ÍNDICE

RESUM 3
RESUMEN 3
ABSTRACT 3
1. OBJETO 4
2. ALCANCE 4
3. ANTECEDENTES 4
Capítulo I: Red de distribución subterránea en Baja Tensión 4
Capítulo II: Instalación del Alumbrado Público 25
Capítulo III: Centro de Transformación 41
4. Conclusiones 62
5. Referencias 62

RESUM

En aquest projecte de Final de Carrera realitzarem la electrificació d'una urbanització en el municipi del Prat de Llobregat.

Seguint les diferents normatives que s'apliquen en baixa tensió, il·luminació pública i del centre de transformació s'optés pels tipus de proteccions, cablejats i materials necessaris per a la més correcta realització d'aquest projecte.

RESUMEN

En este proyecto de Final de Carrera realizaremos la electrificación de una urbanización en el municipio de El Prat de Llobregat.

Siguiendo las distintas normativas que se aplican en baja tensión, iluminación pública y del centro de transformación se optara por los tipos de protecciones, cableados y materiales necesarios para la más correcta realización de este proyecto.

ABSTRACT

In this project of End of Career we will realize the electrification of an urban development in the municipality of “El Prat de Llobregat”.

Following the different regulations that are applied in low tension, public lighting and of the center of transformation, we will choose the types of protections, wiring and materials necessary for the correct achievements of this project.

1. OBJETO

El presente proyecto tiene por objetivo describir las obras e instalaciones necesarias para la electrificación de la urbanización, por lo que el proyecto comprende los siguientes apartados:

- Red de distribución subterránea en Baja Tensión, que llevará la energía eléctrica desde la estación transformadora hasta la entrada de cada solar.

- Instalación del Alumbrado Público, que garantice unos niveles óptimos de iluminación.

- Centro de transformación, compuesto por dos transformadores, para alimentar la distribución en Baja Tensión y el Alumbrado Público de la nueva urbanización.

2. ALCANCE

El ámbito de aplicación del proyecto alcanza todo el suministro eléctrico a la urbanización de Las Casas de la Seda (Ver plano situación), conteniendo la red de baja tensión que alimenta a las parcelas y al alumbrado público, el centro de transformación del que parten las redes, incluyéndose las infraestructuras necesarias para poder llevarse a cabo.

3. ANTECEDENTES

El presente proyecto comprende diversos estudios acerca de las instalaciones proyectadas.

Debido a la extensión de este proyecto, se han realizado 3 fases:

- CAPITULO I: Red de distribución subterránea en Baja Tensión.

- CAPITULO II: Instalación del Alumbrado Público.

- CAPITULO III: Centro de Transformación.

CAPITULO I:

RED DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA EN BAJA TENSIÓN

ÍNDICE

1. OBJETO 8
2. ALCANCE 8
3. ANTECEDENTES 8
4. NORMAS Y REFERENCIAS 8
4.1 Normas aplicadas 11
5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS 11
6. REQUISITOS DE DISEÑO 11
6.1 Suministro de la energía 11
6.2 Previsión de potencia 12
6.3 Coeficiente de simultaneidad 12
6.4 Trazado de la red 12
6.5 Canalizaciones 12
6.5.1 Canalizaciones directamente enterradas 13
6.5.2 Canalizaciones entubadas 13
6.5.2.1 Colocación de tubos directamente enterrados 13
6.5.2.2 Colocación de tubos hormigonados 14
6.5.3 Arquetas de canalizaciones 15
6.5.4 Cruzamientos 16
6.5.4.1 Calles y carreteras 16
6.5.4.2 Otros cables de energía 16
6.5.4.3 Cables de telecomunicación 16
6.5.4.4 Canalizaciones de agua y gas 17
6.5.4.5 Conducciones de alcantarillado 17
6.5.4.6 Depósitos de carburante 17
6.5.5 Proximidades y paralelismos 17
6.5.5.1 Otros cables de energía eléctrica 17
6.5.5.2 Cables de telecomunicación 18
6.5.5.3 Canalizaciones de agua 18
6.5.5.4 Canalizaciones de gas 18
6.5.6 Acometidas (conexiones de servicio) 19
6.6 Conductores 19
6.6.1 Cálculo de la sección de la red 19

6.6.1.1 Criterio en función de la intensidad máxima 20
6.6.1.2 Criterio en función de la máxima caída de tensión 20
6.6.2 Ensayos de cables 20
6.7 Empalmes y terminaciones 21
6.8 Protecciones 21
6.9 Puesta a tierra 22
6.10 Señalización cables 22
6.11 Cuadro de distribución de BT 23
6.12 Caja de distribución para urbanizaciones 23
6.12.1 Señalización de riesgo eléctrico 23
6.12.2 Numeración 24

1. OBJETO

El presente proyecto tiene por objetivo describir las obras e instalaciones necesarias para la red de distribución subterránea en Baja Tensión que llevará la energía eléctrica desde la estación transformadora hasta la entrada de cada solar.

2. ALCANCE

El ámbito de aplicación del proyecto alcanza todo el suministro eléctrico en baja tensión a la urbanización de Las Casa de la Seda (Ver plano Situación), conteniendo la Red de Baja Tensión que sale del centro de transformación y alimenta a las parcelas, incluyéndose las infraestructuras necesarias para poder llevarse a cabo.

3. ANTECEDENTES

En la Red de Baja Tensión se han proyectado dos líneas que parten del Centro de Transformación. Cuando se produce un defecto de cable en una distribución en anillo, la alimentación se puede restablecer rápidamente para todos los consumidores cuando se determina el tramo de línea en el que se ha producido este defecto.

La distribución en anillo es muy habitual en las redes subterráneas urbanas porque su configuración permite la mejora de la calidad (continuidad) de servicio de la red en caso de que haya un defecto en ésta. La configuración de la distribución en anillo se puede reconfigurar para aislar el defecto y poder mantener la alimentación.

El telemando y los detectores de paso de falta de las funciones de línea, en los esquemas de distribución en bucle, resultan útiles para reducir la duración de los cortes. En caso de producirse un defecto de cables, pueden localizarlo y aislarlo de una manera rápida y eficaz. Esto se logra con interruptores accionados por motor, instalados en algunos centros a lo largo del bucle asociado a las unidades de telemando correspondientes

4. NORMAS Y REFERENCIAS

La redacción de este proyecto ha sido dispuesta según la norma española UNE 157001 "Criterios generales para la elaboración de proyectos".

4.1 NORMAS APLICADAS

El presente proyecto 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:

- Normativa de la compañía FECSA-ENDESA.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Vademécum FECSA-ENDESA
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER – Red Exterior (B.O.E. 19.6.84)
- 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.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones

técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.

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

- Real Decreto 3151/1968 de 28 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

- Recomendaciones UNESA.

- Normalización Nacional. Normas UNE.

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

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

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

- Instrucciones para Alumbrado Público Urbano editadas por la Gerencia de Urbanismo del Ministerio de la Vivienda en el año 1.965.

- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IEE – Alumbrado Exterior (B.O.E. 12.8.78).

- Normas UNE 20.324 y UNE-EN 50.102 referentes a Cuadros de Protección, Medida y Control.

- Normas UNE-EN 60.598-2-3 y UNE-EN 60.598-2-5 referentes a luminarias y proyectores para alumbrado exterior.

- Real Decreto 2642/1985 de 18 de diciembre (B.O.E. de 24-1-86) sobre Homologación de columnas y báculos.

- Real Decreto 401/1989 de 14 de abril, por el que se modifican determinados artículos del Real Decreto anterior (B.O.E. de 26-4-89).

- Orden de 16 de mayo de 1989, que contiene las especificaciones técnicas sobre columnas y báculos (B.O.E. de 15-7-89).

- Orden de 12 de junio de 1989 (B.O.E. de 7-7-89), por la que se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico).

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Preferentemente se han hecho servir el sistema internacional de unidades conforme con la norma UNE 82.100 (partes 0 a 13).

Las abreviaturas que aparezcan en el proyecto se encuentran explicadas en cada apartado, a continuación de haberse utilizado, en el caso de que existan.

6. REQUISITOS DE DISEÑO

6.1 SUMINISTRO DE LA ENERGÍA

La energía eléctrica se le suministrará a la tensión de 400 V, procedente de un nuevo centro de transformación de la urbanización, propiedad de la compañía GESA-Endesa, empresa productora y distribuidora de energía eléctrica en la provincia. La alimentación del centro de transformación proviene de una antigua línea de media tensión aérea que cruzaba la urbanización, convirtiéndose en subterránea al paso por ésta.

6.2 PREVISIÓN DE POTENCIA

La potencia total prevista para la red de distribución en Baja Tensión es de 480,700kVA, calculada en el anexo de cálculos justificativos (Anexo).

La potencia correspondiente a viviendas se determina según la ITC-BT-10 del Reglamento Electrónico para Baja Tensión, que define dos grados de electrificación, básica y elevada.

- Electrificación básica: es la necesaria para la cobertura de las posibles necesidades de utilización primarias, sin necesidad de obras posteriores de adecuación. Debe permitir la utilización de los aparatos eléctricos de uso común en una vivienda.

- Electrificación elevada: es la correspondiente a viviendas con una previsión de utilización de aparatos electrodomésticos superior a la

electrificación básica o con previsión de utilización de sistemas de calefacción eléctrica o de acondicionamiento de aire o con superficies útiles de la vivienda superiores a 160 m2, o con cualquier combinación de los casos anteriores.

6.3 COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD

El coeficiente de simultaneidad lo define la ITC-BT-10 según el número de viviendas, el cual es 0,564, calculado en el anexo de cálculos justificativos.

6.4 TRAZADO DE LA RED

Para la dotación de suministro eléctrico a todos los correspondientes solares, se han diseñado circuitos de baja tensión. Los circuitos partirán desde el cuadro de Baja Tensión situado en el centro de transformación, propiedad de la compañía suministradora de energía GESA-Endesa.

La red eléctrica, en su recorrido, sólo afectará a terrenos de dominio público. El trazado de dicha red se puede observar en el documento adjunto Planos (Ver plano Red subterránea de Baja Tensión).

6.5 CANALIZACIONES

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público, y en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente bajo las aceras, conforme a lo expuesto en la ITC-BT-07 del Reglamento Electrónico de Baja Tensión. El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 20.435), a respetar en los cambios de dirección.

En la etapa de proyecto se deberá consultar con las empresas de servicio público y con los posibles propietarios de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocida, antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

6.5.1 CANALIZACIONES DIRECTAMENTE ENTERRADAS

La profundidad mínima de instalación de los conductores, hasta la parte inferior del cable, será de 0,60 metros. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. Por el contrario, deberán aumentarse cuando las condiciones así lo exijan.

Para conseguir que el cable quede correctamente instalado sin haber recibido daño alguno, y que ofrezca seguridad frente a excavaciones hechas por terceros, en la instalación de los cables se seguirán las instrucciones descritas a continuación:

- El lecho de la zanja que va a recibir el cable será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se dispondrá una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo 0,05 metros, sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,20 m desde el fondo. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales.

- Por encima de la arena todos los cables deberán tener una protección mecánica, como por ejemplo, losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente. Podrá admitirse el empleo de otras protecciones mecánicas equivalentes. Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión. (Ver plano Zanjas).

- Se admitirá también la colocación de placas con la doble misión de protección mecánica y de señalización.

6.5.2 CANALIZACIONES ENTUBADAS

La canalización se efectuará con tubos de polietileno (PE) corrugado de alta densidad, con la superficie interna lisa y diámetro de 250 mm.

6.5.2.1 COLOCACIÓN DE TUBOS DIRECTAMENTE ENTERRADOS

Se colocarán, principalmente, en los lugares que se afecte al acceso a garajes y determinados inmuebles y cuando, por razones de tráfico rodado o peatonal, no interese tener zanjas abiertas por razones de seguridad.

Los tubos se instalarán sobre un lecho de arena y, posteriormente, serán cubiertos también con arena. En los casos de dificultad en el acopio de arena, el Director de Obra podrá autorizar el cambio por otros materiales de similares características, tales como tierra tamizada o gravilla 0, previo acuerdo con la Empresa Distribuidora.

6.5.2.2 COLOCACIÓN DE TUBOS HORMIGONADOS

Los cables se tenderán en tubulares hormigonadas en casos tales como cruce de calzadas y acceso a garajes de vehículos de gran tonelaje. Este tipo de canalización se ajustará a las siguientes condiciones:

- En los cruces de calzada, deberán preverse uno o varios tubos de reserva para futuras ampliaciones. Estos tubos de reserva deberán dejarse convenientemente taponados, con una guía pasada de calidad y resistencia mecánica que garantice su utilización en el futuro.

- Los extremos de los tubos, en los cruces de calzada, sobrepasarán la línea del bordillo entre 50 y 80 cm.

- La zanja para tubulares estará abierta en su totalidad para poder darle una ligera pendiente y evitar así la acumulación de agua en el interior de los tubos, a la vez que se comprobará la viabilidad de la misma.

- Los tubos dispondrán de embocaduras que eviten la posibilidad de rozamientos contra los bordes durante el tendido.

- Previamente a la instalación del tubo, el fondo de la zanja se cubrirá con una lechada de hormigón pobre (H-100) de 6 cm de espesor.

- El bloqueo de los tubos se llevará a cabo con hormigón de resistencia H-100 cuando provenga de planta o con una dosificación del cemento de 200 kg/m3 cuando se realice a pie de obra, evitando que la lechada se introduzca en el interior de los tubos por los ensambles. Para permitir el paso de hormigón se utilizarán separadores de tubos.

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

- El hormigón de la tubular no debe llegar hasta el pavimento de rodadura, pues facilita la transmisión de vibraciones. Cuando sea inevitable, debe intercalarse una capa de tierra o arena que actúe de amortiguador.

- Los tubos quedarán sellados con espumas expansibles, impermeables e ignífugas.

6.5.3 ARQUETAS DE CANALIZACIONES

Cuando el tendido se realice por tubulares, deberán disponerse las arquetas suficientes que faciliten la realización de los trabajos de tendido.

En los tramos rectos del tendido, serán catas abiertas de una longitud mínima de 2 m, realizadas como máximo cada 40 m, en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería donde vaya a instalarse el cable (los tubos de reserva mantendrán su continuidad). Una vez tendido el cable, estas catas se taparán al igual que las zanjas.

En los cambios de dirección y cuando se considere conveniente, se colocarán arquetas prefabricadas de hormigón sin fondo para favorecer la filtración de agua, siendo sus dimensiones aproximadas de 116 x 60 cm y altura 80 cm.

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 sellarán con yeso, mortero ignífugo o material expansible de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

A continuación, se rellenará la arqueta con arena, sobrepasando la rasante de ésta en 10 cm con el fin de amortiguar las vibraciones que pudieran transmitirse. Por encima de la capa de arena se rellenará con tierra cribada compacta hasta la altura que se precise en función del acabado superficial que le corresponda.

En los casos en que se estime oportuno, las arquetas serán practicables y, por tanto, deberán cerrarse con la tapa normalizada para este fin. Esta tapa no se dejará vista, sino que se cubrirá con el acabado superficial que proceda.

6.5.4 CRUZAMIENTOS

6.5.4.1 CALLES Y CARRETERAS

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón en toda su longitud, a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

6.5.4.2 OTROS CABLES DE ENERGÍA

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurran por encima de los cables de media tensión.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de media tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 6.5.2.

6.5.4.3 CABLES DE TELECOMUNICACIÓN

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 6.5.2.

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

6.5.4.4 CANALIZACIONES DE AGUA Y GAS

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 6.5.2.

6.5.4.5 CONDUCCIONES DE ALCANTARILLADO

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.

No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas según lo prescrito en el apartado 6.5.2.

6.5.4.6 DEPÓSITOS DE CARBURANTE

Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas según lo prescrito en el apartado 6.5.2 y distarán, como mínimo, 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

6.5.5 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

6.5.5.1 OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o media 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 media tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables

directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 6.5.2.

6.5.5.2 CABLES DE TELECOMUNICACIÓN

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 6.5.2.

6.5.5.3 CANALIZACIONES DE AGUA

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 6.5.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

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

6.5.5.4 CANALIZACIONES DE GAS

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 6.5.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

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

6.5.6 ACOMETIDAS (CONEXIONES DE SERVICIO)

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 6.1.4.2.

6.6 CONDUCTORES

Los conductores a utilizar en las redes subterráneas de Baja Tensión serán unipolares, circulares compactos, del tipo RV, tensión 0,6/1 kV, aislamiento de polietileno reticulado XLPE y cubierta de PVC y cumplirán la norma UNE 2160.

Las secciones normalizadas de los conductores son las siguientes:

- 4x1x150 Al
- 4x1x240 Al

La sección utilizada en la urbanización para la red de distribución en Baja Tensión es 4x1x240 Al.

6.6.1 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LA RED

Para el cálculo de la sección de los conductores que configuran la red subterránea de Baja Tensión, se tendrá en cuenta el criterio más desfavorable de los que se indican a continuación.

6.6.1.1 CRITERIO EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La intensidad máxima de cálculo de cada uno de los conductores de la red no sobrepasará los valores indicados en la ***Tabla 1***, ni la intensidad máxima del fusible a instalar.

SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES (aislamiento XLPE)	Intensidad máxima admisible a 25º C		Intensidad a 40º C	Resistencia ohm/Km	Reactancia ohm/Km
	Enterrado	Bajo tubo	al aire	a 25º C	a 25º C
4x1x150 Al	330	264	300	0,21	0,08
4x1x240 Al	430	344	420	0,13	0,08

Tabla 1: *Características eléctricas de los conductores*

6.6.1.2 CRITERIO EN FUNCIÓN DE LA MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN

En general, para la determinación de la caída de tensión se supondrá que las cargas son trifásicas y equilibradas.

La caída de tensión máxima admisible será el 5% de la tensión nominal.

Cuando en una red el número de acometidas a conectar sobre la totalidad o último tramo de la misma sea inferior a tres, deberá recurrirse al cálculo monofásico.

6.6.2 ENSAYOS DE CABLES

Todos los cables deberán ser sometidos en fábrica, como mínimo, a un ensayo de rigidez dieléctrica a frecuencia industrial, según la norma Endesa GE CNL001.

La Empresa Distribuidora recabará la entrega de los correspondientes originales de los protocolos de pruebas expedidos por el fabricante, salvo que se acredite que la bobina aportada o su documentación asociada llevan la inscripción “Calidad Concertada con el Grupo Endesa”.

La Empresa Instaladora certificará en el protocolo que el cable instalado corresponde al mismo.

6.7 EMPALMES Y TERMINACIONES

Siempre que sea posible, los cabes se instalarán enteros, es decir, sin empalmes intermedios. Cuando sea preciso realizarlos, así como para la confección de las terminaciones, se seguirán los procedimientos establecidos por los fabricantes y homologados por la Empresa Distribuidora.

Los operarios que realicen los empalmes deberán pertenecer a una empresa homologada por la Empresa Distribuidora, conocerán y dispondrán de la documentación necesaria para evaluar la confección del empalme y estarán habilitados para ello.

Se tendrá especial cuidado en los puntos siguientes:

- Dimensiones del pelado de cubierta, capa semiconductora externa e interna.
- Utilización correcta de manguitos y engaste con el utillaje necesario.
- Limpieza general, aplicación de calor uniformemente en los termorretráctiles y ejecución correcta de los contráctiles.

Los empalmes estarán identificados con el nombre del operario y la empresa que los realice.

6.8 PROTECCIONES

Las redes subterráneas de Baja Tensión deberán protegerse contra sobreintensidades, motivadas tanto por sobrecargas como por cortocircuitos, mediante fusibles que se instalarán en el centro de transformación y en los cambios de sección cuando el conductor de menor sección no quede protegido desde cabecera.

Los fusibles serán del tipo "gG", de uso general y con las características que se describen en las normas UNE EN 60269 partes 1 y 2 y UNE 21103-1.

Se utilizarán fusibles de 250 A ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación, desde donde parten las líneas. No será necesaria la colocación de elementos de protección en ningún otro punto de la red al no haber cambio de sección.

Al realizarse un bucle cerrado, es decir, que los últimos armarios de distribución de cada una de las líneas se unen con otro armario de otra línea, con el fin de obtener una mayor calidad de suministro en toda la urbanización, se instalarán también fusibles de las mismas características que las citadas anteriormente en todos los armarios de distribución. Con esto, se pretende que si se produce una avería en un punto de la red de suministro de BT, no afecte a los usuarios que le preceden, sino que la alimentación de éstos se produzca por otra línea, manteniendo la protección de ésta con la utilización de dichos fusibles.

6.9 PUESTA A TIERRA

El conductor neutro de la red se conectará a tierra en el mismo electrodo de la instalación de puesta a tierra de los herrajes del centro de transformación. Por otra parte, el conductor neutro de cada línea se conectará a tierra a lo largo de la red en los armarios de distribución, por lo menos cada 200 m, y en todos los finales, tanto de las redes principales como de sus derivaciones.

La conexión a tierra de los otros puntos de la red, se realizará mediante picas cilíndricas para puesta a tierra, de 2 m de acero-cobre, conectadas con cable desnudo, de cobre de 50 mm2 y terminal a la platina del neutro.

6.10 SEÑALIZACIÓN CABLES

Todos los cables estarán señalizados por una cinta de atención normalizada y colocada a la distancia que se indica en los dibujos del plano Zanjas.

Cuando en la misma zanja existan líneas de tensión diferente (MT y BT), en diferentes planos verticales, debe colocarse dicha cinta encima de cada canalización.

6.11 CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE BT

Se ubicará dentro del centro de transformación. Tendrá tres salidas, correspondiente a las tres líneas utilizadas para la distribución subterránea en Baja Tensión de toda la urbanización.

Dispondrá de bases de 400 A y se procurará que su carga esté equilibrada.

6.12 CAJA DE DISTRIBUCIÓN PARA URBANIZACIONES

Permite hacer entrada y hasta dos salidas de la línea principal de Baja Tensión y derivar a cliente hasta un máximo de dos suministros trifásicos o 4 monofásicos. Estas derivaciones a cliente acabarán en las cajas de protección y medida (CPM).

La caja de distribución para urbanizaciones estará alimentada desde el cuadro de distribución de BT del centro de transformación o de otra caja de distribución para urbanizaciones.

Su instalación se efectuará empotrada en la fachada o en el muro de las viviendas a alimentar, quedando la parte frontal del armario alineada con la cara exterior de la fachada o muro.

6.12.1 SEÑALIZACIÓN DE RIESGO ELÉCTRICO

La caja de distribución para urbanizaciones dispondrá en su puerta de la señal "Riesgo eléctrico" AE-10 (AMYS1.4-10) y del signo de la Empresa Distribuidora. La fijación de ambos deberá garantizar la condición de doble aislamiento y el grado de protección del armario. Las señales deberán tener los colores establecidos y ser troqueladas o difícilmente extraíbles.

6.12.2 NUMERACIÓN

Los números se situarán en la parte frontal. Esta señalización deberá quedar claramente indicada y ser indeleble y duradera.

Se consignarán tres números con el siguiente orden, de izquierda a derecha:

Número del armario – Número de línea – Número del Centro de Transformación

Dicha numeración se puede observar en el plano Red subterránea de Baja Tensión.

Además, a la derecha e izquierda de los citados frontales deberán indicarse los números de los solares a los que alimentarán.

CAPITULO II:

INSTALACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO

ÍNDICE

1. OBJETO 27
2. ALCANCE 27
3. ANTECEDENTES 27
4. NORMAS Y REFERENCIAS 27
4.1 Normas aplicadas 28
5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS 30
6. REQUISITOS DE DISEÑO 30
6.1 Suministro de la energía 30
6.2 Descripción de las zonas a iluminar 30
6.3 Niveles de iluminación 31
6.3.1 Niveles de iluminación seleccionados 32
6.4 Previsión de potencia 33
6.5 Trazado de la red 33
6.6 Canalizaciones 33
6.6.1 Canalizaciones entubadas 34
6.6.2 Arquetas de canalizaciones 35
6.7 Conductores 35
6.7.1 Cálculo de la sección de la red 35
6.7.1.1 Criterio en función de la intensidad máxima admisible 35
6.7.1.2 Criterio en función de la máxima caída de tensión 36
6.8 Luminarias 36
6.9 Soportes de luminarias 37
6.10 Empalmes y derivaciones 37
6.11 Protecciones 38
6.12 Puesta a tierra 39
6.13 Señalización cables 39
6.14 Cuadro de protección, medida y control 40

1. OBJETO

El presente proyecto tiene por objetivo describir las obras e instalaciones necesarias para la red subterránea de alumbrado público que llevará la energía eléctrica desde la estación transformadora hasta cada una de las farolas instaladas en la urbanización.

2. ALCANCE

El ámbito de aplicación del proyecto alcanza todo el suministro eléctrico en baja tensión para el alumbrado público de la urbanización de Las Casas de la Seda (Ver plano situación), conteniendo la Red de Baja Tensión que sale del Centro de Transformación y alimenta a las farolas, incluyéndose las infraestructuras necesarias para poder llevarse a cabo.

3. ANTECEDENTES

En la Red de alumbrado público se han proyectado tres líneas que parten del cuadro de alumbrado público, situado al lado del nuevo Centro de Transformación, las cuales se ramifican para poder abastecer el suministro eléctrico a todas las luminarias instaladas en dicha urbanización.

El alumbrado público se instalará de manera que garantice unos niveles óptimos de iluminación, reduciéndose su flujo a la mitad a partir de las 0:00 horas, con la finalidad de producirse un ahorro energético considerable.

4. NORMAS Y REFERENCIAS

La redacción de este proyecto ha sido dispuesta según la norma española UNE 157001 “Criterios generales para la elaboración de proyectos”.

4.1 NORMAS APLICADAS

El presente proyecto 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:

- Normativa de la compañía FECSA-ENDESA.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Vademécum FECSA-ENDESA
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER – Red Exterior (B.O.E. 19.6.84)
- 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.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones

técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.

- Orden de 10 de Marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 3151/1968 de 28 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- Recomendaciones UNESA.
- Normalización Nacional. Normas UNE.
- Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.
- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Instrucciones para Alumbrado Público Urbano editadas por la Gerencia de Urbanismo del Ministerio de la Vivienda en el año 1.965.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IEE – Alumbrado Exterior (B.O.E. 12.8.78).
- Normas UNE 20.324 y UNE-EN 50.102 referentes a Cuadros de Protección, Medida y Control.
- Normas UNE-EN 60.598-2-3 y UNE-EN 60.598-2-5 referentes a luminarias y proyectores para alumbrado exterior.
- Real Decreto 2642/1985 de 18 de diciembre (B.O.E. de 24-1-86) sobre Homologación de columnas y báculos.
- Real Decreto 401/1989 de 14 de abril, por el que se modifican determinados artículos del Real Decreto anterior (B.O.E. de 26-4-89).
- Orden de 16 de mayo de 1989, que contiene las especificaciones técnicas sobre columnas y báculos (B.O.E. de 15-7-89).
- Orden de 12 de junio de 1989 (B.O.E. de 7-7-89), por la que se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico).

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Preferentemente se han hecho servir el sistema internacional de unidades conforme con la norma UNE 82.100 (partes 0 a 13).

Las abreviaturas que aparezcan en el proyecto se encuentran explicadas en cada apartado, a continuación de haberse utilizado, en el caso de que existan.

6. REQUISITOS DE DISEÑO

6.1 SUMINISTRO DE LA ENERGÍA

La energía eléctrica se le suministrará a la tensión de 400 V, procedente de un nuevo Centro de Transformación de la urbanización, propiedad de la compañía GESA-Endesa, empresa productora y distribuidora de energía eléctrica en la provincia. La alimentación del centro de transformación proviene de una antigua línea de media tensión aérea que cruzaba la urbanización, convirtiéndose en subterránea al paso por ésta.

6.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS A ILUMINAR

La urbanización de Las Casas de la Seda, objeto del proyecto, será considerada por sus características como zona residencial con zonas verdes.

A continuación se detallan las dimensiones y particularidades de estas zonas:

- **Calle Vendrell:** Vial de 182 m de longitud, con una calzada central de anchura 5 m, permitiendo la circulación en un solo sentido. Consta de un carril de estacionamiento en su parte inferior de 2,5 m de anchura y de dos aceras de 2 m de anchura cada una, en los extremos de la vía.

- **Calle Jaume casanovas**: Vial de 180 m de longitud, con una calzada central de anchura 9, permitiendo la circulación en un sentido. Consta de dos carriles de estacionamiento de 2,5 m de anchura y de dos aceras, la acera de la urbanización es de 2 m y la de enfrente es de 4m.

- **Calle Carretera aviación:** Vial de 143 m de longitud, con una calzada central de anchura 9, permitiendo la circulación en un sentido. Consta de dos carriles de estacionamiento de 2,5 m de anchura. Consta de dos aceras ambas de 2 m.

- **Calle Girona:** Vial de 120 m de longitud, con una calzada central de anchura 5, permitiendo la circulación en un solo sentido y un carril de aparcamiento de 2,5 m. Consta de dos aceras de 2 m de anchura cada una.

- **Calle Carlos Stulemeijer:** Vial de 153 m de longitud, con una calzada central de anchura 5, permitiendo la circulación en un solo sentido y un carril de aparcamiento de 2,5 m. Consta de dos aceras de 2 m de anchura cada una.

- **Avenida 11 de septiembre:** Vial de 247 m de longitud, con una calzada central de anchura 10, permitiendo la circulación ambos sentidos y un carril de aparcamiento de 2,5 m. Consta de una acera de 9 m de anchura.

6.3 NIVELES DE ILUMINACIÓN

Existen diversas fuentes de información sobre el cálculo luminotécnico de alumbrado viario, todo y que en España no existan normas concretas y obligatorias que determinen las características que tienen que reunir las instalaciones de alumbrado público.

La Gerencia de Urbanización del Ministerio de la Vivienda publicó, basándose en las Recomendaciones Internacionales, unas tablas de niveles de iluminación y sus correspondientes factores de uniformidad en función de la intensidad del tránsito rodado, así como también de la velocidad del tránsito. Estas tablas se encuentran en los cálculos justificativos (Anexo III), pero la que hemos adoptado para realizar los correspondientes cálculos luminotécnicos del proyecto, es la tabla 3, ya que es la que más se ajusta a los parámetros de la urbanización.

Tabla 3: Nivel y factor de uniformidad de iluminación, sobre la calzada y en servicio, en abstinencia de datos numéricos sobre el tránsito TIPO DE VIA	VALORES MINIMOS		VALORES RECOMENDADOS	
Iluminación mínima (Lux)	Factor de uniformidad	Iluminación mínima (Lux)	Factor de uniformidad	
Carreteras de la red básica	22	0,40	33	0,40
Vías principales o de penetración, continuación de la red básica.	22	0,40	22	0,40
Vías principales o de continuación de carreteras de la red comarcal.	15	0,40	22,5	0,40
Vías principales o de penetración, continuación de carreteras de la red local o vecinal.	10	0,40	15	0,40
Vías industriales	7,5	0,40	10	0,40
Vías comerciales de lujo con tráfico rodado	22	0,40	33	0,40
Vías comerciales con tráfico rodado, en general	10	0,40	22	0,40
Vías comerciales sin tráfico rodado	7,5	0,40	15	0,40
Vías residenciales con tráfico rodado	10	0,40	15	0,40
Vías residenciales con poco tráfico rodado	7	0,40	10	0,40
Grandes plazas	22	0,40	30	0,40
Plazas en general	10	0,40	15	0,40
Paseos	15	0,40	22	0,40

6.3.1 NIVELES DE ILUMINACIÓN SELECCIONADOS

En este proyecto se han seleccionado dos niveles de iluminación, según sea la situación de las luminarias:

- Nivel de iluminación vial: corresponde a la iluminación de todas las calles de la urbanización. Se ha determinado su nivel de iluminación como "Vías residenciales con poco tráfico rodado". Los parámetros adoptados son:

Iluminación (Lux)	≥ 7,5
Coeficiente de uniformidad	≥ 0,4

- Nivel de iluminación en parques: corresponde a la iluminación de las dos zonas verdes de la urbanización. Al no hallarse información sobre dichas zonas a iluminar, se ha tomado un nivel de iluminación igual al

vial, pero reduciendo el coeficiente de uniformidad a la mitad, ya que en estas zonas no es importante el grado de uniformidad de la iluminación. Los parámetros adoptados son:

Iluminación (Lux)	≥ 7,5
Coeficiente de uniformidad	≥ 0,2

Los niveles de iluminación que habrá en la urbanización para cada una de sus calles y zonas verdes, puede observarse en los cálculos luminotécnicos.

6.4 PREVISIÓN DE POTENCIA

La potencia total prevista para la red de distribución en baja tensión del Alumbrado Público es de 11 kVA.

La potencia aparente (VA) correspondiente a las luminarias se determina según la ITC-BT-09 del Reglamento Electrónico para Baja Tensión, que se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.

6.5 TRAZADO DE LA RED

Para la dotación de suministro eléctrico a todas las correspondientes luminarias, se han diseñado circuitos de baja tensión. Los circuitos partirán desde el cuadro de alumbrado público, situado fuera del Centro de Transformación, propiedad de la Compañía Suministradora de energía GESA-Endesa.

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

6.6 CANALIZACIONES

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público, y en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente bajo las aceras, conforme a lo expuesto en la ITC-BT-07 del Reglamento Electrónico de Baja Tensión. El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos.

Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 20.435), a respetar en los cambios de dirección.

En la etapa de proyecto se deberá consultar con las empresas de servicio público y con los posibles propietarios de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocida, antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

6.6.1 CANALIZACIONES ENTUBADAS

La canalización se efectuará con tubos de polietileno (PE) corrugado de alta densidad, con la superficie interna lisa y diámetro de 63 mm, según lo indicado en la ITC-BT-09.

Los tubos irán enterrados a una profundidad de 0,4 m del nivel del suelo medidos desde la cota inferior del tubo.

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

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

- Resistencia a la compresión: 250 N para tubos embebidos en hormigón; 450 N para tubos en suelo ligero; 750 N para tubos en suelo pesado.

- Resistencia al impacto: Grado Ligero para tubos embebidos en hormigón; Grado Normal para tubos en suelo ligero o suelo pesado.

- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Protegido contra objetos D > 1 mm.

- Resistencia a la penetración del agua: Protegido contra el agua en forma de lluvia.

- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

6.6.2 ARQUETAS DE CANALIZACIONES

Se instalarán arquetas prefabricadas de dimensiones 40x40 cm, las cuales se instalarán justo al lado de cada una de las luminarias de la urbanización, en las derivaciones y en los cambios de sentido pronunciados.

6.7 CONDUCTORES

Los conductores a utilizar en las redes subterráneas de alumbrado público serán multiconductores circulares, de cobre (Cu), tensión 0,6/1 kV, aislamiento de polietileno reticulado XLPE. La sección de las redes subterráneas será de 6 mm2.

Los conductores utilizados para realizar la acometida del centro de transformación al cuadro de alumbrado público y de éste al cuadro de comandamiento, son conductores de las mismas características que los anteriores pero de 10 mm2 de sección.

La instalación de los conductores de alimentación a las lámparas serán de Cu, bipolares, tensión 0,6/1 kV, de 2x2,5 mm2 de sección.

El circuito encargado de la alimentación al equipo reductor de flujo, compuesto por balastro especial, condensador, arrancador electrónico y unidad de conmutación, se realizará con conductores de Cu, bipolares, tensión 0,6/1 kV, de 2x2,5 mm2 de sección

6.7.1 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LA RED

Para el cálculo de la sección de los conductores que configuran la red subterránea de alumbrado público, se han tenido en cuenta el criterio más desfavorable de los que se indican a continuación.

6.7.1.1 CRITERIO EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La intensidad máxima de cálculo de cada uno de los conductores de la red no sobrepasará los valores indicados en la Tabla 5 de la ITC-BT-07 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

6.7.1.2 CRITERIO EN FUNCIÓN DE LA MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN

En general, para la determinación de la caída de tensión se supondrá que las cargas son trifásicas y equilibradas.

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

Cuando en una red el número de luminarias a conectar sobre la totalidad o último tramo de la misma sea inferior a tres, deberá recurrirse al cálculo monofásico.

6.8 LUMINARIAS

El alumbrado se realizará a base de lámparas de halogenuros metálicos, dispuestas en el exterior, uniformemente distribuidas, tal y como puede apreciarse en el anexo adjunto en el documento correspondiente; también se adjuntan esquemas con la separación entre luminarias para el circuito proyectado. (Ver plano Red subterránea de Alumbrado Público).

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

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

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

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

6.9 SOPORTES DE LUMINARIAS

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

Las columnas irán provistas de puertas de registro de acceso para la manipulación de sus elementos de protección y maniobra, por lo menos a 0,30 m del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección IP 44 según UNE 20.324 (EN 60529) e IK10 según UNE-EN 50.102, que sólo se puede abrir mediante el empleo de útiles especiales y dispondrá de un borne de tierra. En su interior se ubicará una tabla de conexiones de material aislante, provista de alojamiento para los fusibles y de fichas para la conexión de los cables.

La cimentación de las columnas se realizará con dados de hormigón en masa de resistencia característica Rk = 175 Kg/cm2, con pernos embutidos para anclaje y con comunicación a columna por medio de codo.

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

6.10 EMPALMES Y DERIVACIONES

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

La conexión a los terminales estará hecha de forma que no ejerza sobre los conductores ningún esfuerzo de tracción.

6.11 PROTECCIONES

En primer lugar, las líneas de la red de alumbrado público estarán protegidas individualmente tanto contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos) como contra corrientes de defecto a tierra, que puedan presentarse en la misma según apartado 4 de la ITC-BT-09.

Para ello, se utilizarán interruptores diferenciales e interruptores magnetotérmicos, ubicados en el cuadro de mando, desde donde parte la red eléctrica. La reducción de sección para los circuitos de alimentación a luminarias (2,5 mm2) se protegerán con fusibles de 10 A existentes en cada columna.

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos e indirectos (ITC-BT-09, apartado 9), se han tomado las siguientes consideraciones:

- Las luminarias serán de Clase I o de Clase II. Cuando sean de Clase I, deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra

- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito.

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

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

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

6.12 PUESTA A TIERRA

Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ω. También se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ω y a 1 Ω, respectivamente. En cualquier caso, la máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc.).

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control. En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea. (Ver plano Red subterránea de Alumbrado Público).

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

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

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

6.13 SEÑALIZACIÓN CABLES

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.

6.14 CUADRO DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL

Se ubicará al lado del centro de transformación. Tendrá tres salidas, correspondiente a las tres líneas utilizadas para la distribución subterránea en baja tensión del alumbrado público.

La envolvente del cuadro proporcionará un grado de protección mínima IP55, según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102, y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2 m y 0,3 m. Los elementos de medidas estarán situados en un módulo independiente.

El cuadro estará compuesto por los siguientes elementos:

- 1 Uds. Armario de poliéster prensado con placas de montaje y soportes carril DIN regulable, de puerta frontal en versión relieve con cerradura.
- 1 Uds. Interruptor Automático Magnetotérmico de 40 A y 4 polos
- 3 Uds. Interruptor Automático Magnetotérmico de 25 A y 4 polos
- 3 Uds. Interruptor Automático Magnetotérmico de 16 A y 2 polos
- 3 Uds. Interruptor Diferencial de 40 A, 4 polos y 300 mA de sensibilidad
- 1 Uds. Interruptor-Contactor de 40 A
- 3 Uds. Interruptor-Contactor de 20 A

CAPITULO III:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

ÍNDICE

1. OBJETO 44
2. ALCANCE 44
3. ANTECEDENTES 44
4. NORMAS Y REFERENCIAS 44
4.1 Normas aplicadas 44
5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS 47
6. REQUISITOS DE DISEÑO 47
6.1 Características generales 47
6.2 Programa de necesidades y potencia instalada 47
6.3 Obra civil 48
6.3.1 Local 48
6.3.2 Edificio de transformación 48
6.3.3 Envolvente 48
6.3.4 Placa piso 49
6.3.5 Cubierta o techo 49
6.3.6 Accesos 49
6.3.7 Ventilación 50
6.3.8 Acabado 50
6.3.9 Varios 50
6.3.10 Cimentación 51
6.3.11 Características detalladas 51
6.4 Instalación eléctrica 52
6.4.1 Red de alimentación 52
6.4.2 Aparamenta de Media Tensión 52
6.4.2.1 Base 52
6.4.2.2 Frontal 53
6.4.2.3 Cuba 53
6.4.2.4 Interruptor / Seccionador / Seccionador de puesta a tierra 53
6.4.2.5 Mando 54
6.4.2.6 Fusibles 54
6.4.2.7 Conexión 54
6.4.2.8 Enclavamientos 54
6.4.2.9 Características eléctricas 55
6.4.3 Celdas de MT utilizadas 55
6.4.3.1 Entrada / Salida 1: CGM-CML interruptor-seccionador 55
6.4.3.2 Entrada / Salida 2: CGM-CML interruptor-seccionador 55
6.4.3.3 Protección Transformador 1: CGM-CMP-F protección fusibles 56
6.4.3.4 Protección Transformador 2: CGM-CMP-F protección fusibles 56
6.4.4 Transformadores utililizados 56
6.4.4.1 Transformador 1: Transformador aceite 24 kV 56
6.4.4.2 Transformador 2: Transformador aceite 24 kV 57
6.4.5 Aparamenta de Baja Tensión 57
6.4.5.1 Cuadro de BT – Transformador 1 57
6.4.5.2 Cuadro de BT – Transformador 2 57
6.4.5.3 Conexiones 57
6.4.5.4 Cuadros de BT utilizados 58
6.4.5.4.1 Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares 58
6.4.5.4.2 Zona de salidas 58

6.4.5.4.3 Características eléctricas 58
6.5 Medida de la energía eléctrica 59
6.6 Puesta a tierra 59
6.6.1 Tierra de protección 59
6.6.2 Tierra de servicio 59
6.7 Instalaciones secundarias 60
6.7.1 Alumbrado 60
6.7.2 Protección contra incendios 60
6.7.3 Medidas de seguridad 60

1. OBJETO

El presente proyecto tiene por objetivo describir las obras e instalaciones necesarias para la creación de un Centro de transformación, para alimentar la distribución en baja tensión y el alumbrado público de la urbanización de Las Casas de la Seda.

2. ALCANCE

El ámbito de aplicación del proyecto alcanza la creación de un Centro de transformación en la urbanización de Las Casas de la Seda (Ver plano situación), conteniendo todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento, incluyéndose las infraestructuras necesarias para poder llevarse a cabo.

3. ANTECEDENTES

Se ha creado un Centro de Transformación, con dos transformadores, siendo la potencia de cada uno de ellos de 400 kVA. para realizar el suministro eléctrico en baja tensión y el alumbrado público de toda la urbanización.

4. NORMAS Y REFERENCIAS

La redacción de este proyecto ha sido dispuesta según la norma española UNE 157001 "Criterios generales para la elaboración de proyectos".

4.1 NORMAS APLICADAS

El presente proyecto 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:

- Normativa de la compañía FECSA-ENDESA.

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

- Vademécum FECSA-ENDESA

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

- 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.

- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

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

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

- Real Decreto 3151/1968 de 28 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

- Recomendaciones UNESA.

- Normalización Nacional. Normas UNE.

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

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

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

- Instrucciones para Alumbrado Público Urbano editadas por la Gerencia de Urbanismo del Ministerio de la Vivienda en el año 1.965.

- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IEE – Alumbrado Exterior (B.O.E. 12.8.78).

- Normas UNE 20.324 y UNE-EN 50.102 referentes a Cuadros de Protección, Medida y Control.

- Normas UNE-EN 60.598-2-3 y UNE-EN 60.598-2-5 referentes a luminarias y proyectores para alumbrado exterior.

- Real Decreto 2642/1985 de 18 de diciembre (B.O.E. de 24-1-86) sobre Homologación de columnas y báculos.

- Real Decreto 401/1989 de 14 de abril, por el que se modifican determinados artículos del Real Decreto anterior (B.O.E. de 26-4-89).

- Orden de 16 de mayo de 1989, que contiene las especificaciones técnicas sobre columnas y báculos (B.O.E. de 15-7-89).

- Orden de 12 de junio de 1989 (B.O.E. de 7-7-89), por la que se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico).

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Preferentemente se han hecho servir el sistema internacional de unidades conforme con la norma UNE 82.100 (partes 0 a 13).

Las abreviaturas que aparezcan en el proyecto se encuentran explicadas en cada apartado, a continuación de haberse utilizado, en el caso de que existan.

6. REQUISITOS DE DISEÑO

6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El Centro de Transformación objeto del presente proyecto será prefabricado de tipo exterior.

La acometida al mismo será subterránea y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 15 kV y a una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora de Electricidad GESA-Endesa.

6.2 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA

Se precisa el suministro de energía eléctrica para alimentar a la urbanización, a una tensión de 400 V, con una potencia máxima demandada de 491,700 kVA.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada de cada transformador será de 400 kVA.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en el Centro de Transformación, será de 800 kVA.

6.3 OBRA CIVIL

6.3.1 LOCAL

El Centro de Transformación estará ubicado en una caseta o envolvente independiente, destinada únicamente a esta finalidad. En ella se ha instalado toda la aparamenta y demás equipos eléctricos. (Ver plano Centro de Transformación).

Para el diseño de este Centro de Transformación se han observado todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc. Para su emplazamiento se reservará un espacio accesible a vehículos pesados y de dimensiones acordes según las Normas Tecnológicas de la Edificación – Centros de Transformación (NTE-IET).

6.3.2 EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN

El Centro de Transformación objeto de este proyecto será del tipo PFU-5 de la marca Ormazábal. Consta de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de Media Tensión, hasta los cuadros de Baja Tensión, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos Centros de Transformación es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior, pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

6.3.3 ENVOLVENTE

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

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm2. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se

realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al Centro.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kΩ respecto de la tierra de la envolvente.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de Media y Baja Tensión. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas de las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

6.3.4 PLACA PISO

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de Media y Baja Tensión, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

6.3.5 CUBIERTA O TECHO

La cubierta está formada por piezas de hormigón armado, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y acumulaciones de agua sobre ésta, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

6.3.6 ACCESOS

En las paredes frontal y posterior se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas de transformador (ambas con apertura de 180º) y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados con chapa de acero.

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

6.3.7 VENTILACIÓN

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación, y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

6.3.8 ACABADO

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura de color blanco en las paredes, y marrón en el perímetro de las cubiertas o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Se efectúa con pintura acrílica rugosa, haciéndose muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

6.3.9 VARIOS

El índice de protección presentado por el edificio es:

- Edificio prefabricado: IP 23.
- Rejillas: IP 33.

Las sobrecargas admisibles son:

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

6.3.10 CIMENTACIÓN

En los planos adjuntos de Centro de Transformación figuran las dimensiones de las excavaciones a realizar según las recomendaciones de Ormazabal.

Para que el Centro de Transformación se asiente perfectamente sobre la solera, deberá disponerse una capa de arena compacta y nivelada de unos 5 cm de espesor. Además, esta solera será de hormigón y con un espesor mínimo de 15 cm. (Ver plano Centro de Transformación).

6.3.11 CARACTERÍSTICAS DETALLADAS

Nº de transformadores:	2
Nº reserva de celdas:	1
Tipo de ventilación:	Normal
Puertas de acceso peatón:	1

Dimensiones exteriores

Longitud:	6080 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Superficie:	14,5 m2

Dimensiones interiores

Longitud:	5900 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2355 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	6880 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	660 mm

Dimensiones puerta de acceso

Altura:	2100 mm
Anchura:	1100 mm

Dimensiones puertas de transformador

Altura:	2100 mm
Anchura:	1260 mm

6.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

6.4.1 RED DE ALIMENTACIÓN

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

Será de nueva instalación y sustituirá el tramo final de la actual línea aérea de Media Tensión que alimenta al antiguo Centro de Transformación.

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

6.4.2 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Para la aparamenta de Media Tensión se han montado celdas del tipo CGM. Las celdas CGM forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Estas celdas se componen de diferentes partes.

6.4.2.1 BASE

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de la base.

La altura y diseño de la base, permite el paso de cables entre celdas, y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

6.4.2.2 FRONTAL

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

En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles.

En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de la pantalla de los cables.

6.4.2.3 CUBA

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta d 1,3 bar (salvo para celdas especiales).

El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta de Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

6.4.2.4 INTERRUPTOR / SECCIONADOR / SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesta a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP).

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

6.4.2.5 MANDO

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

6.4.2.6 FUSIBLES

En las celdas CMP-F, el calibre de los fusibles son de 40 A, los cuales se montan sobre unos carros que se introducen en unos tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

6.4.2.7 CONEXIÓN

La conexión entre la celdas de Media Tensión y los transformadores se realiza desde la parte frontal mediante cables de MT de tensión 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.

La terminación al transformador es ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

En el otro extremo, en la celda, es ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR.

6.4.2.8 ENCLAVAMIENTOS

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

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

6.4.2.9 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

Tensión nominal:	24 kV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases:	50 kV
a la distancia de seccionamiento:	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases:	125 kV
a la distancia de seccionamiento:	145 kV

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

6.4.3 CELDAS DE MT UTILIZADAS

6.4.3.1 ENTRADA / SALIDA 1: CGM-CML INTERRUPTOR-SECCIONADOR

La celda CML de línea, fabricada por ORMAZABAL, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

6.4.3.2 ENTRADA / SALIDA 2: CGM-CML INTERRUPTOR-SECCIONADOR

La celda CML de línea, fabricada por ORMAZABAL, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

6.4.3.3 PROTECCIÓN TRANSFORMADOR 1: CGM-CMP-F PROTECCIÓN FUSIBLES

La celda CMP-F de protección con fusibles, fabricada por ORMAZABAL, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

6.4.3.4 PROTECCIÓN TRANSFORMADOR 2: CGM-CMP-F PROTECCIÓN FUSIBLES

La celda CMP-F de protección con fusibles, fabricada por ORMAZABAL, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

6.4.4 TRANSFORMADORES UTILILIZADOS

6.4.4.1 TRANSFORMADOR 1: TRANSFORMADOR ACEITE 24 KV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural por aceite, de tensión primaria 15,4 kV y tensión secundaria 420 V en vacío

6.4.4.2 TRANSFORMADOR 2: TRANSFORMADOR ACEITE 24 KV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural por aceite, de tensión primaria 15,4 kV y tensión secundaria 420 V en vacío.

6.4.5 APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

Como elementos de salida en Baja Tensión, se encuentran los cuadros de BT, que tienen como misión la separación en distintas ramas de salida, por medio de fusibles, de la intensidad secundaria de los transformadores.

6.4.5.1 CUADRO DE BT – TRANSFORMADOR 1

El cuadro de Baja Tensión (CBT), tipo UNESA AC-4, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador 1 y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

6.4.5.2 CUADRO DE BT – TRANSFORMADOR 2

El cuadro de Baja Tensión (CBT), tipo UNESA AC-4, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador 2 y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

6.4.5.3 CONEXIONES

Para la conexión entre los transformadores y el cuadro, se utilizará un juego de puentes de cables de Baja Tensión, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3 x fase + 2 x neutro.
(Nota: Lo descrito anteriormente es para la conexión de un transformador con el cuadro de BT).

6.4.5.4 CUADROS DE BT UTILIZADOS

La estructura del cuadro AC-4 de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

6.4.5.4.1 ZONA DE ACOMETIDA, MEDIDA Y DE EQUIPOS AUXILIARES

En la parte superior del módulo AC-4 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. Dentro de este compartimento, existen cuatro pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador.

El acceso a este compartimento, es por medio de una puerta abisagrada en dos puntos. Sobre ella se montan los elementos normalizados por la Compañía Suministradora.

6.4.5.4.2 ZONA DE SALIDAS

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

6.4.5.4.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tensión asignada:	400 V
Intensidad asignada en los embarrados:	1600 A
Intensidad asignada en las salidas:	400 A
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases:	10 kV
entre fases:	2,5 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases:	20 kV

6.5 MEDIADA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

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

6.6 PUESTA A TIERRA

6.6.1 TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación: envolventes de las celdas y cuadros de Baja Tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm2 de cobre desnudo, formando un anillo, y se conectará a tierra los elementos anteriormente descritos.

6.6.2 TIERRA DE SERVICIO

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión, debido a faltas en la red de Media Tensión, el neutro del sistema de BT se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm2 de cobre aislado de tensión 0,6/1 kV.

6.7 INSTALACIONES SECUNDARIAS

6.7.1 ALUMBRADO

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

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

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

Se dispondrá también de un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalizará los accesos al Centro de Transformación.

6.7.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la Compañía Suministradora, no se exige que en el Centro de Transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B.

La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-180 y la clase de materiales de suelos, paredes y techos M0 según Norma UNE 23727.

6.7.3 MEDIDAS DE SEGURIDAD

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

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

- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes

externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

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

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

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

- La puerta de acceso al Centro de Transformación llevará el Lema Corporativo de la Compañía Suministradora, así como el cartel con la correspondiente señal triangular de Riesgo Eléctrico, y estará cerrada con llave.

- En un lugar bien visible del Centro de Transformación se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

- Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el Centro de Transformación, y en un lugar bien visible, habrá un cartel con las citadas instrucciones.

- El Centro de Transformación deberá estar dotado de bandeja o bolsa porta documentos.

- Para realiza maniobras en Media Tensión, el Centro de Transformación dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.

4. CONCLUSIONES

Este proyecto de electrificación eléctrica de una urbanización, la cual es Las Casas de la Seda, es una situación real.

Al ser así, para realizar dicho proyecto, se ha respectado toda la normativa vigente en la actualidad, cumpliéndose con rigor todas las condiciones técnicas que impone la Empresa Suministradora de la provincia, Gesa-Endesa.

En cuanto al alumbrado público se refiere, es donde pudieran existir más posibilidades de proyección. Se ha intentado ofrecer el máximo de iluminación con la menor potencia posible, es decir, la máxima eficiencia, y finalmente se han adoptado unas luminarias de elevada calidad.

Todos los materiales utilizados para la total electrificación de la urbanización de las Casas de la Seda tienen una compleja calidad, e adoptando el que mejor se ajusta para cada una de las correspondientes necesidades.

Por lo tanto, podríamos afirmar que, el actual proyecto reúne todas las condiciones para ser el que mejor se ajusta, de entre todas las posibilidades que pudiesen existir.

5. REFERENCIAS

En cuanto a soporte manual:

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

- Condiciones técnicas para redes subterráneas de baja tensión de la empresa suministradora GESA-Endesa.

- Condiciones técnicas para redes subterráneas de media tensión de la empresa suministradora GESA-Endesa.

- Criterios Generales de Diseño de Centros de Transformación de la empresa suministradora Gesa-Endesa.

En cuanto a soporte digital:

- www.ormazabal.com
- www.hez.es
- www.es.prysmian.com
- www.simon.es
- www.philips.es
- www.infonegocio.com/ferroelectro
- www.schneiderelectric.es
- http://www.ica-solucions.com/
- www.conae.gob.mx/cgis/alumbradopublico.shtml