERFICIE ACCESO A INSTALACION (m2)	OCCUPACION TEMPORAL (m2)
1	AYUNTAMIENTO DE LESAKA	PLAZA ZAHARRA, 1	31.770 LESAKA	948637005	COMUNAL	-	-	-	0
2	RAMON MARIA ZOZAYA LARRALDE	BºNABAZ,30 CASERIO BORDATXO	31.770 LESAKA	609427018	10	222	-	-	0



CTIN PROYECTADO  
CENTRO DE TRANS. INTEGRADO DE EXTERIOR A 20kV  
1 TRAF0 DE 400KVAs-B2 A 20 kV  
FUNCION 2L-1P

3Ø160  
1xMTT4x40

N-253

CAMINO

PISTA

HACIA APOYO N-204

BLOQUE 2

FRUTALES

BLOQUE 3

BLOQUE 1

A CTRA. NA-4.000

TERMINO MUNICIPAL DE LESAKA

BARRIO NABAZ

### LEYENDA

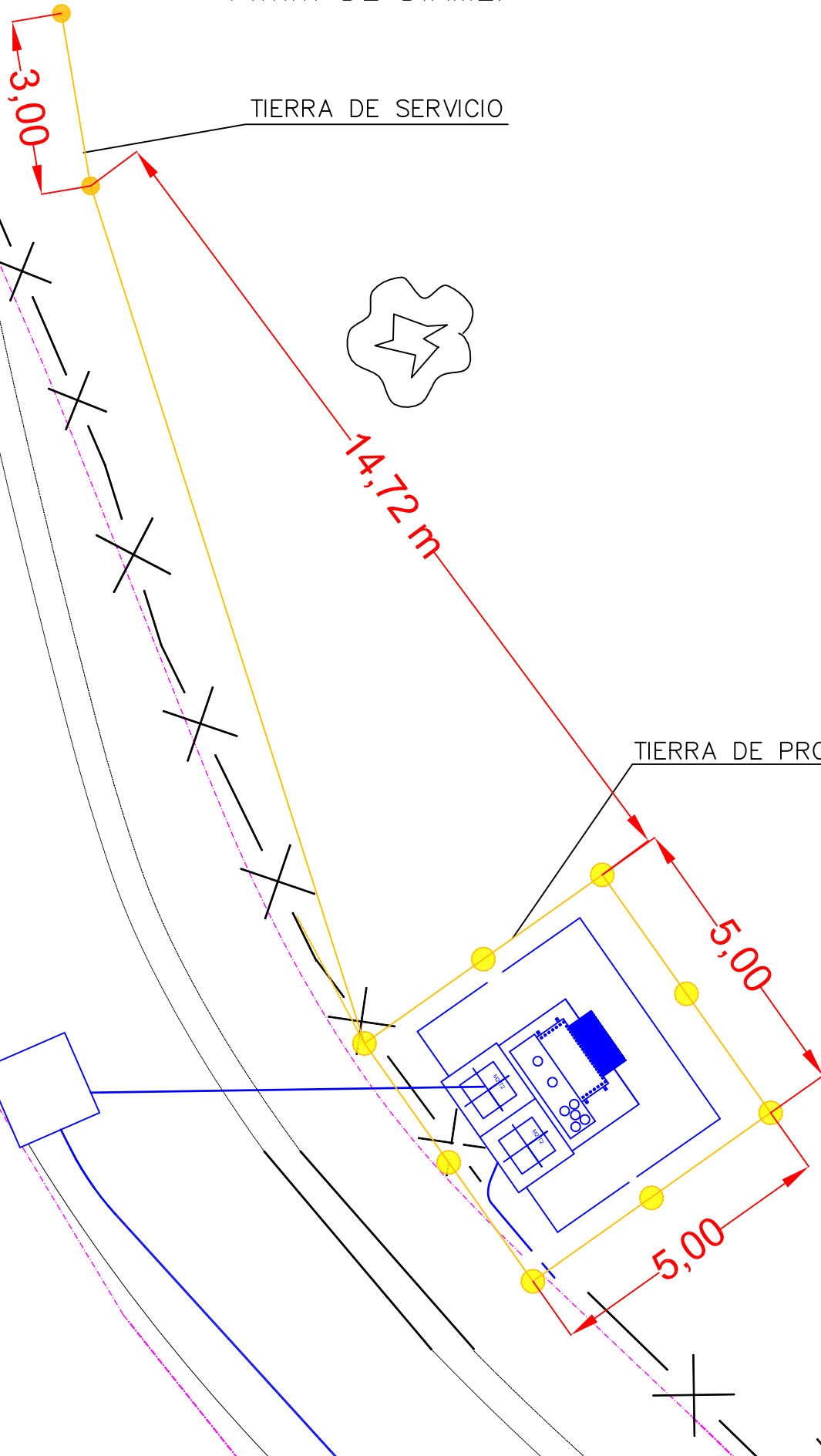
	APOYO CELOSIA EXISTENTE
	LINEA AEREA A MEDIA TENSION EXISTENTE
	LINEA SUBTERRANEA A MEDIA TENSION EXISTENTE
	LINEA SUBTERRANEA A MEDIA TENSION PROYECTADA
	ARQUETA MEDIA TENSION
	LIMITE PROPIEDAD

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>	
PLANO: <b>ELECTRIFICACIÓN DE LSMT A 20 kV EN S/C, PARA SUMINISTROA CTIN A 20 kV</b>	REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>	FIRMA:  FECHA: <b>14/02/14</b>
	ESCALA: <b>1/500</b>	Nº PLANO: <b>2</b>



2 PICAS DE 2m  
14mm DE DIAME.

TIERRA DE SERVICIO



TIERRA DE PROTECCION

8 PICAS DE 4m  
14mm DE DIAME.

TIERRA DE PROTECCION  
BUCLE DE 5x5m COMPUESTO POR 8 PICAS  
DE 4m DE LONGITUD ENTERRADAS A 0,5m DE PROFUNDIDAD  
UNIDAS CON CABLE DE COBRE DESNUDO DE 50mm<sup>2</sup> DE SECCIÓN.

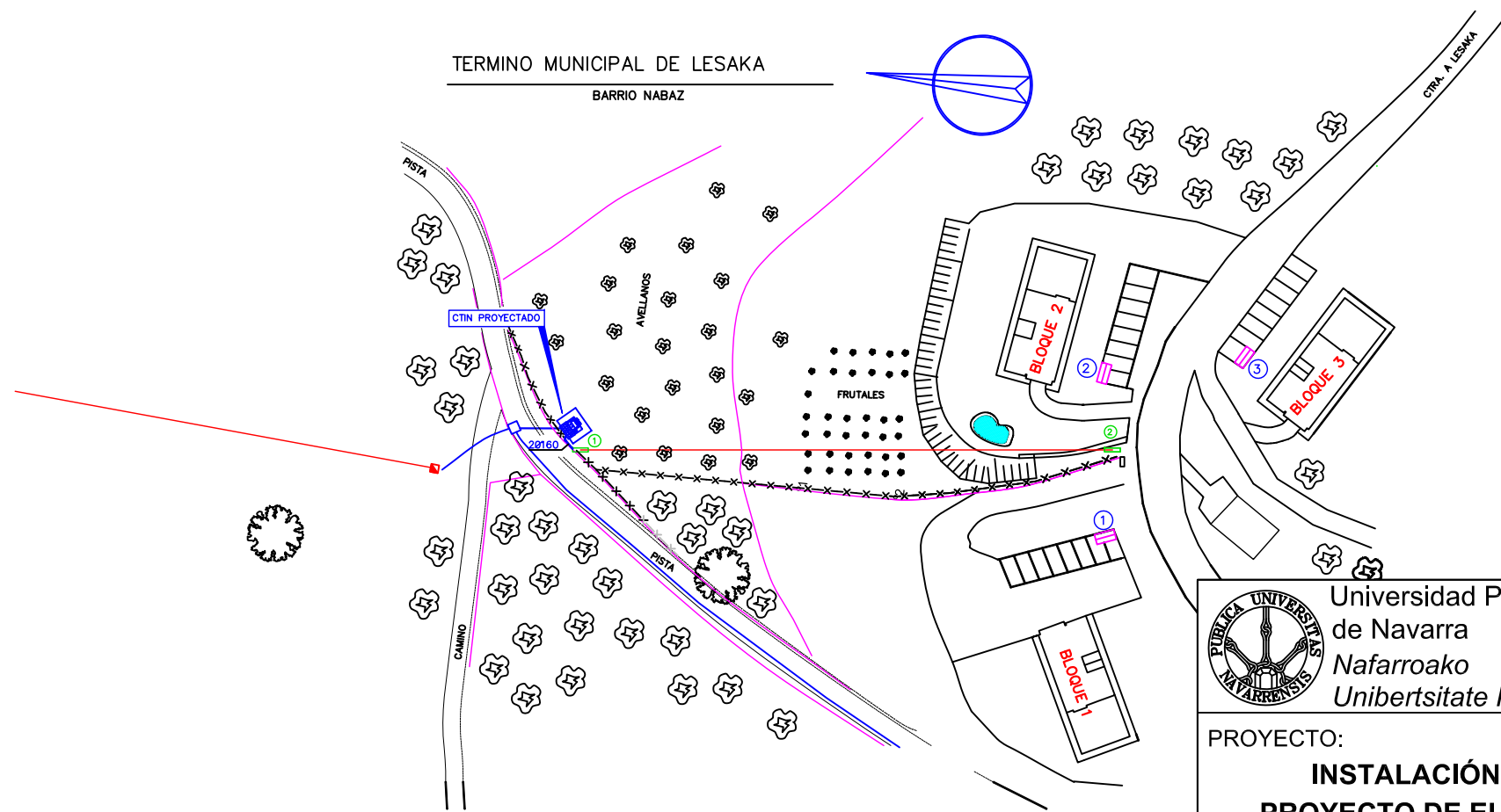
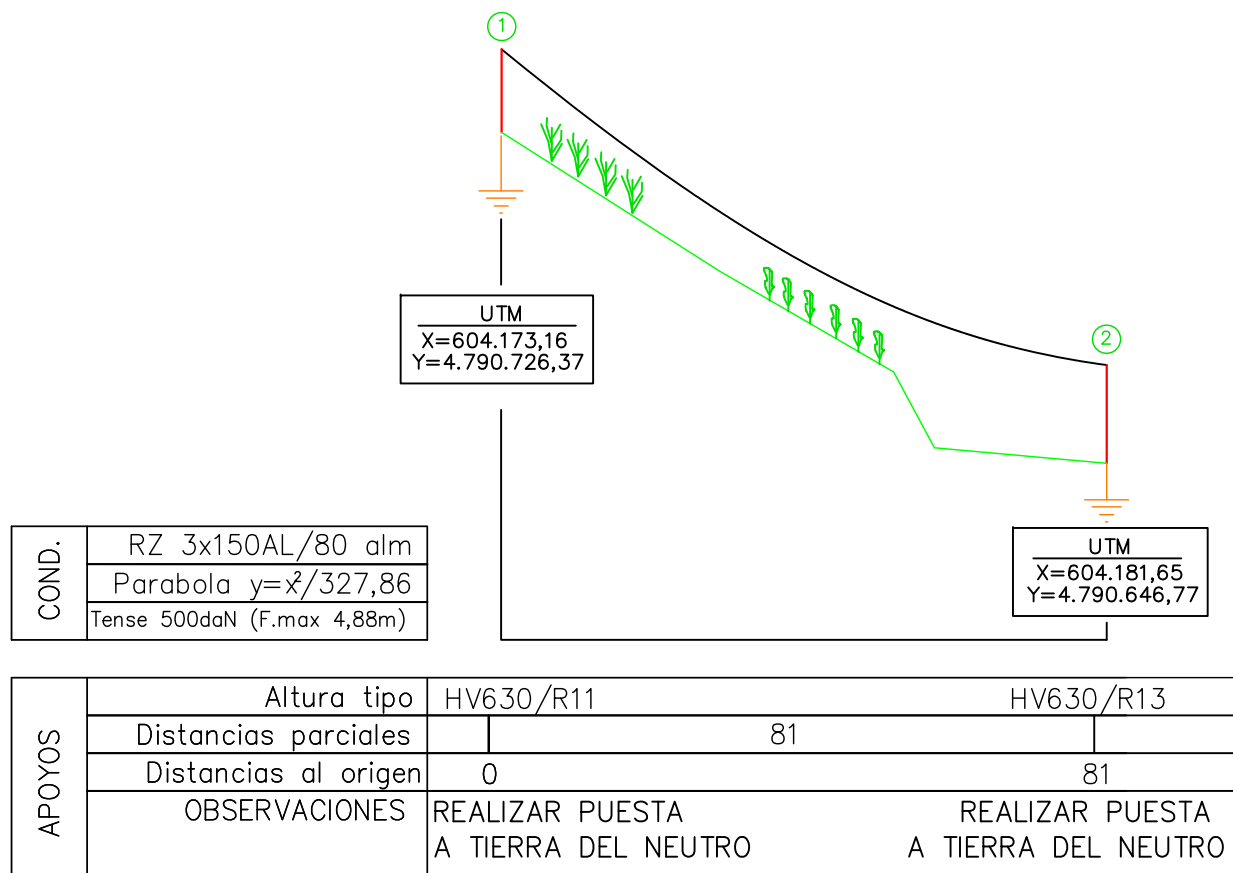
TIERRA DE SERVICIO  
2 PICAS ALINEADAS DE 2m DE LONGITUD, SEPARADAS 3m Y  
ENTERRADAS A 0,5m DE PROFUNDIDAD UNIDAS  
CON CABLE DE COBRE DESNUDO DE 50mm<sup>2</sup> DE SECCION.  
EL ELECTRODO SE SEPARA ELECTRICAMENTE DE LA  
TIERRA DE PROTECCIÓN A UNA DISTANCIA MINIMA  
DE 14,72m UTILIZANDO CABLE DE 1X50mm<sup>2</sup> DE SECCIÓN,  
DE COBRE CUYO AISLAMIENTO ES DE 0.6/1KV

LEYENDA

- PICA DE 14 mm DE DIAMETRO Y 4m DE LONGITUD
- PICA DE 14 mm DE DIAMETRO Y 2m DE LONGITUD
- CABLE DE COBRE DESNUDO DE COBRE DE 50mm<sup>2</sup> DE SECCIÓN
- CABLE DE COBRE DE 50mm<sup>2</sup> DE SECCIÓN AISLAMIENTO DE 0.6/1KV

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO:
	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	<b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>
PLANO: <b>DE DISPOSICION DE TIERRAS CENTRO DE TRANS. INTEGRADO (CTIN) A 20kV</b>		FIRMA:
	FECHA: <b>14/02/14</b>	ESCALA: Nº PLANO: <b>1/100 4</b>

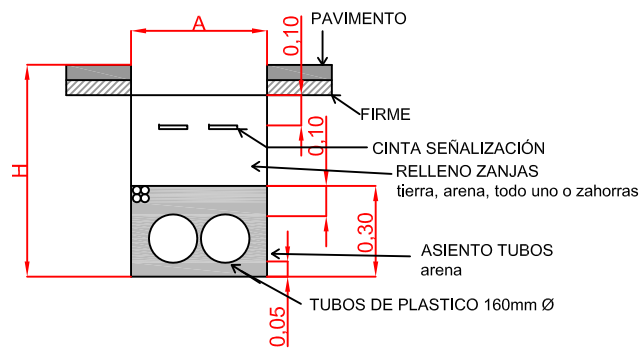




LEYENDA	
	ARQUETA EXISTENTE
	ARQUETA TIPO IBERDROLA
	CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA EXISTENTE
	CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA PROYECTADA
	LIMITE PROPIEDAD
	CAJA DE PROTECCIÓN O CPM
	APOYO HORMIGÓN PROYECTADO
	APOYO CELOSÍA EXISTENTE
	LÍNEA A BAJA TENSIÓN PROYECTADA

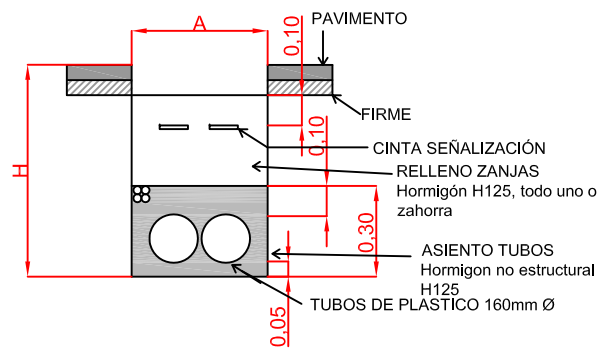
Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>	
PLANO: <b>ELECTRIFICACIÓN LÍNEA AEREA A BT DE ACOMETIDA A VIVIENDAS</b>	REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>	FIRMA:
	FECHA: <b>14/02/14</b>	ESCALA: Nº PLANO: <b>1/1000 5</b>

**DETALLE CANALIZACION A REALIZAR EN JARDÍN O BAJO ACERA**



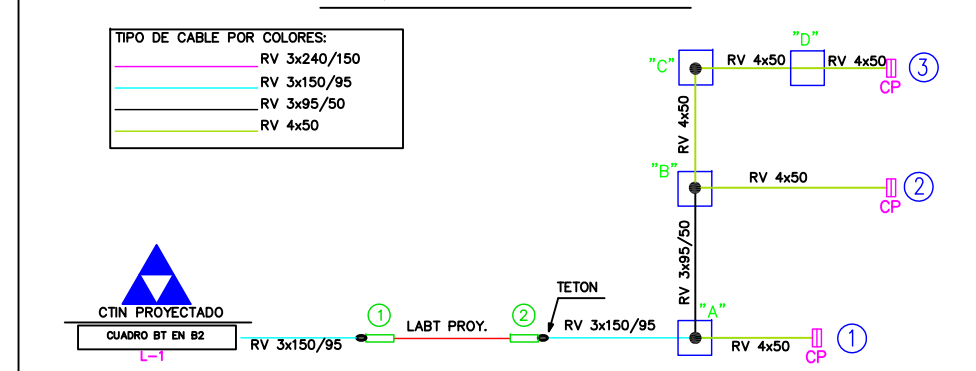
n° tubos	Anchura (A)	Profundidad zanja (H)
2	0,35	0,70

**DETALLE CANALIZACION A REALIZAR CRUCE DE CALZADA**



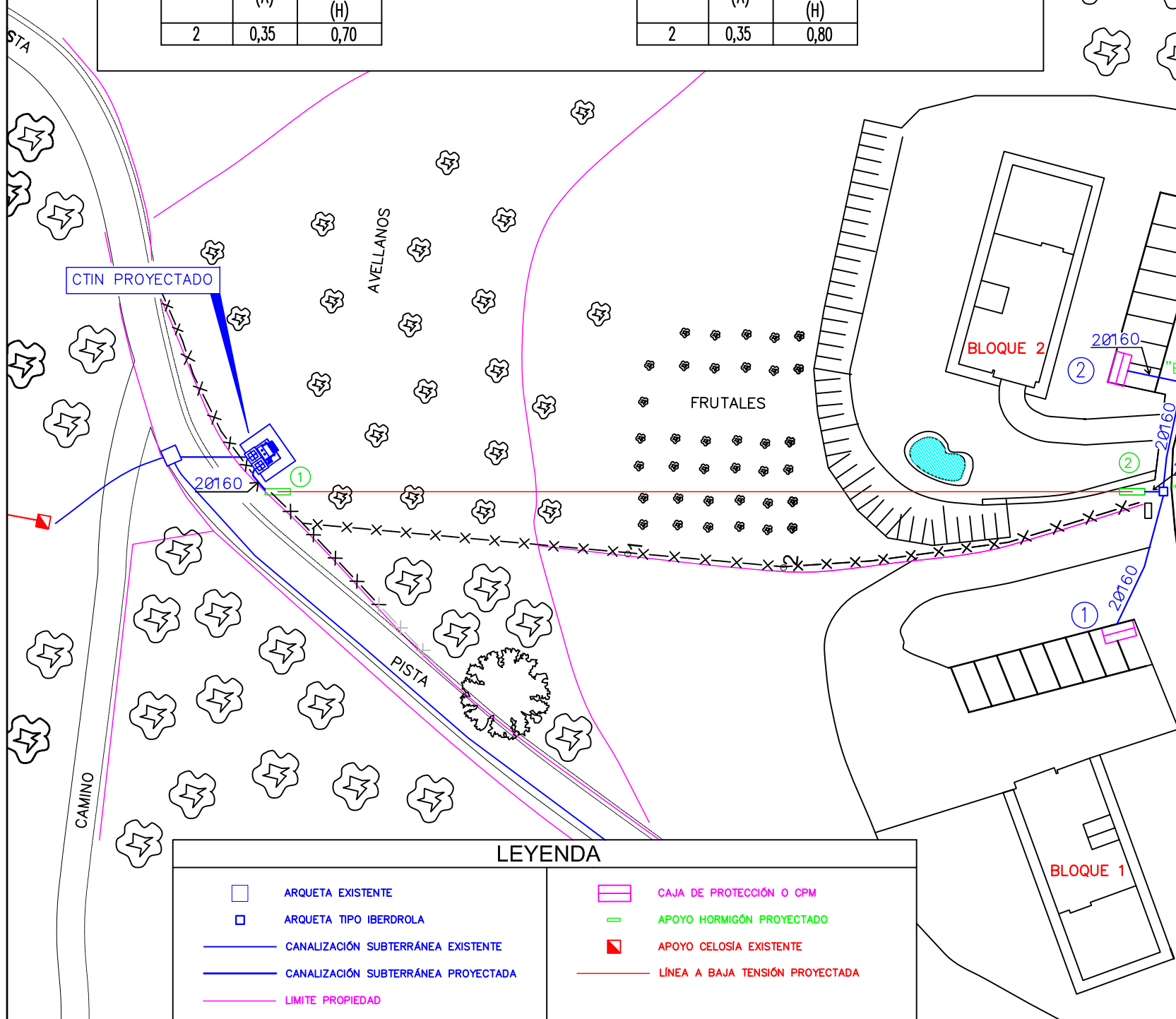
n° tubos	Anchura (A)	Profundidad zanja (H)
2	0,35	0,80

**ESQUEMA ELECTRICO BT**



**TERMINO MUNICIPAL DE LESAKA**

BARRIO NABAZ



**LEYENDA**

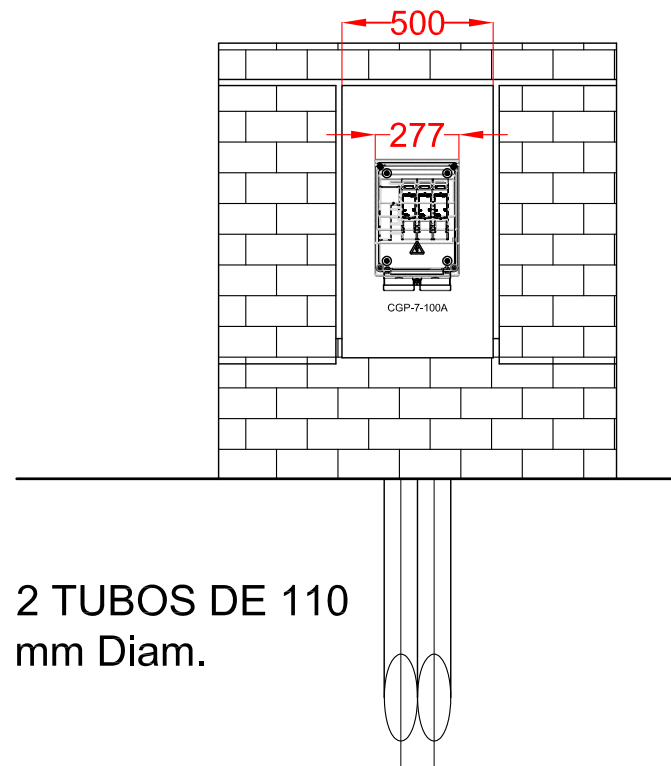
- |                                     |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| ARQUETA EXISTENTE                   | CAJA DE PROTECCIÓN O CPM        |
| ARQUETA TIPO IBERDROLA              | APOYO HORMIGÓN PROYECTADO       |
| CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA EXISTENTE  | APOYO CELOSIA EXISTENTE         |
| CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA PROYECTADA | LÍNEA A BAJA TENSIÓN PROYECTADA |
| LIMITE PROPIEDAD                    |                                 |

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO INDUSTRIAL	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>	REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>
PLANO: <b>ELECTRIFICACIÓN LÍNEA SUBT. A BT DE ACOMETIDA A VIVIENDAS</b>	FIRMA:	FECHA: <b>14/02/14</b>
		ESCALA: <b>1/500</b>
		Nº PLANO: <b>6</b>

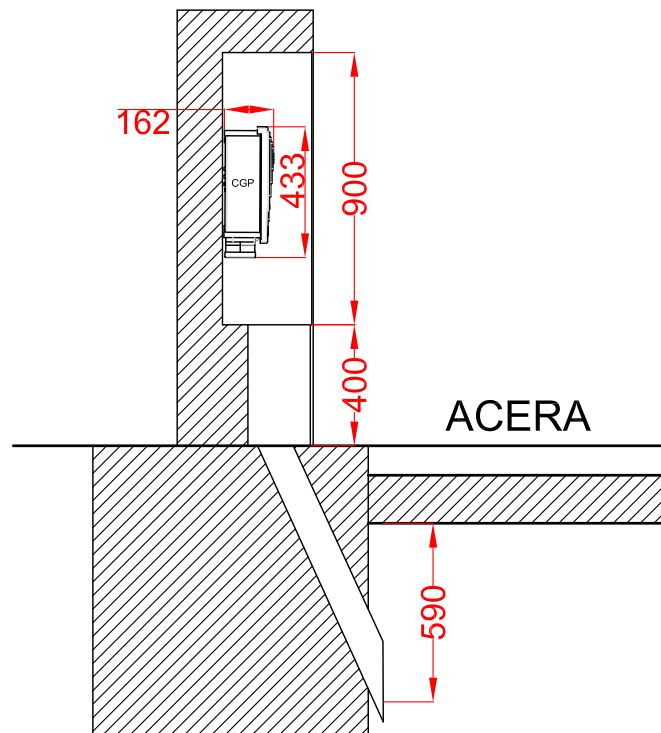


# DETALLE

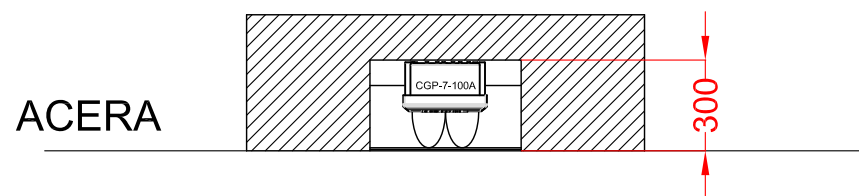
## ALZADO



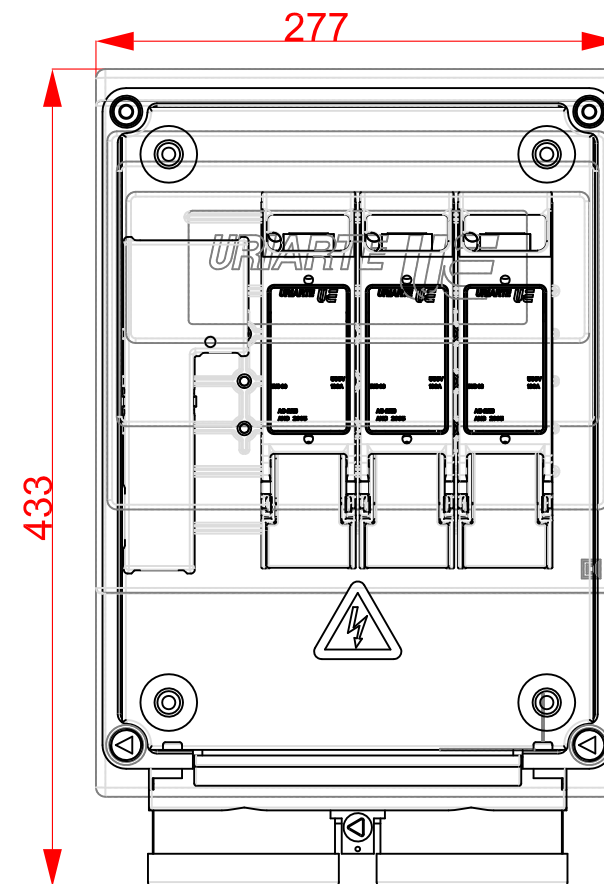
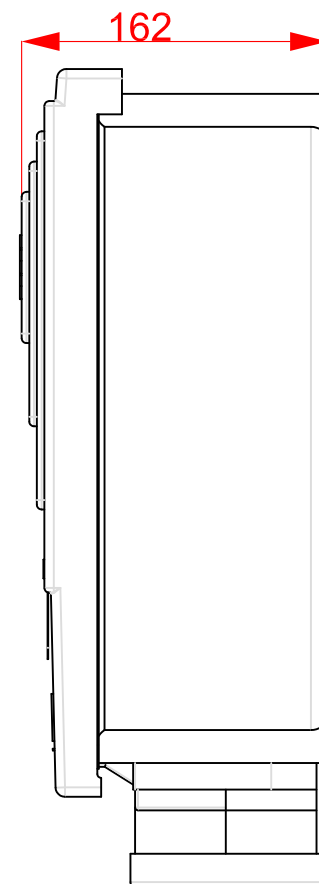
## SECCIÓN



## PLANTA



ESCALA: 1/25



3 bases BUC  
de 100A + Neutro

ESCALA: 1/4



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**  
**INGENIERO  
INDUSTRIAL**

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y  
PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT.  
A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA**

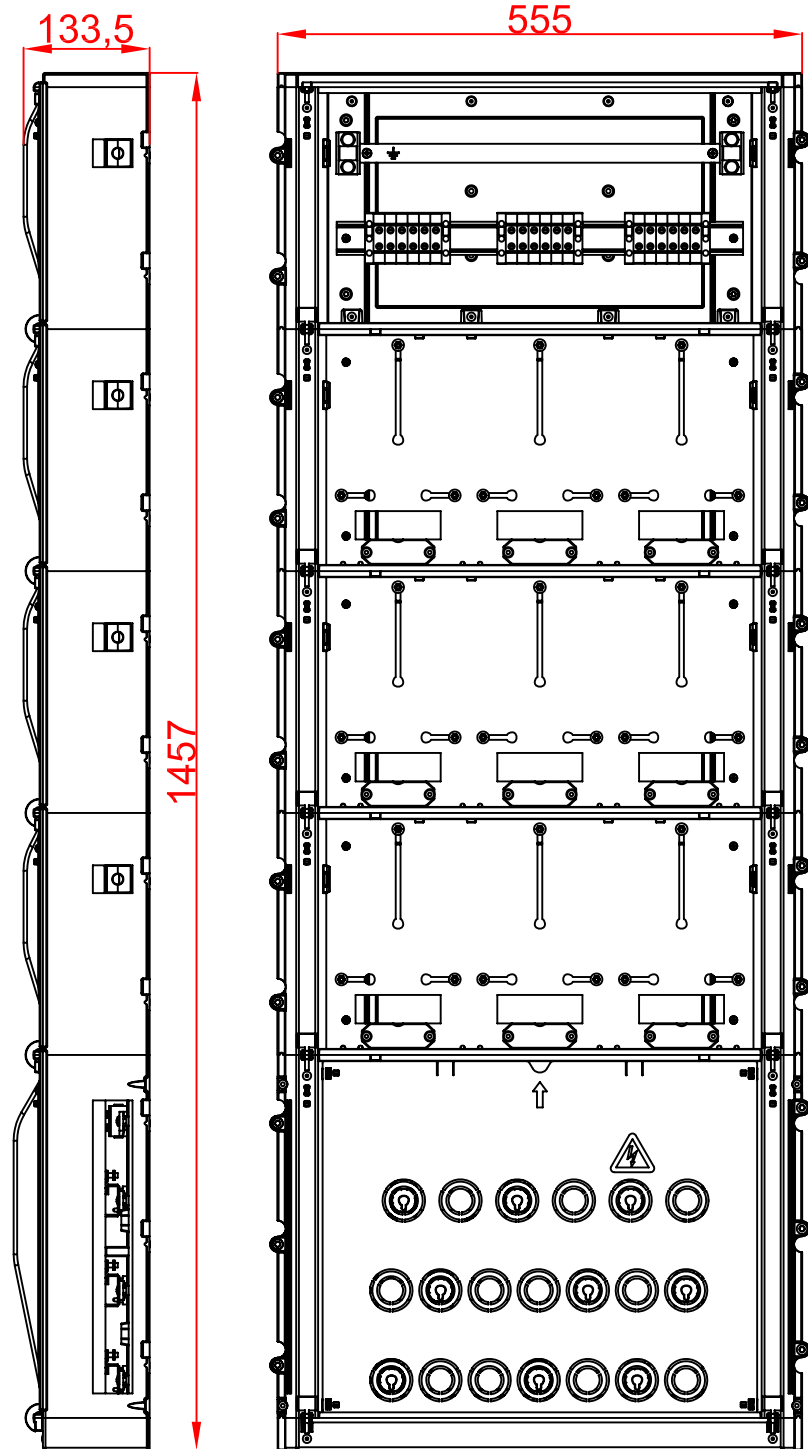
REALIZADO:  
**GOICOECHEA APEZTEGUIA,  
CARLOS**

FIRMA:

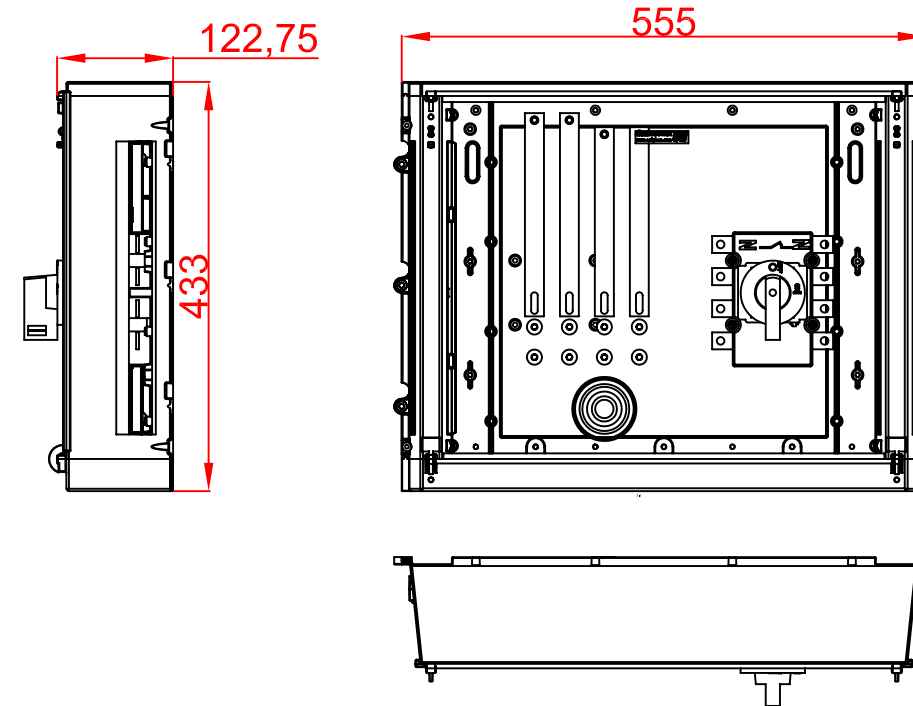
PLANO:  
**INSTALACIÓN Y DETALLE CGP-7-100A**

FECHA: 14/02/14  
ESCALA: 1/25  
Nº PLANO: 7

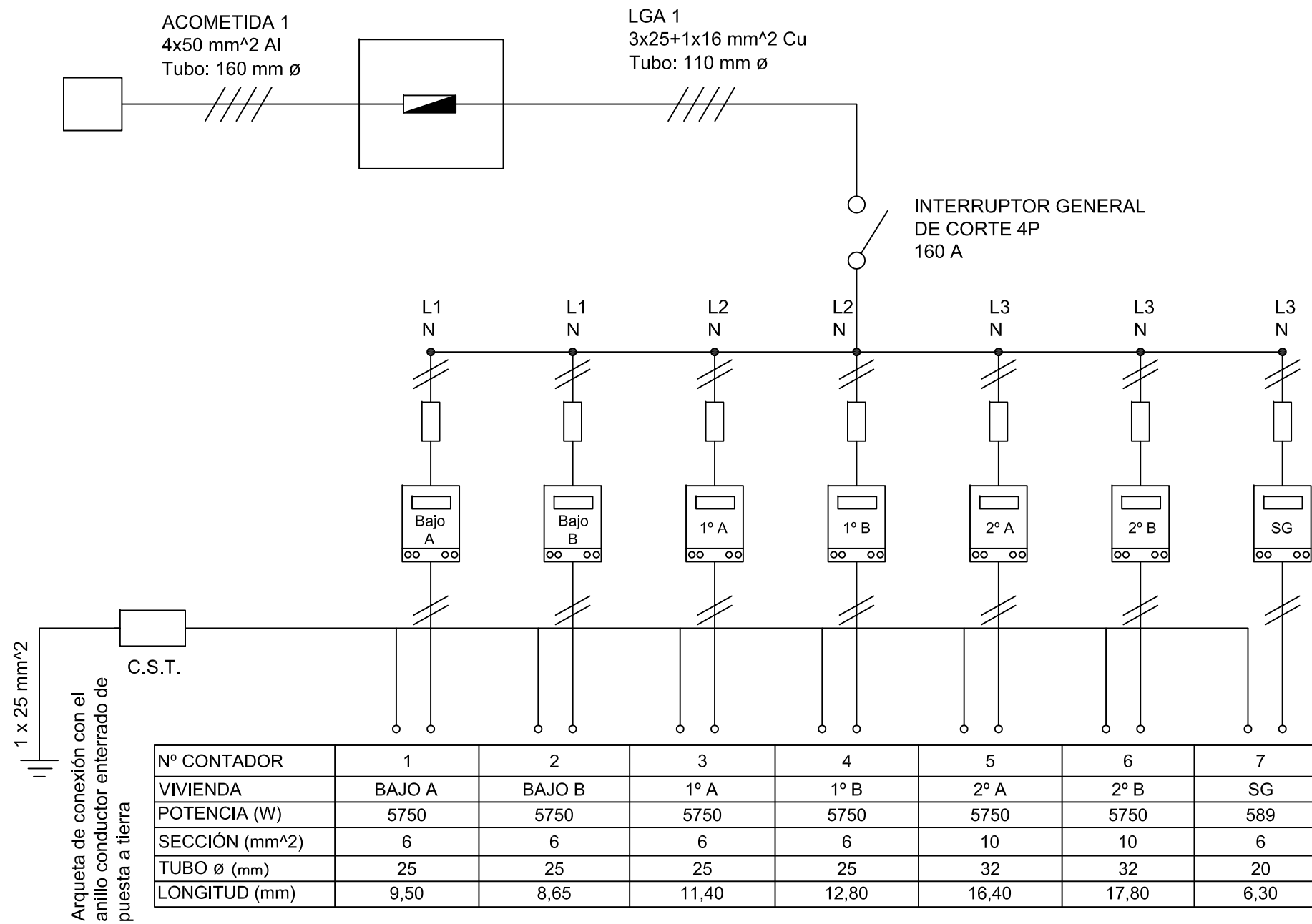
# ARMARIO CONTADORES A9



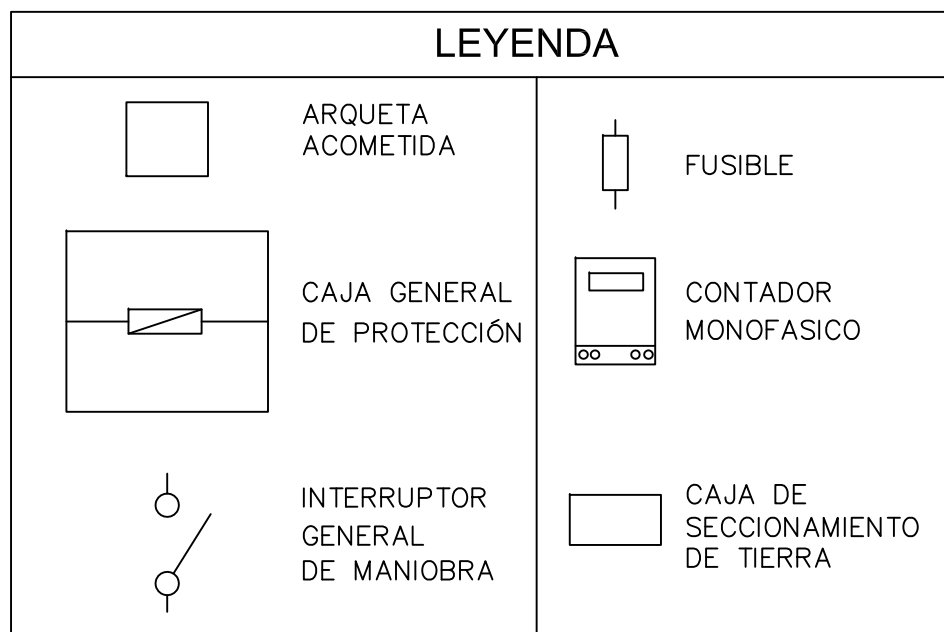
# IDT-160 A



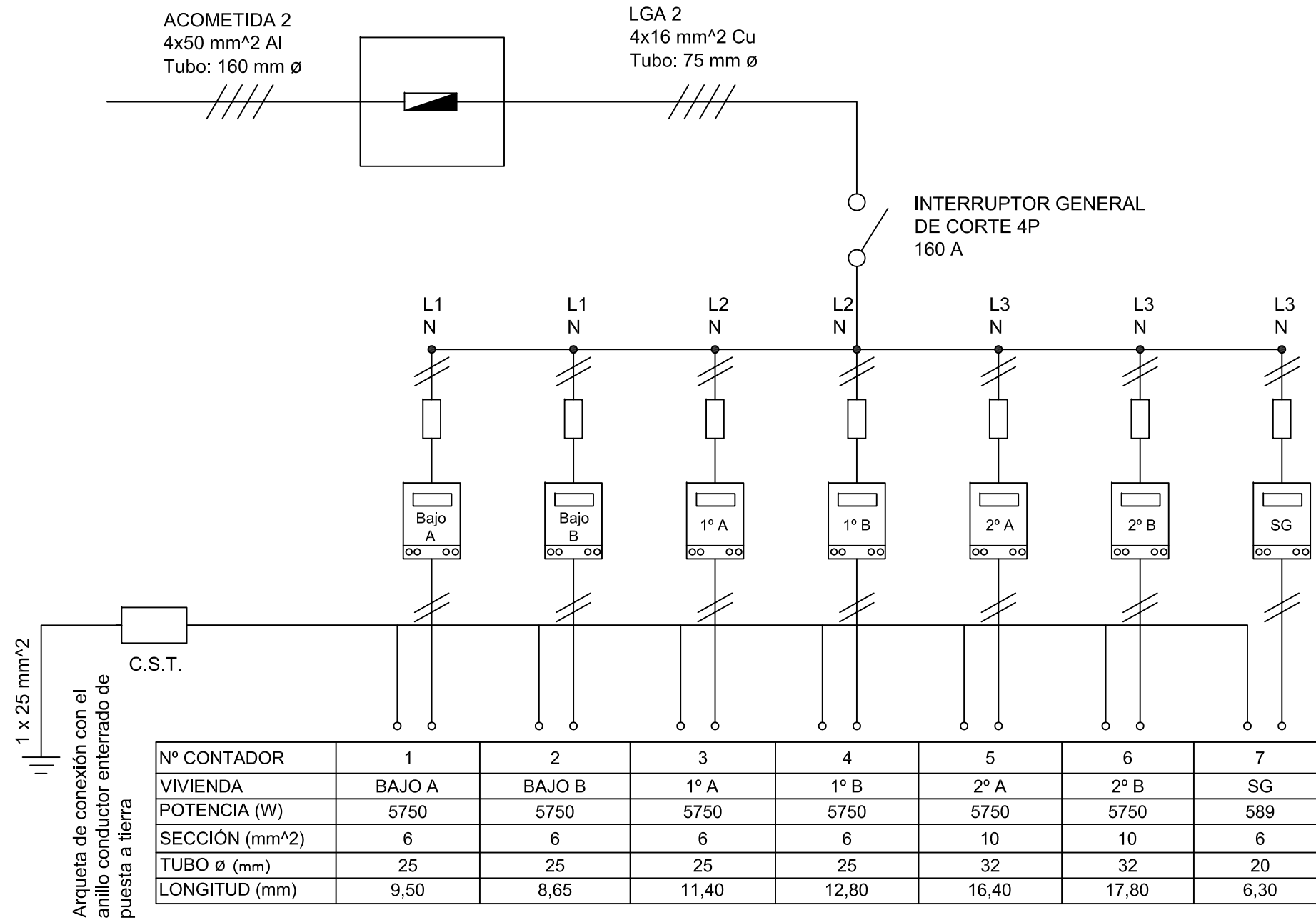
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>		FIRMA:
PLANO: <b>DETALLE ARMARIO CONTADORES Y IDT</b>	FECHA: <b>14/02/14</b>	ESCALA: Nº PLANO: <b>1/8 8</b>



Nº CONTADOR	1	2	3	4	5	6	7
VIVIENDA	BAJO A	BAJO B	1º A	1º B	2º A	2º B	SG
POTENCIA (W)	5750	5750	5750	5750	5750	5750	589
SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	6	6	6	6	10	10	6
TUBO ø (mm)	25	25	25	25	32	32	20
LONGITUD (mm)	9,50	8,65	11,40	12,80	16,40	17,80	6,30



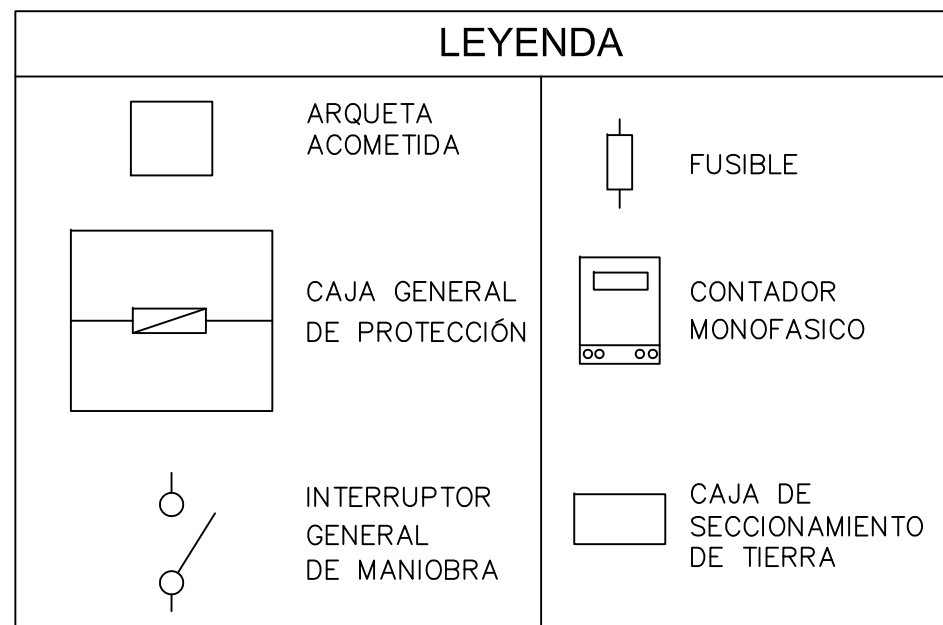
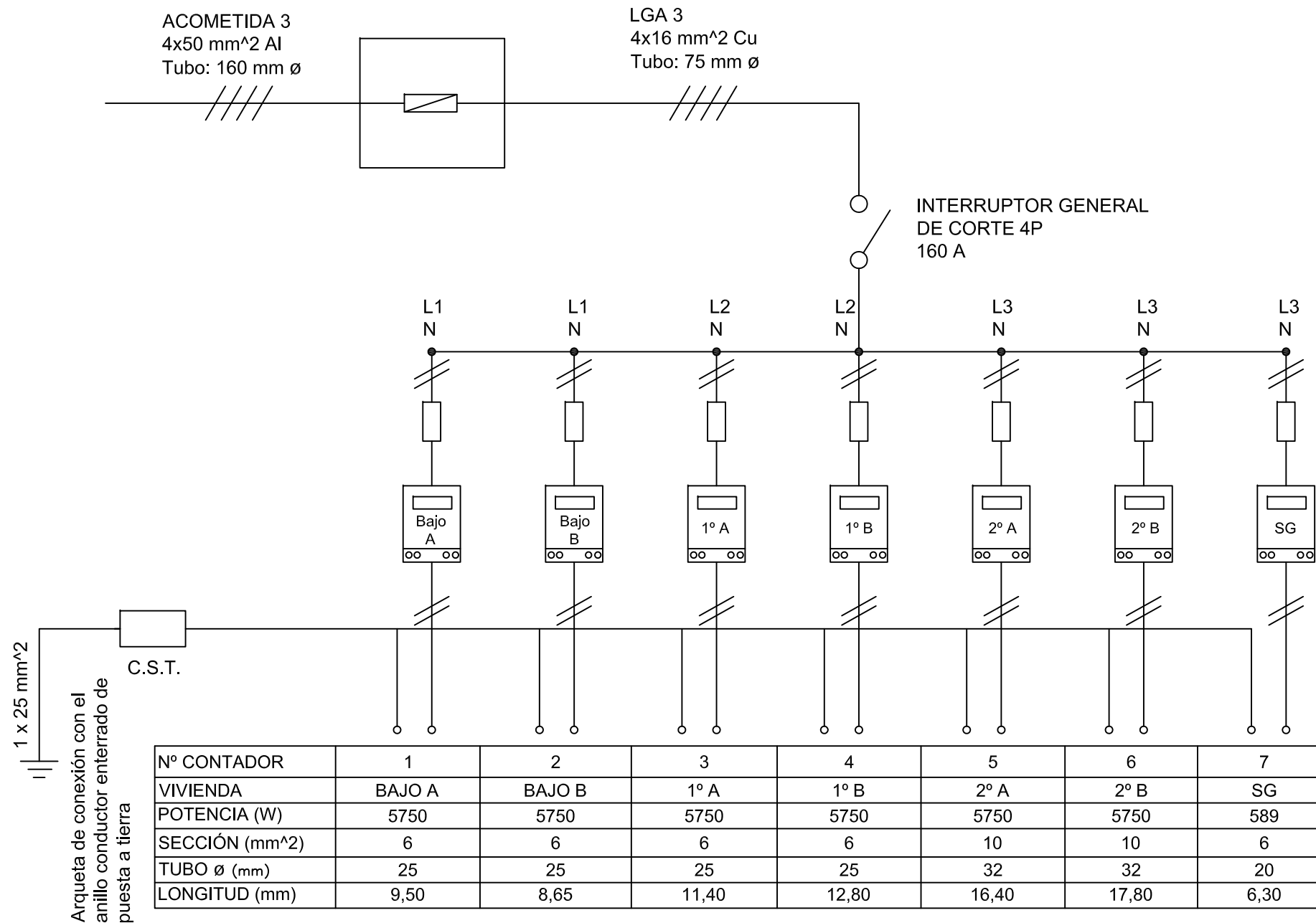
Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO:
	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	<b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>
PLANO: <b>ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN ENLACE BLOQUE VIVIENDAS 1</b>		FIRMA:  FECHA: <b>14/02/14</b>
		ESCALA: <b>S/E</b> Nº PLANO: <b>9</b>



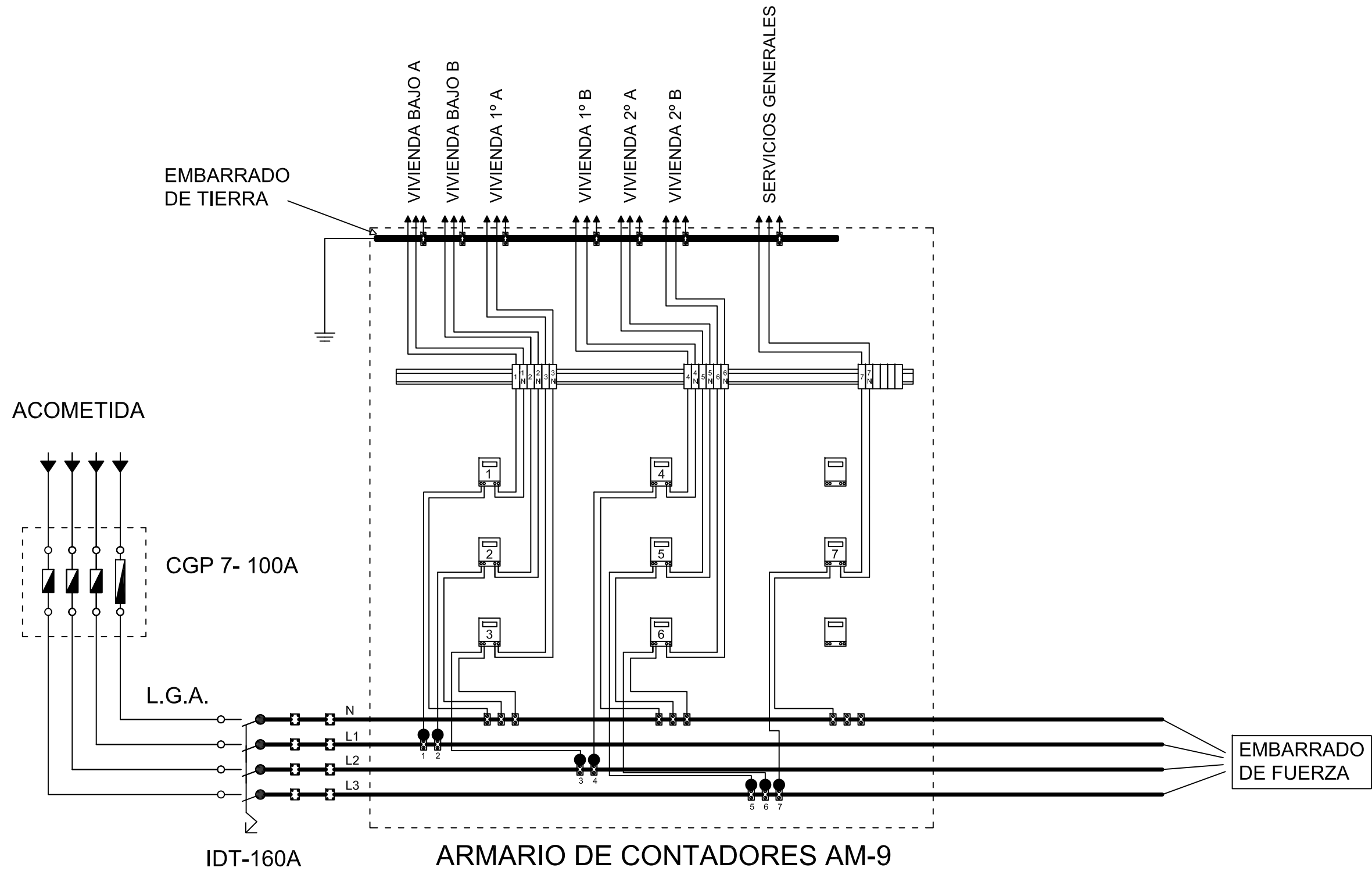
Nº CONTADOR	1	2	3	4	5	6	7
VIVIENDA	BAJO A	BAJO B	1º A	1º B	2º A	2º B	SG
POTENCIA (W)	5750	5750	5750	5750	5750	5750	589
SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	6	6	6	6	10	10	6
TUBO ø (mm)	25	25	25	25	32	32	20
LONGITUD (mm)	9,50	8,65	11,40	12,80	16,40	17,80	6,30

LEYENDA	
	ARQUETA ACOMETIDA
	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN
	INTERRUPTOR GENERAL DE MANIOBRA
	FUSIBLE
	CONTADOR MONOFASICO
	CAJA DE SECCIONAMIENTO DE TIERRA

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>	
PLANO: <b>ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN ENLACE BLOQUE VIVIENDAS 2</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b> FIRMA:
		FECHA: <b>14/02/14</b>
		ESCALA: <b>S/E</b>
		Nº PLANO: <b>10</b>



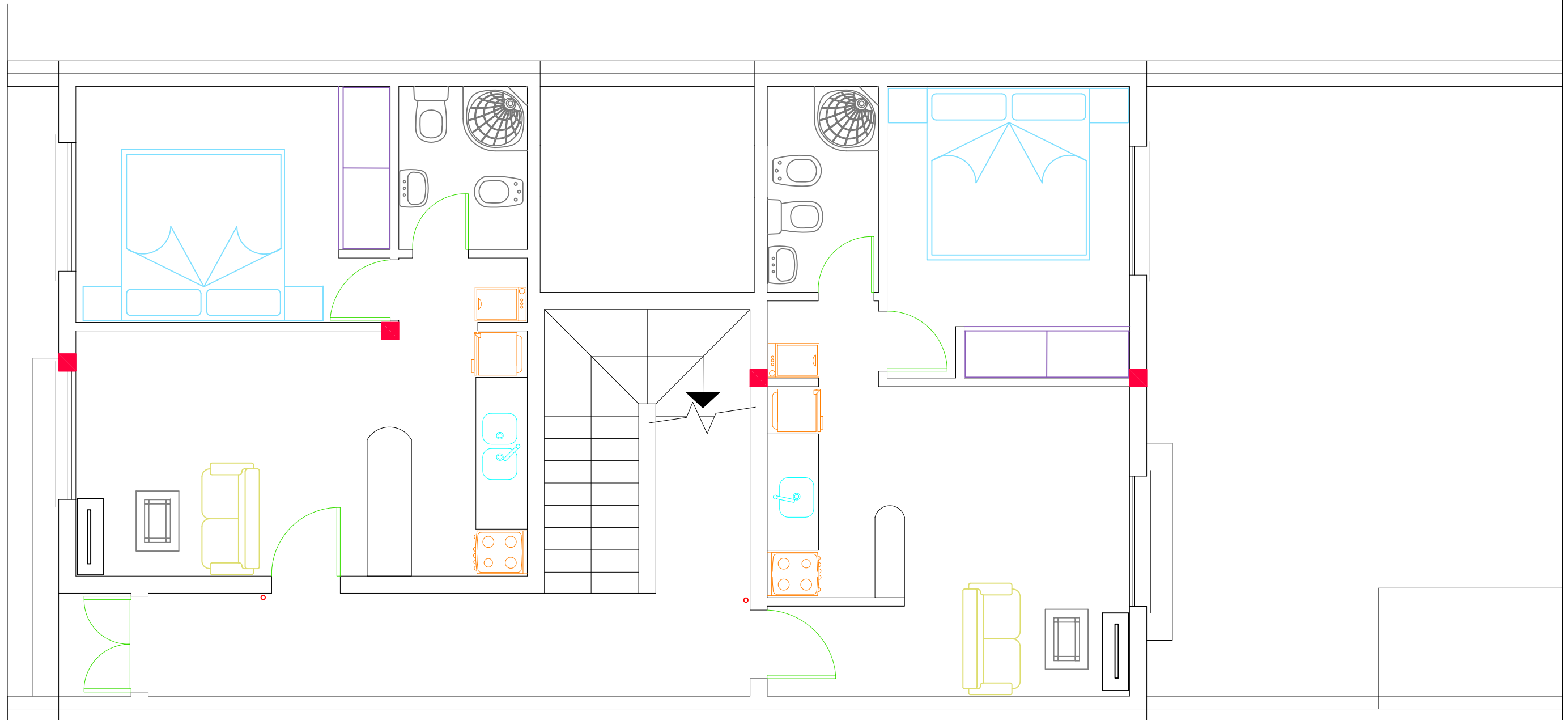
 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO:
	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	<b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>
PLANO: <b>ESQUEMA UNIFILAR INSTALACION ENLACE BLOQUE VIVIENDAS 3</b>		FIRMA:  FECHA: <b>14/02/14</b>
		ESCALA: <b>S/E</b> Nº PLANO: <b>11</b>



LEYENDA	
	CONTADOR MONOFÁSICO DE E. ACTIVA
	AMARRES MECANIZADOS PARA CONEXIÓN DEL EMBARRADO
	BORNE DE CONEXIÓN
	FUSIBLES UNIPOLAR DE 63 A, SECCIONABLES EN CARGA PARA 3 FASES
	FUSIBLES UNIPOLAR DE 63 A, SECCIONABLES EN CARGA PARA NEUTRO
	TOMA DE TIERRA
	BORNE DE SALIDA
	CORTACIRCUITO DEL TIPO NEOZED TAMAÑO DO2 DE 25A

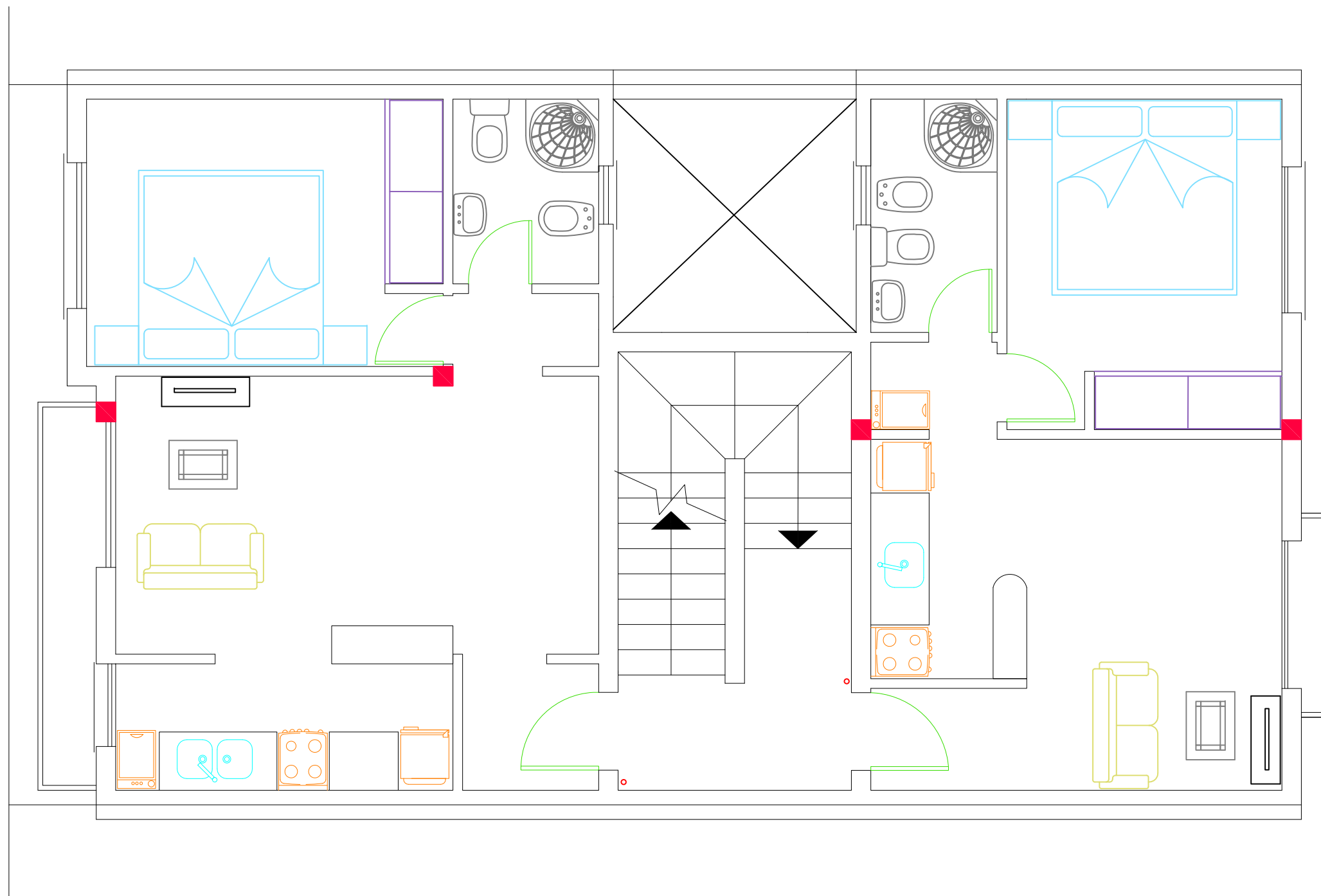
Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>	
PLANO: <b>ESQUEMA MULTIFILAR CC BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b> FIRMA:
		FECHA: <b>14/02/14</b> ESCALA: <b>S/E</b> Nº PLANO: <b>12</b>

PLANTA BAJA



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>	
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>		FIRMA:	
PLANO: <b>PLANTA BAJA - BLOQUE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>	FECHA: <b>14/02/14</b>	ESCALA: <b>1/50</b>	N° PLANO: <b>13</b>

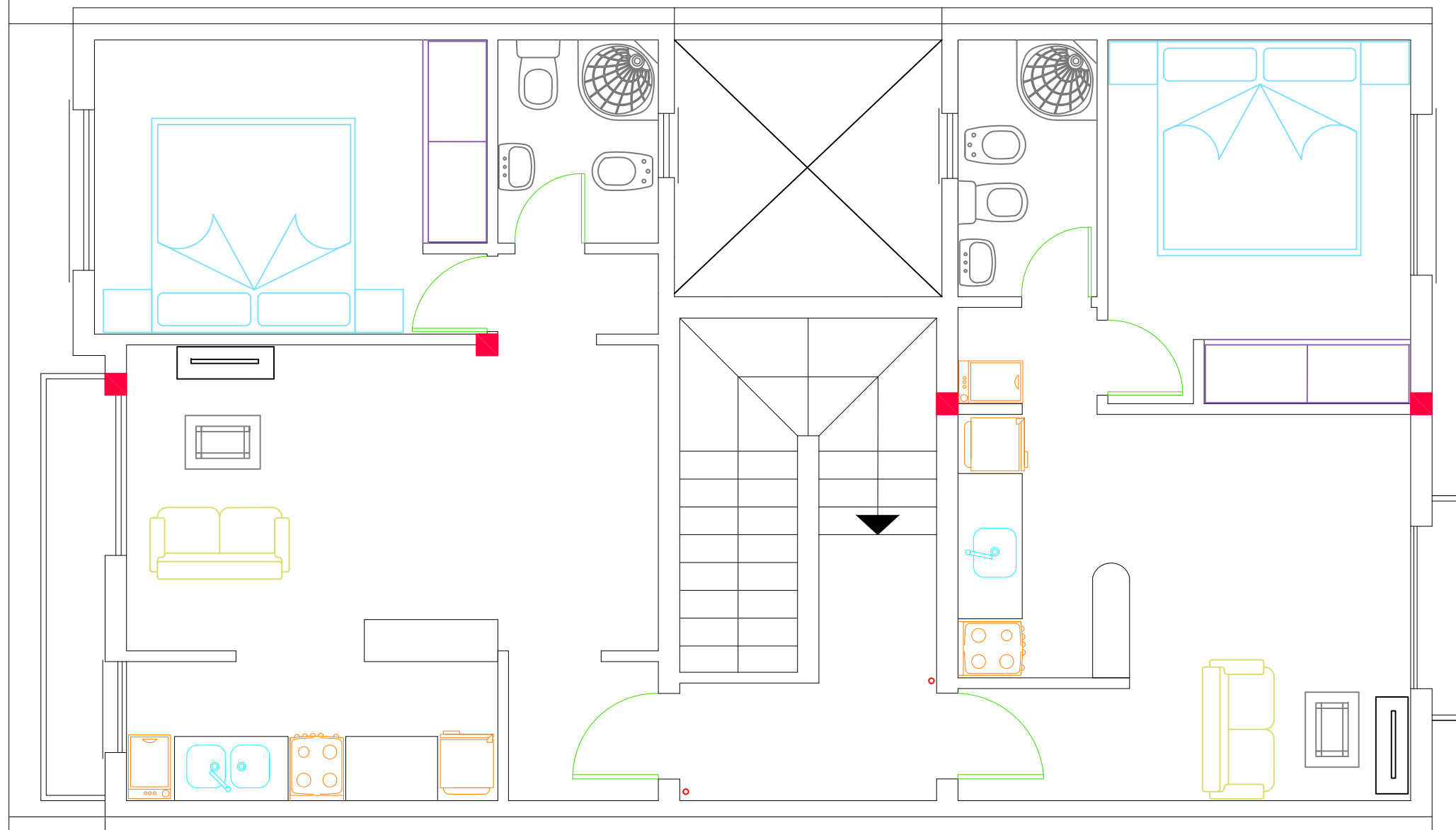
PLANTA PRIMER PISO



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>	
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>		FIRMA:	
PLANO: <b>PLANTA 1 - BLOQUE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>	FECHA: <b>14/02/14</b>	ESCALA: <b>1/50</b>	Nº PLANO: <b>14</b>

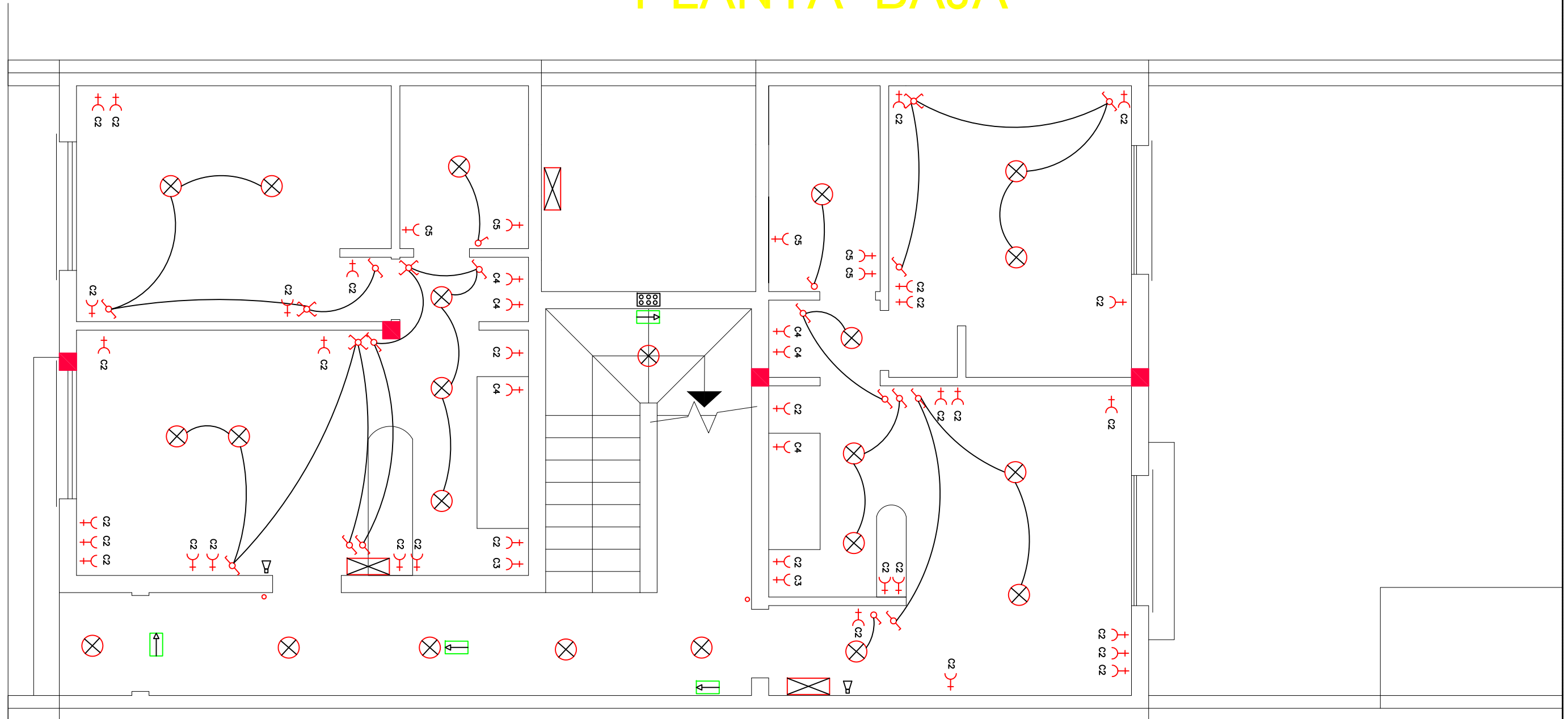


PLANTA SEGUNDO PISO



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>	
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>		FIRMA:	
PLANO: <b>PLANTA 2 - BLOQUE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>	FECHA: <b>14/02/14</b>	ESCALA: <b>1/50</b>	Nº PLANO: <b>15</b>

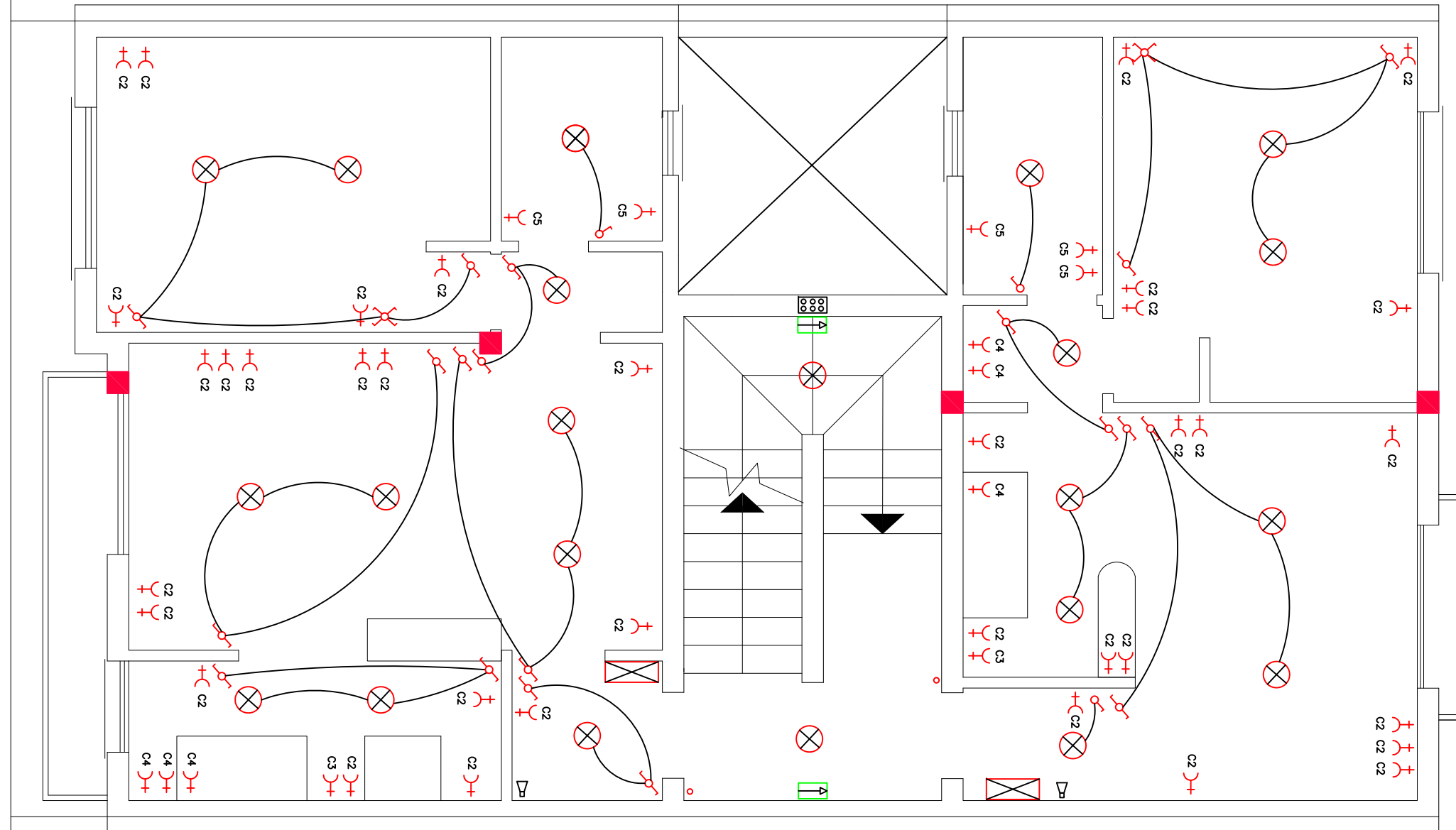
# PLANTA BAJA



LEYENDA	
	CUADROS DISTRIBUCION
	CUADRO DISTRIBUCIÓN SERVICIOS
	ALUMBRADO
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR
	T.C. DE USO GENERAL
	T.C. DE COCINA Y HORNO
	T.C. DE LAVADORA Y LAVAVAJILLAS
	T.C. DE BAÑO Y COCINA
	ALUMBRADO DE EMERGENCIA
	D. INDIVIDUALES
	PULSADOR TIMBRE
	TIMBRE
	CONMUTADOR CRUCE

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>	
PLANO: <b>ELECTRICIDAD PLANTA BAJA BLOQUE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b> FIRMA:
		FECHA: <b>14/02/14</b> ESCALA: <b>1/50</b> Nº PLANO: <b>16</b>

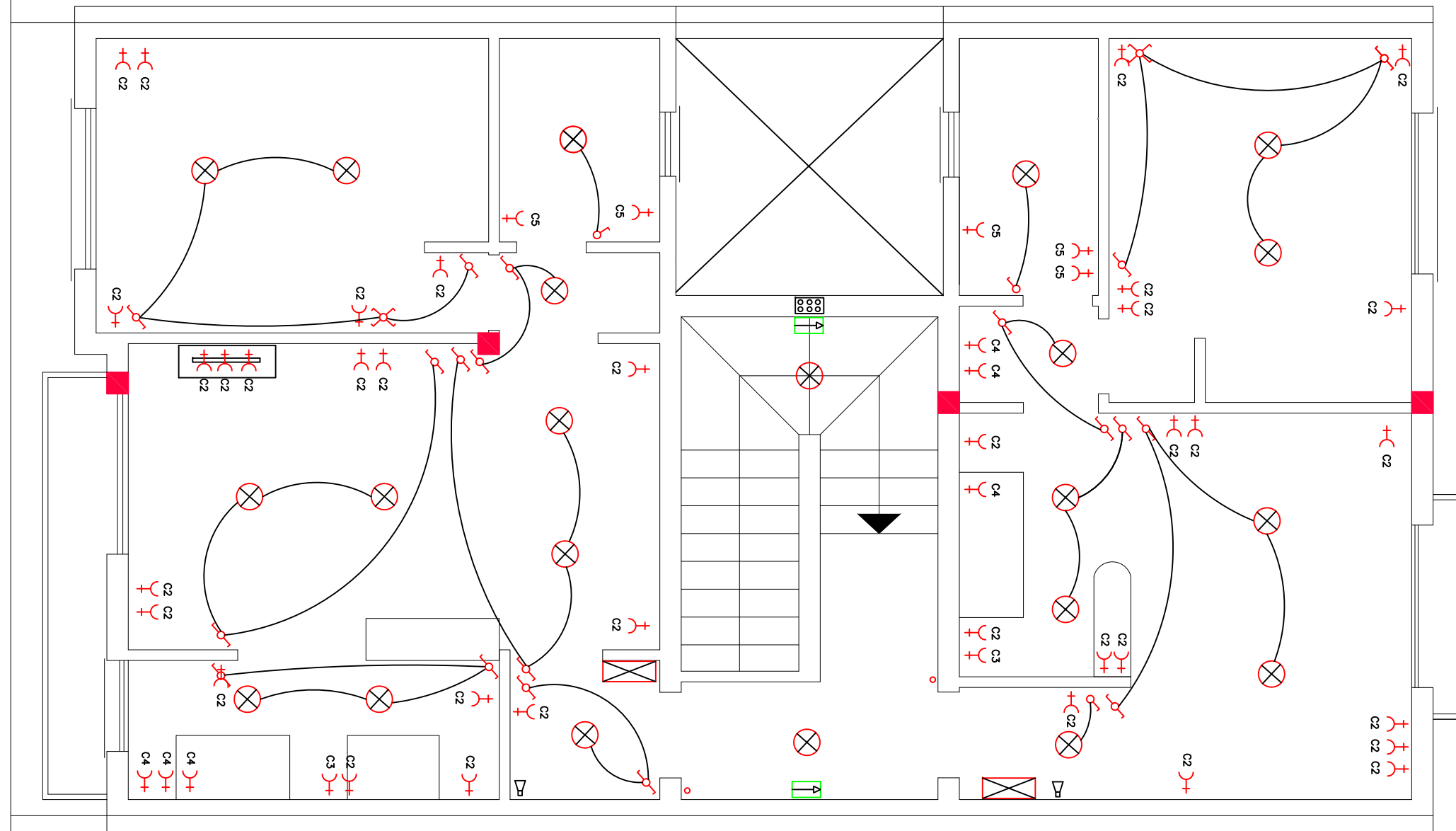
# PLANTA PRIMER PISO



LEYENDA	
	CUADROS DISTRIBUCION
	CUADRO DISTRIBUCION SERVICIOS
	ALUMBRADO
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR
	T.C. DE USO GENERAL
	T.C. DE COCINA Y HORNO
	T.C. DE LAVADORA Y LAVAVAJILLAS
	T.C. DE BAÑO Y COCINA
	ALUMBRADO DE EMERGENCIA
	D. INDIVIDUALES
	PULSADOR TIMBRE
	TIMBRE
	CONMUTADOR CRUCE

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO:
	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	<b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>
PLANO: <b>ELECTRICIDAD PLANTA 1 BLOQUE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>		FIRMA:
	FECHA: <b>14/02/14</b>	ESCALA: Nº PLANO: <b>1/50 17</b>

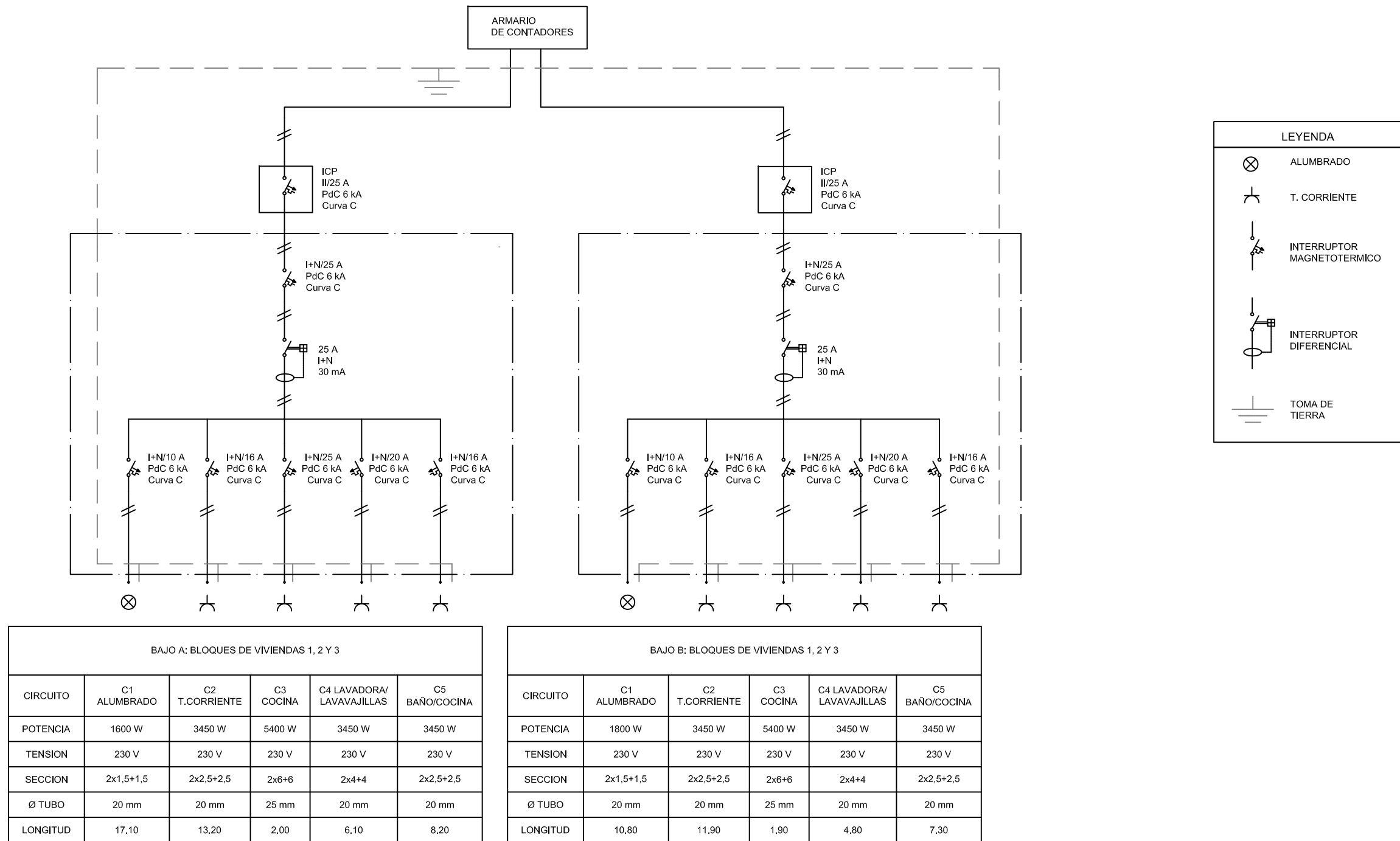
# PLANTA SEGUNDO PISO



LEYENDA	
	CUADROS DISTRIBUCION
	CUADRO DISTRIBUCIÓN SERVICIOS
	ALUMBRADO
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR
	T.C. DE USO GENERAL
	T.C. DE COCINA Y HORNO
	T.C. DE LAVADORA Y LAVAVAJILLAS
	T.C. DE BAÑO Y COCINA
	ALUMBRADO DE EMERGENCIA
	D. INDIVIDUALES
	PULSADOR TIMBRE
	TIMBRE
	CONMUTADOR CRUCE

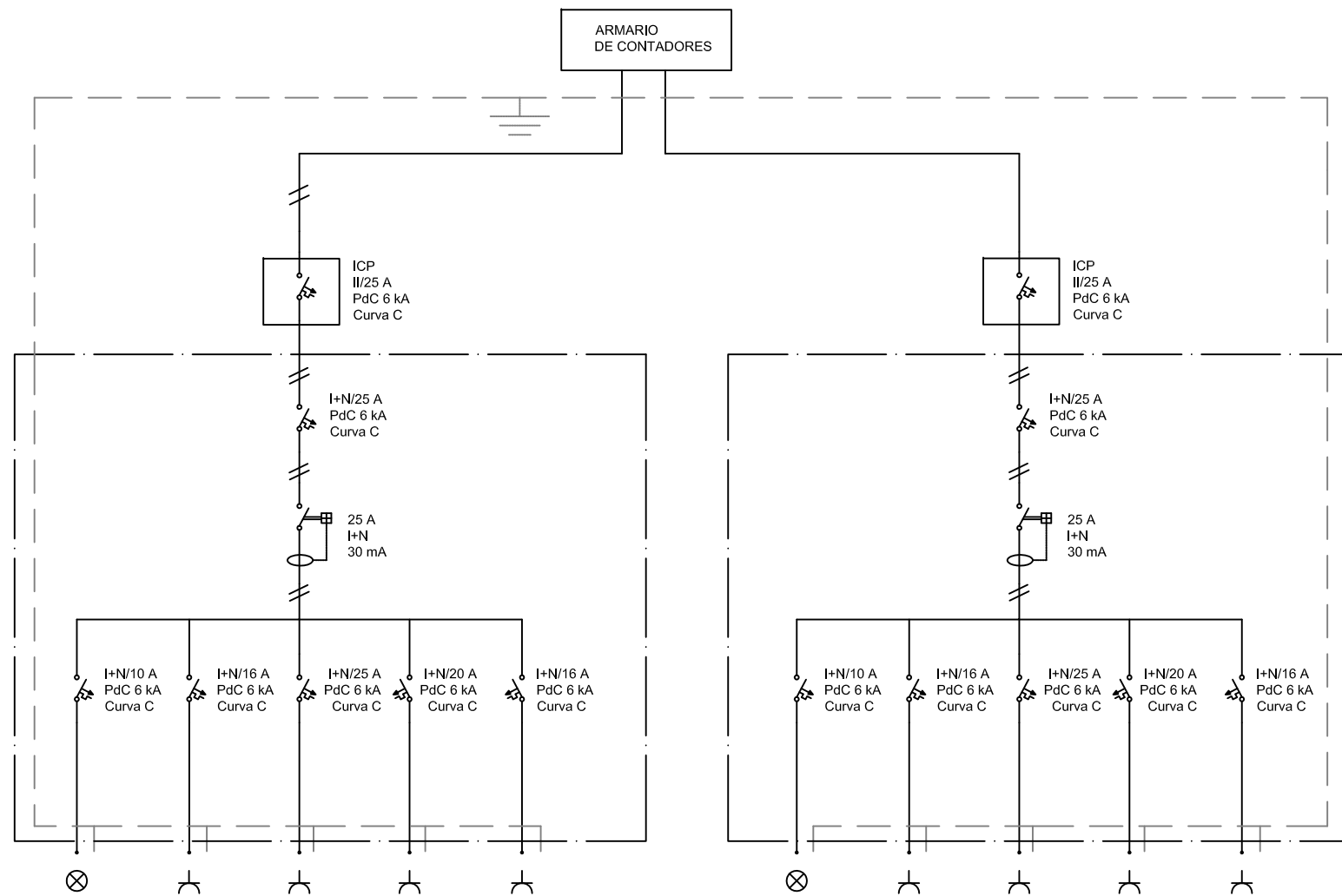
Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>	REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>
PLANO: <b>ELECTRICIDAD PLANTA 2 BLOQUE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>	FIRMA:	FECHA: <b>14/02/14</b> ESCALA: <b>1/50</b> Nº PLANO: <b>18</b>

# ESQUEMA UNIFILAR PLANTA BAJA



 <p>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i></p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b></p>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
	<p>PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b></p>		<p>REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b></p>
<p>PLANO: <b>ESQUEMA UNIFILAR PLANTA BAJA BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b></p>		<p>FECHA: <b>14/02/14</b></p>	<p>ESCALA: Nº PLANO: <b>S/E 19</b></p>

# ESQUEMA UNIFILAR PLANTA 1º



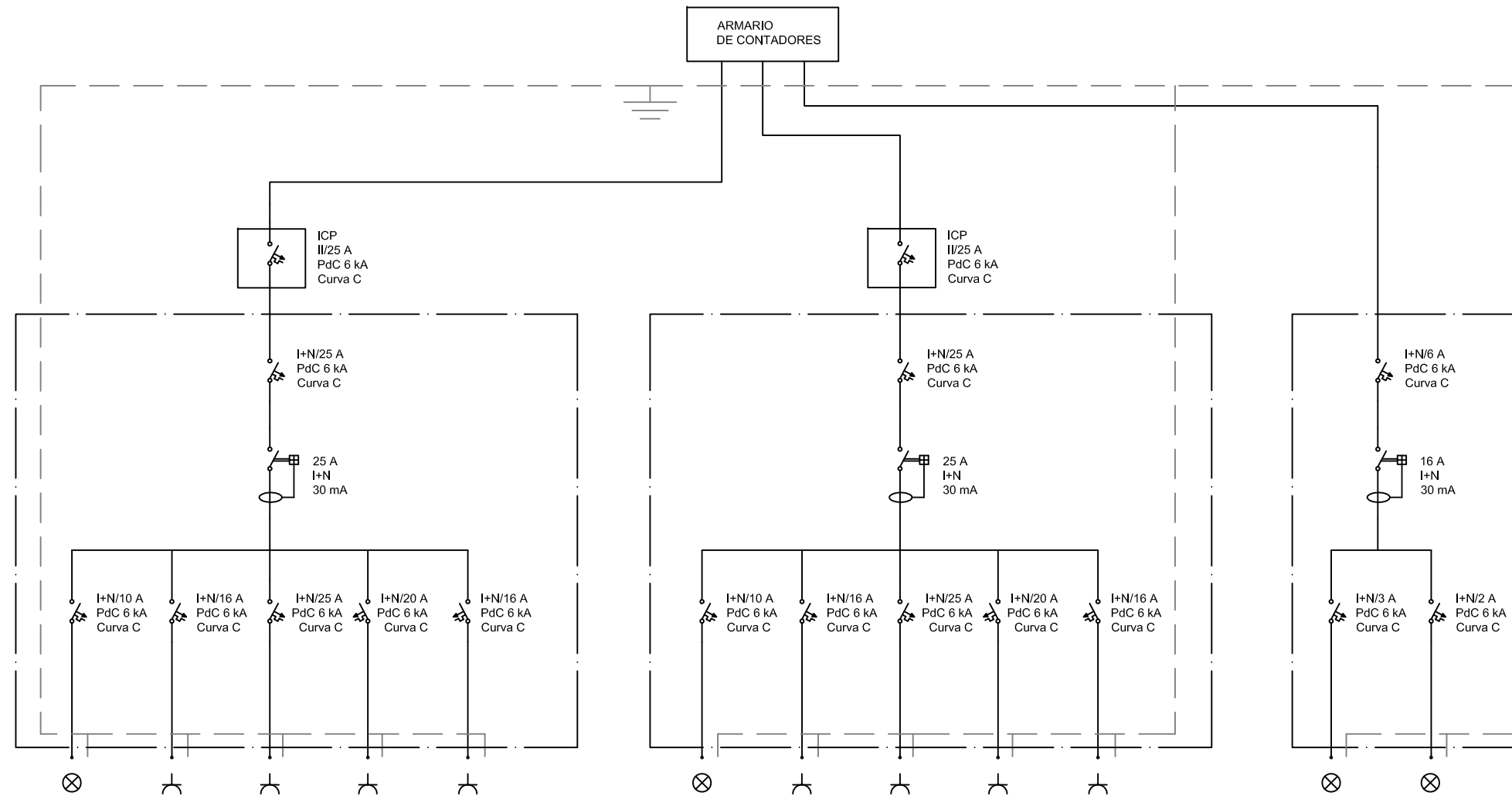
LEYENDA	
	ALUMBRADO
	T. CORRIENTE
	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	TOMA DE TIERRA

1º A: BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3					
CIRCUITO	C1 ALUMBRADO	C2 T.CORRIENTE	C3 COCINA	C4 LAVADORA/LAVAVAJILLAS	C5 BAÑO/COCINA
POTENCIA	2200 W	3450 W	5400 W	3450 W	3450 W
TENSION	230 V	230 V	230 V	230 V	230 V
SECCION	2x1,5+1,5	2x2,5+2,5	2x6+6	2x4+4	2x2,5+2,5
Ø TUBO	20 mm	20 mm	25 mm	20 mm	20 mm
LONGITUD	11.80	8.90	5.10	7.10	5.60

1º B: BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3					
CIRCUITO	C1 ALUMBRADO	C2 T.CORRIENTE	C3 COCINA	C4 LAVADORA/LAVAVAJILLAS	C5 BAÑO/COCINA
POTENCIA	1800 W	3450 W	5400 W	3450 W	3450 W
TENSION	230 V	230 V	230 V	230 V	230 V
SECCION	2x1,5+1,5	2x2,5+2,5	2x6+6	2x4+4	2x2,5+2,5
Ø TUBO	20 mm	20 mm	25 mm	20 mm	20 mm
LONGITUD	10.80	11.90	1.90	4.80	7.30

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO:
	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	<b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>
PLANO: <b>ESQUEMA UNIFILAR PLANTA 1º BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>		FIRMA:
	FECHA: <b>14/02/14</b>	ESCALA: N° PLANO: <b>S/E 20</b>

# ESQUEMA UNIFILAR PLANTA 2º Y S.G.



LEYENDA	
	ALUMBRADO
	T. CORRIENTE
	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	TOMA DE TIERRA

2º A: BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3					
CIRCUITO	C1 ALUMBRADO	C2 T.CORRIENTE	C3 COCINA	C4 LAVADORA/LAVAVAJILLAS	C5 BAÑO/COCINA
POTENCIA	2200 W	3450 W	5400 W	3450 W	3450 W
TENSION	230 V	230 V	230 V	230 V	230 V
SECCION	2x1,5+1,5	2x2,5+2,5	2x6+6	2x4+4	2x2,5+2,5
Ø TUBO	20 mm	20 mm	25 mm	20 mm	20 mm
LONGITUD	11.80	8.90	5.10	7.10	5.60

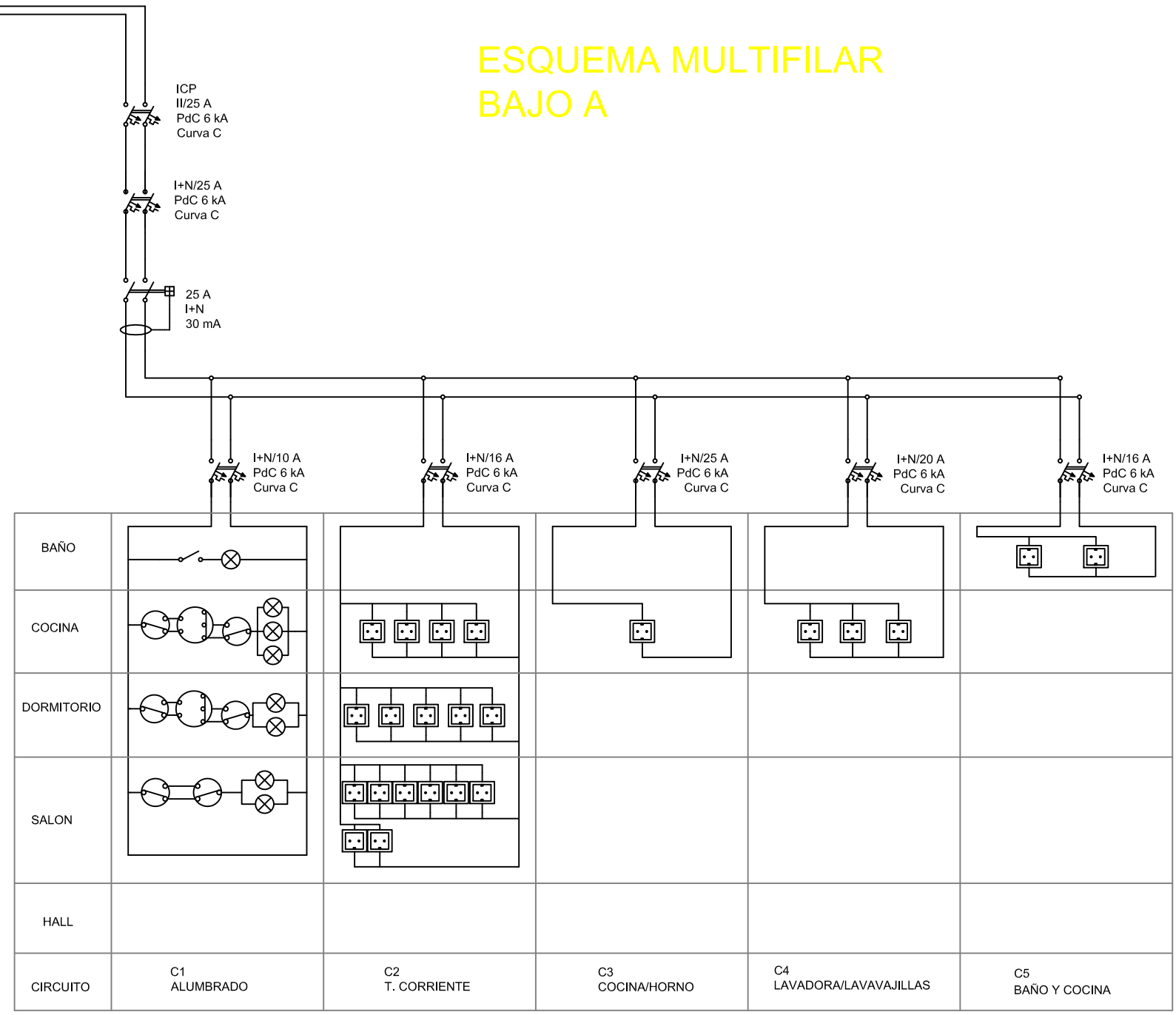
2º B: BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3					
CIRCUITO	C1 ALUMBRADO	C2 T.CORRIENTE	C3 COCINA	C4 LAVADORA/LAVAVAJILLAS	C5 BAÑO/COCINA
POTENCIA	1800 W	3450 W	5400 W	3450 W	3450 W
TENSION	230 V	230 V	230 V	230 V	230 V
SECCION	2x1,5+1,5	2x2,5+2,5	2x6+6	2x4+4	2x2,5+2,5
Ø TUBO	20 mm	20 mm	25 mm	20 mm	20 mm
LONGITUD	10.80	11.90	1.90	4.80	7.30

SERVICIOS GENERALES: BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3		
CIRCUITO	ALUMBRADO ESCALERAS	ALUMBRADO EMERGENCIA
POTENCIA	525 W	64 W
TENSION	230 V	230 V
SECCION	2x1,5+1,5	2x1,5+1,5
Ø TUBO	16 mm	16 mm
LONGITUD	20.20	20.80

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>
PLANO: <b>ESQUEMA UNIFILAR PLANTA 2º Y S.G. BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>	FIRMA:	FECHA: <b>14/02/14</b>	ESCALA: <b>S/E</b> Nº PLANO: <b>21</b>

ARMARIO DE CONTADORES

# ESQUEMA MULTIFILAR BAJO A



LEYENDA	
	ALUMBRADO
	T. CORRIENTE
	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO BIPOLAR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL BIPOLAR
	TOMA DE TIERRA

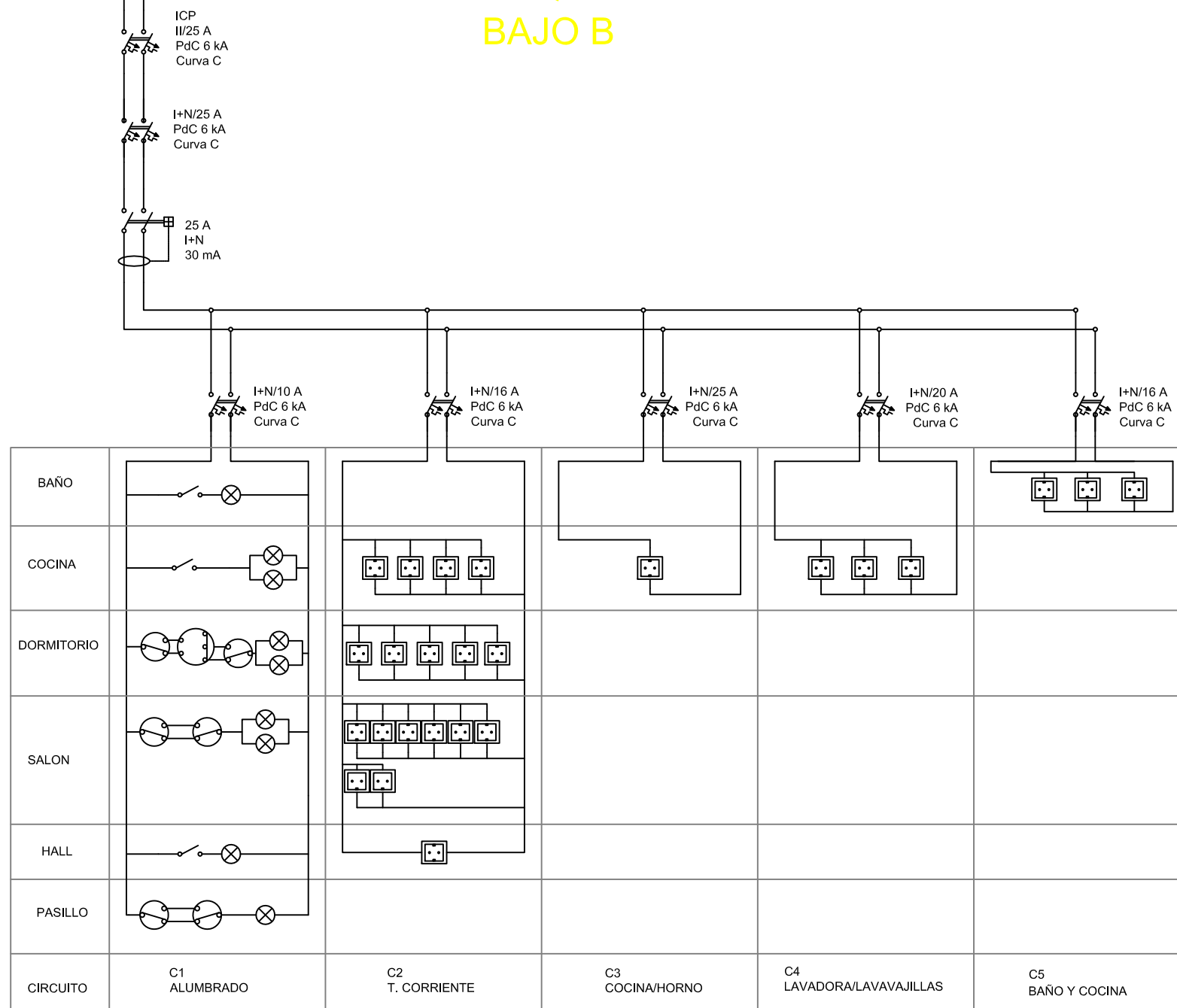
BAÑO					
COCINA					
DORMITORIO					
SALON					
HALL					
CIRCUITO	C1 ALUMBRADO	C2 T. CORRIENTE	C3 COCINA/HORNO	C4 LAVADORA/LAVAVAJILLAS	C5 BAÑO Y COCINA

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO INDUSTRIAL	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>	
PLANO: <b>ESQUEMA MULTIFILAR PLANTA BAJA A BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b> FIRMA:
		FECHA: <b>14/02/14</b> ESCALA: <b>S/E</b> Nº PLANO: <b>22</b>



ARMARIO DE CONTADORES

## ESQUEMA MULTIFILAR BAJO B

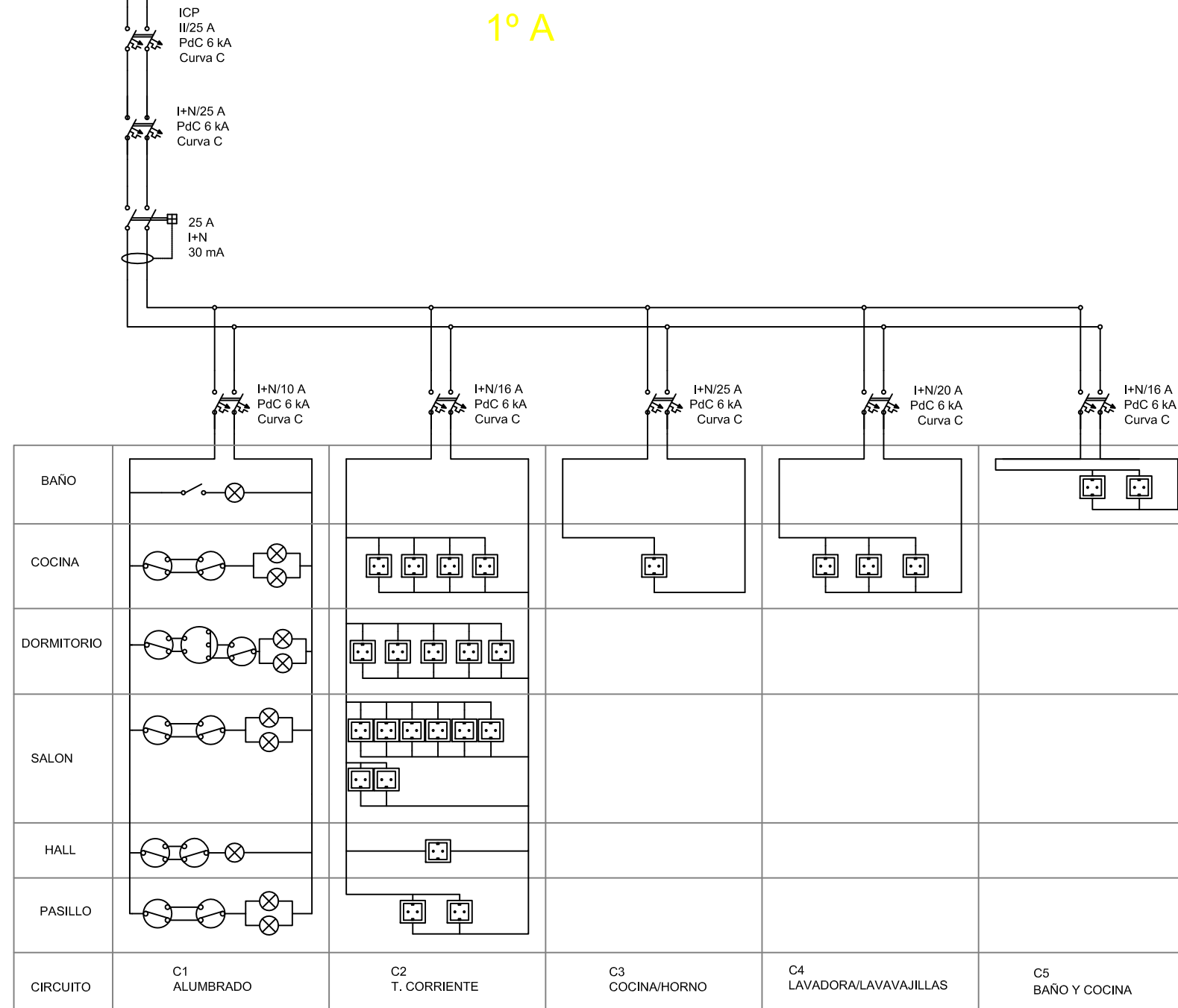


LEYENDA	
	ALUMBRADO
	T. CORRIENTE
	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO BIPOLAR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL BIPOLAR
	TOMA DE TIERRA

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>	
PLANO: <b>ESQUEMA MULTIFILAR PLANTA BAJA B BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b> FIRMA:
		FECHA: <b>14/02/14</b> ESCALA: <b>S/E</b> Nº PLANO: <b>23</b>

ARMARIO DE CONTADORES

# ESQUEMA MULTIFILAR 1º A

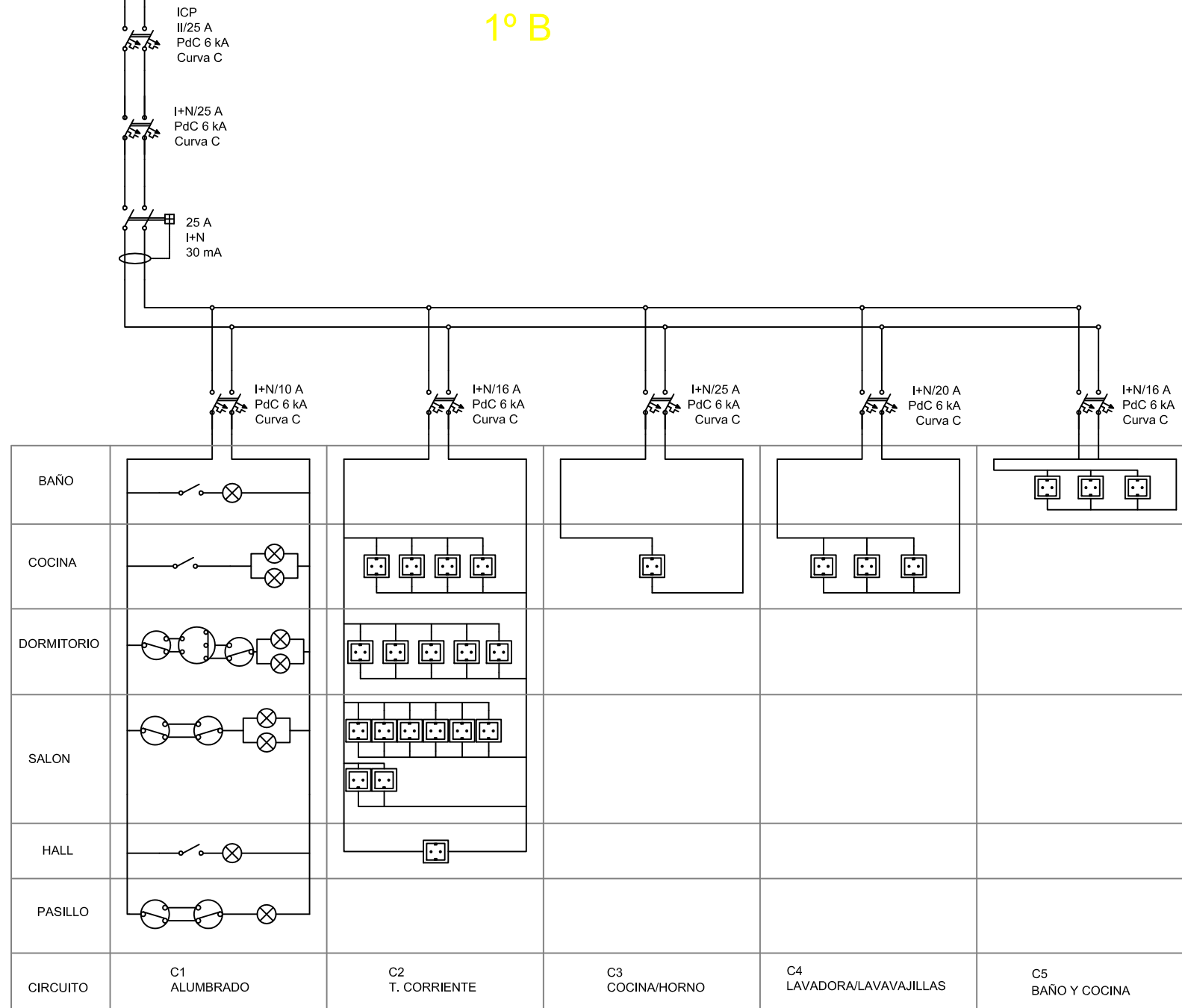


LEYENDA	
	ALUMBRADO
	T. CORRIENTE
	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO BIPOLAR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL BIPOLAR
	TOMA DE TIERRA

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>	
PLANO: <b>ESQUEMA MULTIFILAR PLANTA 1 A BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b> FIRMA:
		FECHA: <b>14/02/14</b> ESCALA: <b>S/E</b> Nº PLANO: <b>24</b>

ARMARIO DE CONTADORES

# ESQUEMA MULTIFILAR 1º B

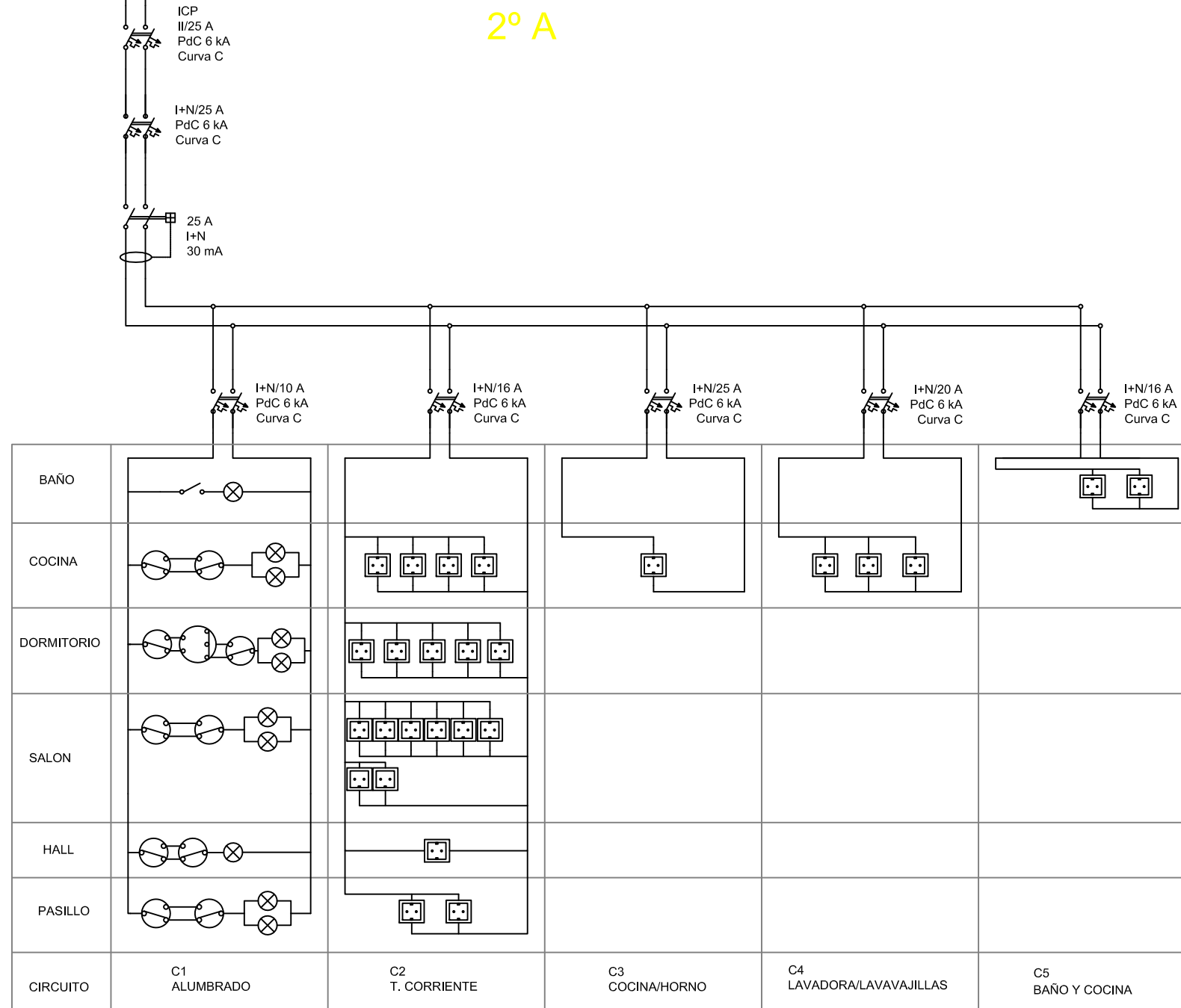


LEYENDA	
	ALUMBRADO
	T. CORRIENTE
	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO BIPOLAR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL BIPOLAR
	TOMA DE TIERRA

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>	
PLANO: <b>ESQUEMA MULTIFILAR PLANTA 1 B BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b> FIRMA:
		FECHA: <b>14/02/14</b>
		ESCALA: <b>S/E</b> Nº PLANO: <b>25</b>

ARMARIO DE CONTADORES

## ESQUEMA MULTIFILAR 2º A



LEYENDA	
	ALUMBRADO
	T. CORRIENTE
	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO BIPOLAR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL BIPOLAR
	TOMA DE TIERRA

BAÑO					
COCINA					
DORMITORIO					
SALON					
HALL					
PASILLO					
CIRCUITO	C1 ALUMBRADO	C2 T. CORRIENTE	C3 COCINA/HORNO	C4 LAVADORA/LAVAVAJILLAS	C5 BAÑO Y COCINA

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO INDUSTRIAL	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>	
PLANO: <b>ESQUEMA MULTIFILAR PLANTA 2 A BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b> FIRMA:
		FECHA: <b>14/02/14</b> ESCALA: <b>S/E</b> Nº PLANO: <b>26</b>

ARMARIO DE CONTADORES

# ESQUEMA MULTIFILAR 2º B

ICP  
I/25 A  
PdC 6 kA  
Curva C

I+N/25 A  
PdC 6 kA  
Curva C

25 A  
I+N  
30 mA

LEYENDA	
	ALUMBRADO
	T. CORRIENTE
	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO BIPOLAR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL BIPOLAR
	TOMA DE TIERRA

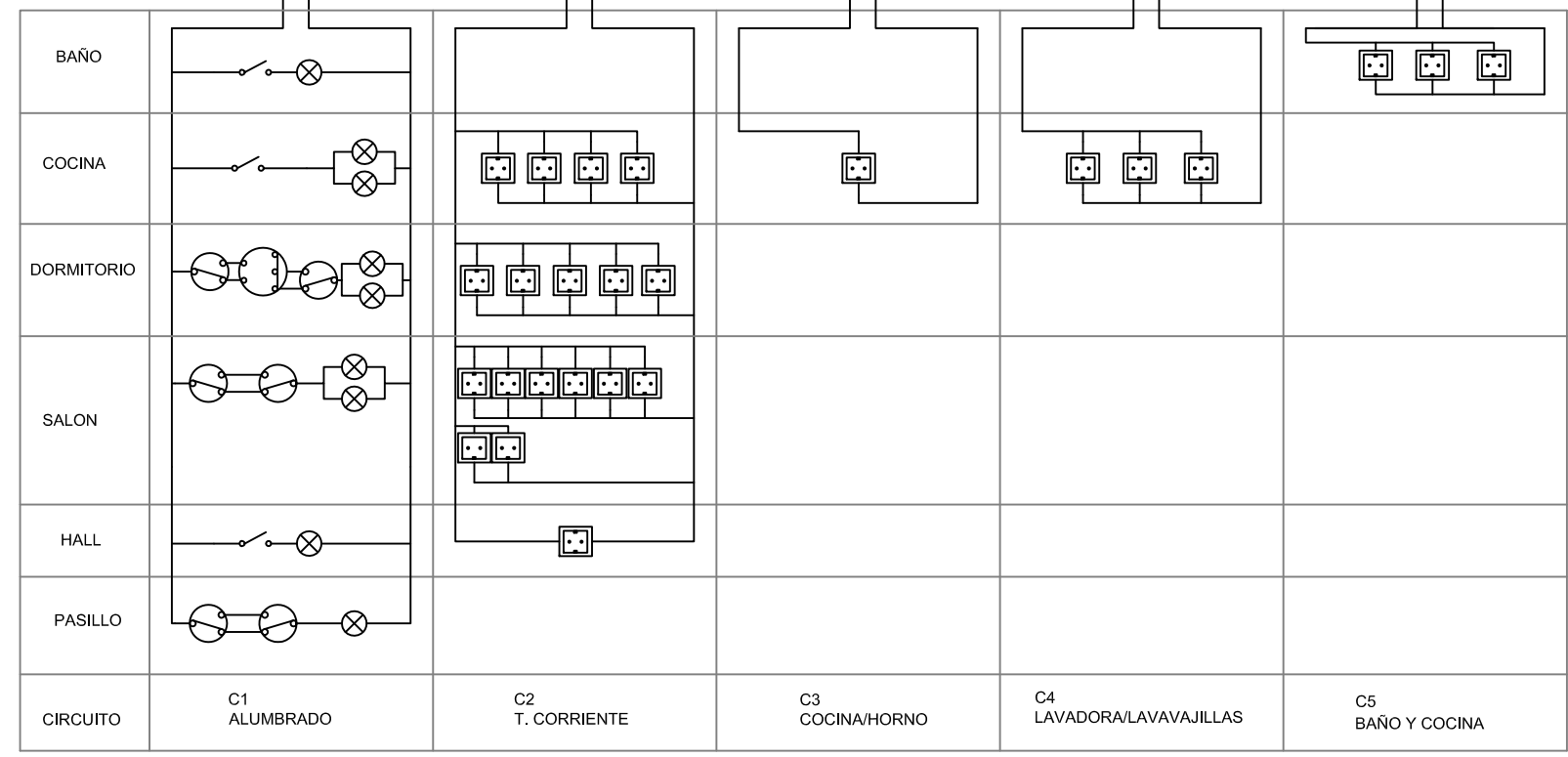
I+N/10 A PdC 6 kA Curva C

I+N/16 A PdC 6 kA Curva C

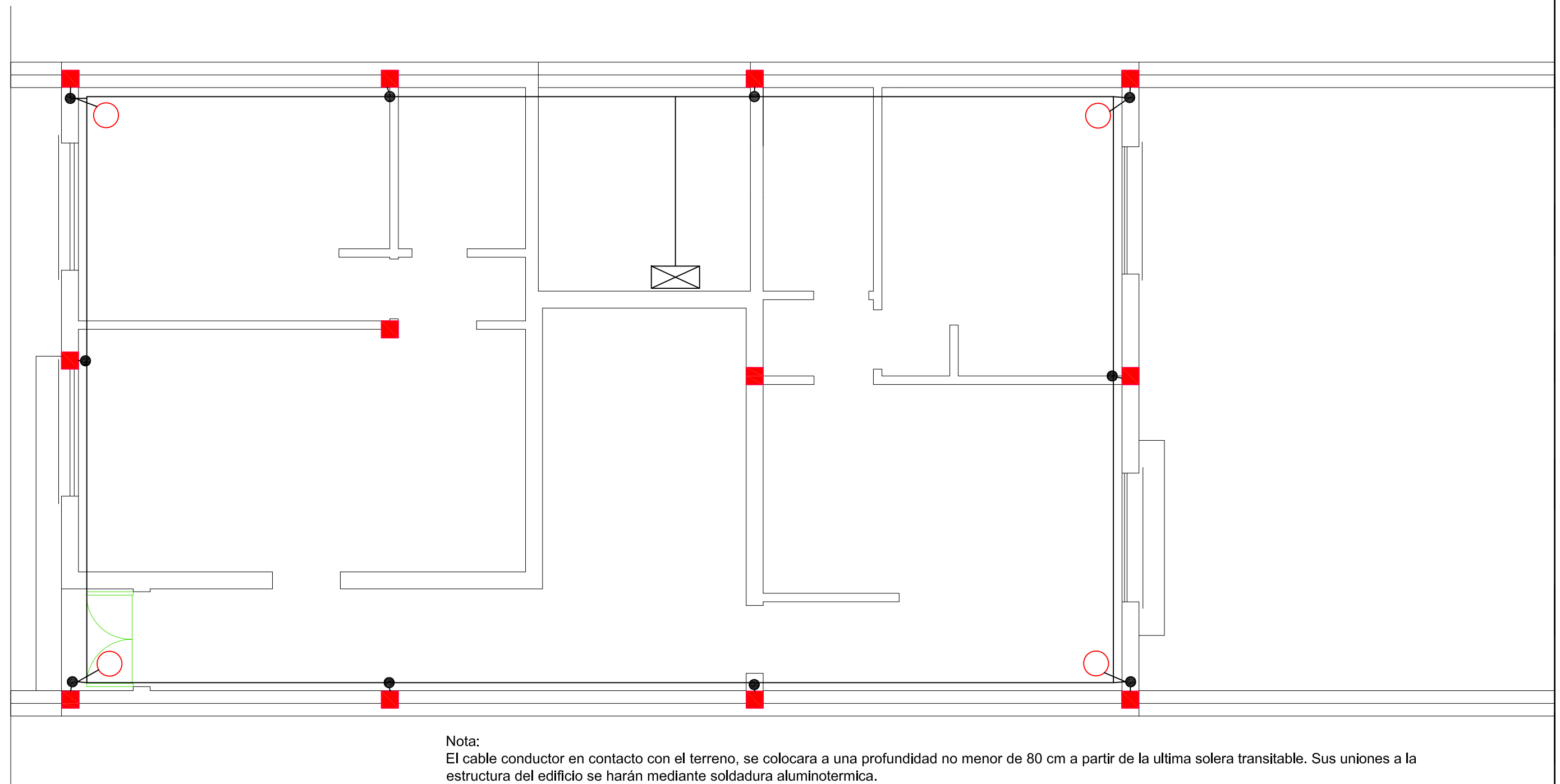
I+N/25 A PdC 6 kA Curva C

I+N/20 A PdC 6 kA Curva C

I+N/16 A PdC 6 kA Curva C



Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO INDUSTRIAL	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>	
PLANO: <b>ESQUEMA MULTIFILAR PLANTA 2 B BLOQUES DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b> FIRMA:
		FECHA: <b>14/02/14</b>
		ESCALA: N° PLANO: <b>S/E 27</b>



Nota:  
 El cable conductor en contacto con el terreno, se colocara a una profundidad no menor de 80 cm a partir de la ultima solera transitable. Sus uniones a la estructura del edificio se harán mediante soldadura aluminotermica.

Las estructuras metálicas y armaduras de muros o soportes de hormigones se soldaran, mediante un cable conductor a la conducción enterrada, en puntos situados por encima de la solera o del forjado de cota inferior.

Del anillo del conductor enterrado se practicara una soldadura de unión con cada pica de puesta a tierra.

LEYENDA	
	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 35 mm <sup>2</sup>
	SOLDADURA ALUMINOTERMICA
	PICA DE PUESTA A TIERRA
	ARQUETA DE CONEXION

Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO:
	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	<b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE VIVIENDAS Y PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LÍNEA SUBT. A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LESAKA</b>		REALIZADO: <b>GOICOECHEA APEZTEGUIA, CARLOS</b>
PLANO: <b>INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA BLOQUE DE VIVIENDAS 1, 2 Y 3</b>		FIRMA:
	FECHA: <b>14/02/14</b>	ESCALA: Nº PLANO: <b>1/50 28</b>