



PROPUESTA DE TRABAJO DE FIN DE GRADO  
PROPUESTA DE PROYECTO FIN DE CARRERA  
CURSO 2012 - 2013

TÍTULO DEL TRABAJO: PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA SUMINISTRO A UNA URBANIZACIÓN DE 190 PARCELAS Y SERVICIOS COMUNES.

TUTORES: Dr. Norberto Redondo Melchor  
Dr. Roberto Carlos Redondo Melchor

DESCRIPCIÓN GENERAL: Proyecto básico y de ejecución de la instalación eléctrica de distribución en baja tensión, con varios centros de transformación conectados a la red pública de media tensión, para 190 parcelas destinadas a la construcción de una vivienda unifamiliar en cada una de electrificación elevada, más otra parcela dotada de servicios comunes a la urbanización, que incluyen al menos un edificio social (previsión de bar).

CONTENIDOS MÍNIMOS: El trabajo deberá incluir los contenidos técnicos mínimos que se desglosan en el esquema que sigue más abajo. Los contenidos marcados con un asterisco (\*) serán opcionales, lo que significa que serán evaluados pero su ausencia no impide la superación de la asignatura.

DESCRIPCIÓN PARTICULAR:

El alumno definirá la ubicación de la urbanización y su configuración en planta, bastando para esto último un plano de ordenación vial en el que al menos consten, a la debida escala, las parcelas requeridas, la calle o calles de acceso con sus aceras, carriles de circulación y espacios o carriles de aparcamiento, las zonas comunes y el recinto del edificio social.

A esta información se le añadirá el trazo recto, en dirección arbitraria, correspondiente a una línea eléctrica aérea de 13.2 kV, de distribución pública en zona Iberdrola y conductor LA-56. Dicha línea, que llamaremos "principal", pasará a más de 500 m del punto más próximo de la urbanización, y en ella se ubicará el punto de conexión de la derivación doble circuito que alimentará el anillo de línea subterránea que unirá 4 centros de transformación 20/13.2 kV - 400 V de 400 kVA, los cuales serán los que proporcionen el suministro eléctrico en baja tensión a las parcelas.

La instalación de media tensión llevará, por tanto, un tramo aéreo de derivación en doble circuito desde un apoyo de la línea principal, donde tendrá entrada y salida la derivación, hasta el apoyo con un Órgano de Corte en Carga (OCR) telemandado, otro tramo aéreo más del número de vanos que se necesite, y el final será un apoyo que servirá de entronque aéreo-subterráneo para ambos circuitos. Las líneas seguirán, a partir de ese punto, subterráneas, separándose para formar el anillo al que se conectan los centros de transformación, que estarán alojados en edificios prefabricados de superficie.

La red de baja tensión será subterránea, entubada, con arquetas registrables, y constará de al menos 4 líneas distintas por centro de transformación. Los suministros serán



individuales, para 63 A como mínimo, localizados en un conjunto de protección y medida con funciones de CGP y contador. La instalación interior de cada parcela para vivienda no es objeto del proyecto.

Todo el trabajo se ajustará a la normativa vigente al momento de su presentación, en cuya virtud todas las instalaciones de suministro deberán ser obligatoriamente cedidas a la empresa distribuidora de la zona (Iberdrola Distribución Eléctrica SAU) una vez autorizadas por la Administración competente. En consecuencia, esa parte del proyecto deberá aplicar también la normativa particular de dicha empresa.

Opcionalmente puede incluirse la instalación de alumbrado vial funcional y vial ambiental que se desee, que se regirá por el vigente Reglamento de eficiencia energética del alumbrado exterior.

Opcionalmente también pueden diseñarse las instalaciones especiales del edificio social (local clasificado como de pública concurrencia) y su correspondiente anejo de condiciones e instalaciones de protección contra incendios.

El trabajo respetará también el resto de normativa aplicable, tanto de gestión de residuos de la construcción como de salud y seguridad en las obras de construcción. Y deberá contar con un pliego de condiciones técnicas generales y particulares, más los planos necesarios para la comprensión de la instalación proyectada, y el anejo de mediciones y presupuesto a precios actuales.

El resto de detalles no especificados en esta descripción podrán ser supuestos por el alumno, pero deberán asemejarse lo más posible a datos extraídos de la realidad.

#### OBSERVACIONES:

Se empleará únicamente el Sistema Internacional de Unidades, con su notación correspondiente.

No se admitirán faltas de ortografía, ni siquiera en las unidades.

El Trabajo es estrictamente personal e individual. No se admitirán proyectos con similitudes sustanciales en planos, mediciones o cálculos.

#### ESQUEMA A SEGUIR <sup>(1)</sup>:

- I. Memoria
  - A. Introducción y objeto del proyecto
  - B. Normativa aplicada
  - C. Necesidades y prestaciones de las instalaciones requeridas
  - D. Soluciones adoptadas

---

<sup>1</sup> El alumno deberá respetar este esquema aportando contenidos en aquellos apartados donde lo estime necesario, indicando en el resto la mención "No aplicable porque..." seguida de la razón correspondiente. También podrá añadir otros epígrafes si fuera necesario, pero nunca eliminar los que se indican.

Los capítulos opcionales marcados con (\*) que vayan a ser desarrollados en el trabajo seguirán las mismas reglas. Pero los que el alumno no vaya a tratar ni siquiera deberán figurar en él.



- E. Plazo y diagrama de ejecución
  - F. Resumen de presupuesto
  - G. Conclusión a la Memoria y firma
- II. Anejo de media tensión
- A. Introducción y objeto
  - B. Características generales de la instalación
  - C. Derivación en media tensión
    - a. Parte aérea
      - 1. Cálculos mecánicos de los conductores
      - 2. Cálculos mecánicos de los apoyos
      - 3. Cimentaciones
      - 4. Distancias de seguridad, cruzamientos y paralelismos
      - 5. Previsiones de seguridad reforzada
      - 6. Cálculos eléctricos
      - 7. Puestas a tierra
      - 8. Protecciones eléctricas y OCR
    - b. Parte subterránea
      - 1. Protecciones de las líneas
      - 2. Cruzamientos, paralelismos y casos especiales
  - D. Centro de transformación
    - a. Diseño de la instalación
      - 1. Emplazamiento
      - 2. Características principales del CT tipo
      - 3. Edificio prefabricado de hormigón
      - 4. Celdas de alta tensión
      - 5. Transformador
      - 6. Interconexión celda - transformador
      - 7. Fusibles limitadores de M.T.
      - 8. Interconexión transformador - cuadro BT
      - 9. Cuadros de protecciones de B.T.
    - b. Instalaciones de Puesta a Tierra (PaT)
      - 1. Resistividad media del terreno
      - 2. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra de protección (masas)
      - 3. Cálculo de la intensidad y la tensión de defecto a tierra
      - 4. Cálculo de las tensiones de paso y contacto
      - 5. Diseño del electrodo y verificación de resultados
      - 6. Puesta a tierra del neutro del transformador
      - 7. Separación entre puestas a tierra
      - 8. Materiales a utilizar
    - c. Materiales de seguridad y de primeros auxilios
  - E. Conclusión y firma
- III. Anejo de baja tensión
- A. Introducción y objeto
  - B. Previsión y reparto de cargas
  - C. Características principales de la instalación



- a. Parámetros generales
  - b. Clasificación de la instalación
  - c. Conductores y condiciones de instalación
  - d. Canalizaciones y arquetas
  - e. Cruces, paralelismos y distancias de seguridad
  - f. Empalmes, derivaciones y terminales
  - D. Conjuntos de protección y medida
    - a. Disposiciones constructivas
    - b. Protecciones fusibles
    - c. Puestas a tierra del neutro (esquema TT)
  - E. Cálculo eléctrico
    - a. Intensidad máxima admisible por los cables y protecciones fusibles
    - b. Caídas de tensión en los nudos de la red
    - c. Máximas corrientes de cortocircuito
  - F. Conclusión y firma
- IV. Anejo de alumbrado público (\*)
- A. Introducción y objeto
  - B. Normativa aplicada
  - C. Diseño luminotécnico
    - a. Criterios de diseño del alumbrado público
      - 1. Situación de proyecto y niveles de iluminación requeridos.
      - 2. Excepciones a los niveles de alumbrado
    - b. Lámparas y equipos auxiliares
    - c. Sistemas de encendido y apagado
    - d. Regulación del nivel luminoso
    - e. Luminarias
    - f. Implantación de puntos de luz
  - D. Criterios de eficiencia energética para el diseño, explotación y mantenimiento de las instalaciones de alumbrado
    - a. Criterios de eficiencia en el diseño del nuevo alumbrado
      - 1. Factor de utilización
      - 2. Factor de mantenimiento y flujo
      - 3. Eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares
      - 4. Eficiencia de las luminarias
      - 5. Niveles de iluminación alcanzados
      - 6. Deslumbramientos
      - 7. Resplandor luminoso nocturno
      - 8. Limitación de la luz intrusa o molesta
    - b. Calificación energética de la instalación
      - 1. Eficiencia energética de la instalación
      - 2. Índice de eficiencia energética
      - 3. Índice de consumo energético
      - 4. Categoría energética asignada
    - c. Ficha de cumplimiento de la ITC-EA-05
    - d. Criterios de eficiencia en la explotación y el mantenimiento
    - e. Valoración del consumo eléctrico esperado
    - f. Apreciaciones sobre el mantenimiento



- E. Cálculos luminotécnicos
    - a. Calles tipo
    - b. Características fotométricas de las luminarias
    - c. Resultados
  - F. Instalación eléctrica
    - a. Características generales de la instalación
      - 1. Clasificación de la instalación
      - 2. Previsión de cargas y acometida
      - 3. Suministro, contador y CGP
      - 4. Línea general de alimentación
      - 5. Centros de control
      - 6. Protección contra contactos indirectos, cortocircuitos y sobrecargas
      - 7. Puesta a tierra
    - b. Estabilizadores y reductores de flujo luminoso
    - c. Líneas
      - 1. Canalizaciones
      - 2. Conductores activos y de puesta a tierra
    - d. Lámparas, luminarias, columnas y cajas de conexión
    - e. Cálculos eléctricos
      - 1. Método de cálculo de intensidades admisibles y caídas de tensión
      - 2. Resultados obtenidos
  - G. Conclusión y firma
- V. Anejo de instalación eléctrica del edificio social (\*)
- A. Introducción y objeto
  - B. Normativa aplicada
  - C. Características generales de la instalación
    - a. Clasificación del local
    - b. Previsión de cargas
    - c. Suministro, contador y CGP
    - d. Línea general de alimentación
    - e. Cuadro general de protecciones
    - f. Protección contra contactos indirectos, cortocircuitos y sobrecargas
    - g. Puesta a tierra
    - h. Canalizaciones
    - i. Conductores
  - D. Disposiciones especiales para local clasificado
  - E. Protección contra descargas atmosféricas
  - F. Diseño y cálculo de la iluminación ordinaria
    - a. Criterios generales
    - b. Luminarias funcionales elegidas
    - c. Método de cálculo y niveles luminosos adoptados
    - d. Resumen de resultados
  - G. Instalación eléctrica de emergencia
    - a. Alumbrado de emergencia
    - b. Otros suministros de seguridad



- H. Cálculos eléctricos
    - a. Método de cálculo de intensidades admisibles y caídas de tensión
    - b. Resultados obtenidos
  - I. Conclusión y firma
- VI. Anejo de protección contra incendios (\*)
- A. Introducción y objeto
  - B. Normativa aplicada
  - C. Condiciones de protección contra el fuego
    - a. Compartimentación en sectores de incendio
    - b. Cálculo de la ocupación
    - c. Condiciones de las zonas de riesgo especial
    - d. Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y mobiliario
    - e. Propagación exterior
    - f. Condiciones y características de los pasos para evacuación
  - D. Instalaciones
    - a. Instalaciones de detección, alarma y extinción
    - b. Alumbrado de emergencia
  - E. Conclusión y firma
- VII. Anejo de gestión de residuos de la construcción
- A. Introducción y objeto del anejo
  - B. Normativa aplicada
  - C. Identificación de residuos y cantidades
  - D. Medidas para la reducción de residuos en obra
  - E. Reutilización, valorización o eliminación de residuos de obra
  - F. Medidas para la separación de residuos en la obra
  - G. Conclusión y firma
- VIII. Anejo de cálculos
- [Colección de tablas de datos] <sup>(2)</sup>
- IX. Pliego de condiciones
- A. Pliego de condiciones generales
    - a. Normativa a aplicar
    - b. Replanteo de la obra
    - c. Características y obligaciones del contratista
    - d. Control de la obra y Libro de órdenes
    - e. Aceptaciones parciales y certificaciones periódicas
    - f. Recepción de la instalación
    - g. Plazo de garantía
  - B. Pliego de condiciones particulares

---

<sup>2</sup> Únicamente se considerarán aptas para la evaluación del alumno aquellas tablas o compendios de datos que sean resultado de los cálculos explicados en la Memoria o sus anejos, y siempre que puedan ser evidentemente verificables por el Profesor, lo que al menos exige la correcta identificación de los datos (encabezamientos de filas y columnas, por ejemplo) y la inclusión de la unidad o magnitud de que se trate.



- a. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la obra civil
  - b. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de las instalaciones de media tensión
  - c. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la red de distribución en baja tensión
  - d. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la instalación de alumbrado (\*)
  - e. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la instalación eléctrica del edificio social (\*)
  - f. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la instalación de protección contra incendios (\*)
- C. Conclusión y firma
- X. Seguridad y salud <sup>(3)</sup>
- A. Características relevantes de la obra
    - a. Descripción de los trabajos
    - b. Coste, plazo de ejecución y mano de obra necesaria
    - c. Documento de seguridad y salud requerido en fase de proyecto
  - B. Peligros detectados y riesgos asumidos
    - a. Peligros generales
    - b. Peligros específicos de cada fase de la obra
    - c. Riesgo de daños a terceros
  - C. Medidas de prevención para aminorar riesgos
    - a. Medidas generales
    - b. Medidas específicas para cada fase de la obra
    - c. Medidas frente al riesgo de daños a terceros
  - D. Conclusión y firma
- XI. Planos <sup>(4)</sup>
- A. Generales: situación y accesos
  - B. Media tensión
    - a. Líneas y esquema unifilar
    - b. Centro de transformación

---

<sup>3</sup> Este esquema corresponde a la modalidad de Estudio Básico de Seguridad y Salud en fase de proyecto, que es más resumido. Generalmente no será necesario un Estudio completo. El Estudio Básico no podrá ocupar más de 20 páginas.

<sup>4</sup> Los planos se numerarán respetando esta clasificación. Preferiblemente se dibujarán sobre formato DIN-A3 apaisado. En el cajetín figurará el título del proyecto seguido de la mención "Trabajo fin de grado", el nombre del plano, su número, el nombre del alumno y la fecha (mes y año) en que lo presentará para su evaluación. Como Peticionario del proyecto figurará la "Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial - Área de Ingeniería Eléctrica", y se le añadirá la mención "Tutor: ..." con el nombre del tutor correspondiente, todo junto al emblema oficial de la Universidad de Salamanca. Todos los planos deben entregarse firmados manualmente.

Esta lista solo indica el orden en el que se deben disponer y numerar los planos. El alumno puede incluir, dentro de cada apartado todos los planos que precise, pero siempre al menos uno.

Los planos vendrán preferentemente delineados en blanco y negro. No se admitirán letras de menos de 2 mm de altura. Se evitará al máximo el despilfarro de papel.



- C. Baja tensión: distribución
    - a. Canalizaciones y arquetas
    - b. Líneas y esquema unifilar
    - c. Conjuntos de protección y medida
  - D. Baja tensión: alumbrado público (\*)
    - a. Canalizaciones y arquetas
    - b. Líneas y puntos de luz
    - c. Esquema unifilar de líneas y protecciones
  - E. Baja tensión: edificio social (\*)
    - a. Planta interior, equipos y líneas
    - b. Esquema unifilar y protecciones
  - F. Protección contra incendios (\*)
    - a. Recorridos de evacuación
    - b. Instalaciones de protección contra incendios
- XII. Mediciones y presupuesto
- A. Presupuesto desglosado
  - B. Cuadro resumen del presupuesto
  - C. Nombre, fecha y firma