

## PROPUESTA DE TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO DEL TRABAJO:	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA SUMINISTRO A UNA MACRO-DISCOTECA EN UN POLÍGONO INDUSTRIAL
DESCRIPCIÓN GENERAL:	Proyecto que describe la instalación eléctrica de una discoteca muy grande ubicada en un polígono industrial y que incluye desde la extensión de la red de media tensión desde una línea aérea cercana hasta la instalación receptora en baja tensión completa.
CONTENIDOS MÍNIMOS:	El trabajo deberá incluir obligatoriamente todos los contenidos técnicos que se enuncian en la descripción particular y se desglosan en el esquema que sigue más abajo. El tutor puede asesorar al alumno que desee introducir contenidos añadidos.

### DESCRIPCIÓN PARTICULAR:

La propuesta consiste en aportar a cierto proyecto completo de arquitectura y urbanismo la parte correspondiente a las instalaciones eléctricas y de protección contra incendios. Por ello, el alumno debe crear primero los planos necesarios para definir someramente, y sin calcular, todas las edificaciones, y también la ordenación del solar (accesos, aparcamientos, vías de evacuación, jardines) de la futura discoteca, intentando que esta situación ficticia se asemeje en lo esencial a una situación real.

La discoteca tendrá al menos 8000 m<sup>2</sup> destinados a público en 3 ó más zonas de baile distintas, y estará perfectamente climatizada mediante equipos eléctricos tipo bomba de calor para proporcionar al menos 110 W/m<sup>2</sup> de energía calorífica a dichos espacios. Aunque no se permitirá fumar, los requisitos de ventilación y renovación del aire reglamentarios se respetarán escrupulosamente mediante la aportación de aire fresco a la climatización más un sistema de ventilación forzada independiente de ésta.

Se supondrá que la infraestructura eléctrica en baja tensión del polígono industrial no basta para suministrar la potencia eléctrica requerida normalmente, por lo que será necesario dotar a la instalación de un centro de transformación propio, alimentado desde una línea aérea en media tensión próxima, distinta de la que suministra energía al polígono. Pero desde la red interior en baja tensión del polígono sí estará disponible cierta potencia (menor) para proporcionar un segundo suministro complementario o de seguridad, según exige la normativa vigente. La instalación contará, además, de una tercera fuente de energía de seguridad, a partir de un grupo electrógeno particular.

Una parte de la discoteca también se destinará a celebraciones con restauración en dos salones distintos de al menos 500 m<sup>2</sup> cada uno, por lo que dispondrá de una cocina industrial que el alumno deberá diseñar, excluyendo la instalación de gas pero incluyendo la ventilación por extracción y las demás medidas requeridas por la protección contra incendios.

No se exige el diseño luminotécnico de los escenarios ni de las salas de baile, que se suelen encargar a empresas especializadas, pero sí se tendrá en cuenta una previsión de

potencia eléctrica razonable para estos suministros. El alumno sí deberá realizar, en cambio, los cálculos luminotécnicos de las zonas de restauración y dependencias auxiliares, y también el del alumbrado exterior de las zonas de aparcamiento y carriles de circulación de vehículos.

La instalación eléctrica en baja tensión deberá definirse completamente, y se harán diagramas de bloques y esquemas unifilares de todos los cuadros de protección objeto del proyecto eléctrico.

En cuanto a la protección contra incendios, el diseño de los edificios deberá respetar las exigencias de evacuación reglamentarias, y el diseño de las instalaciones tendrá en cuenta los requisitos impuestos por la evacuación y las demás necesidades de los locales. Tendrán que definirse bien todos los sistemas de detección, alarma y, sobre todo, extinción. Y todo ello de acuerdo con la normativa vigente en el momento de asumir esta propuesta.

No serán objeto del proyecto ni el diseño de los escenarios, ni el de los automatismos y sistemas de control de música y alumbrado inherentes a su funcionamiento. Y quedan excluidas todas las cuestiones para la que el ingeniero industrial especialista en electricidad no sea legalmente competente<sup>(1)</sup>.

Los cálculos deberán seguir algún procedimiento que el alumno haya estudiado durante su carrera, y se desaconseja limitarse a emplear programas informáticos de terceros que, aunque deberán usarse, no eximen al alumno de verificar alternativamente las soluciones que produzcan.

El anejo de gestión de residuos de la construcción se referirá exclusivamente a la instalación eléctrica, deberá incluir los contenidos de la normativa vigente y terminará con un presupuesto específico, que no formará parte del presupuesto del proyecto sino que se recogerá totalmente aparte.

En otro anejo figurará el pliego de condiciones particulares, referido a los materiales y equipos a emplear (características, calidad, origen, normas de fabricación y certificación) y especialmente los métodos de ejecución (requisitos de instalación, unión, fijación, montaje, pruebas...).

El anejo de seguridad y salud adoptará la forma de un estudio básico, circunstancia que se justificará debidamente al principio.

Los planos de plantas y alzados tendrán el suficiente detalle como para identificar espacios y armarios eléctricos, canalizaciones y receptores finales, y poder ejecutar toda la instalación eléctrica sin problemas de interpretación. Se incluirán en ellos, también, esquemas unifilares, de principio, diagramas de bloques, de flujo y otros, en la medida en que sean necesarios para la comprensión de lo proyectado.

Finalmente, el anejo de mediciones y presupuesto detallará a precios actuales, las partidas que habrá que ejecutar, con la descripción y detalles suficientes para poder contratar las obras con la sola ayuda de este documento y los planos del proyecto.

---

<sup>1</sup> V. Decreto de 18 de septiembre de 1935 (Gaceta de Madrid nº263, de 20 del IX de 1935).

El trabajo respetará y aplicará toda la normativa vigente en el momento de realizar la propuesta, en especial sobre requisitos de seguridad, y también la de gestión de residuos de la construcción y la de salud y seguridad en las obras de construcción.

IMPORTANTE:

El alumno NO DEBERÁ diseñar, calcular, presupuestar ni tratar ningún elemento que no haya sido objeto de descripción en los párrafos anteriores, y se limitará a mencionarlos, dándolos como existentes, en la medida en que los necesite para la explicación de su trabajo.

Los detalles no especificados en esta descripción sobre elementos que sí hayan sido objeto de ella deberán ser supuestos por el alumno, pero deberán asemejarse lo más posible a datos extraídos de la realidad.

OBSERVACIONES:

Los cálculos justificativos de cada solución técnica adoptada irán acompañando al texto descriptivo de dicha solución, no en un anejo aparte. Solo se admitiría presentarlos en un anejo aparte en el caso de que fuera necesario incluir tablas de gran tamaño que resuman resultados de cálculos idénticos repetidos muchas veces, y entonces se explicarán en el texto del anejo correspondiente.

El trabajo respetará y aplicará toda la normativa vigente en el momento en que el alumno asuma la realización de esta propuesta.

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 importantes en planos, mediciones del presupuesto o cálculos.

ESQUEMA A SEGUIR <sup>(2)</sup><sup>(3)</sup>:

- I. Memoria
  - A. Introducción y objeto del proyecto
  - B. Normativa aplicada
  - C. Descripción de las instalaciones eléctricas requeridas

---

<sup>2</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.

<sup>3</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.

- D. Soluciones adoptadas
  - E. Plazo y diagrama de ejecución
  - F. Resumen de presupuesto
  - G. Conclusión a la Memoria y firma
- II. Anejo: Instalación de media tensión
- A. Introducción y objeto
  - B. Características generales de la instalación
  - C. Derivación en media tensión
    - a. Parte aérea
      - Cálculos mecánicos de los conductores
      - Cálculos mecánicos de los apoyos
      - Cimentaciones
      - Distancias de seguridad, cruzamientos y paralelismos
      - Previsiones de seguridad reforzada
      - Cálculos eléctricos
      - Puestas a tierra
      - Protecciones eléctricas
    - b. Parte subterránea
      - Protecciones de la línea
      - Modo de instalación
      - Cruzamientos, paralelismos y casos especiales
  - D. Centro de transformación
    - a. Diseño de la instalación
      - Emplazamiento
      - Características principales
      - Envolvente prefabricada
      - Celdas de alta tensión
      - Transformador
      - Interconexión celda - transformador
      - Fusibles limitadores de M.T.
      - Interconexión del transformador con el cuadro de B.T.
      - Cuadro de protecciones de B.T.
    - b. Instalaciones de Puesta a Tierra (PaT.)
      - Resistividad media del terreno
      - Cálculo de la resistencia del sistema de tierra de protección (masas)
      - Cálculo de la intensidad y la tensión de defecto a tierra

- Cálculo de las tensiones de paso y contacto
  - Diseño del electrodo y verificación de resultados
  - Puesta a tierra del neutro del transformador
  - Separación entre puestas a tierra
  - 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. Normativa aplicada
  - C. Características generales de la instalación
    - a. Clasificación de la instalación
    - b. Previsión de cargas
    - c. Conductores y modos de instalación (canaletas, temperaturas admitidas por cables, etc.)
  - D. Diseño de circuitos
    - a. Diagrama de bloques de la instalación eléctrica
    - b. Cálculos eléctricos
  - E. Protecciones eléctricas
    - a. Contra contactos indirectos, directos, sobrecargas y cortocircuitos
    - b. Contra sobretensiones
    - c. Puestas a tierra
  - F. Diseño y cálculo de la iluminación
    - a. Alumbrado de la zona de trabajo
    - b. Alumbrado del resto de locales
    - c. Alumbrado de emergencia
  - G. Conclusión y firma
- IV. Anejo de alumbrado exterior
- A. Introducción y objeto
  - B. Normativa aplicada
  - C. Diseño luminotécnico
    - a. Criterios de diseño del alumbrado público
    - 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 alumbrado
    - b. Calificación energética de la instalación
    - 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
    - b. Estabilizadores y reductores de flujo luminoso
    - c. Líneas, canalizaciones y puestas a tierra
    - d. Lámparas, luminarias, columnas y cajas de conexión
    - e. Cálculos eléctricos
  - G. Conclusión y firma
- V. Anejo de protección contra incendios
- A. Introducción y objeto
  - B. Normativa aplicada
  - C. Sistema de detección y extinción
    - a. Componentes del sistema de detección
    - b. Características generales de la instalación: canalizaciones y conductores
    - c. Extinción de incendios y control de humos de incendio
  - D. Conclusión y firma
- VI. 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

VII. 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
  - a. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la obra civil y de construcción
  - b. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de las instalaciones de media tensión
  - c. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de las instalaciones de baja tensión
  - d. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la instalación de ventilación y extracción
  - e. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la instalación de alumbrado interior
- C. Conclusión y firma

VIII. Seguridad y salud: estudio básico

- A. Características de la obra
- B. Peligros detectados y riesgos asumidos
  - a. Peligros generales
  - b. Peligro de daños a terceros
  - c. Carácter de los peligros y riesgos asumidos
- C. Medidas de prevención para aminorar riesgos
- D. Equipos de protección
  - a. Protección personal
  - b. Protección colectiva
- E. Formación
- F. Medida preventiva y primeros auxilios

G. Conclusión y firma

IX. Planos <sup>(4)</sup>

A. Generales

- a. Situación (con indicación de accesos y edificaciones existentes)
- b. Planta de ordenación exterior del solar

B. Media tensión

- a. Líneas y esquema unifilar
- b. Centro de transformación

C. Baja tensión

- a. Planos de planta con ubicación de receptores y canalizaciones de circuitos
- b. Planos de diseño de los cuadros de protecciones eléctricas
- c. Esquemas unifilares
- d. Alumbrado público  
Canalizaciones y arquetas  
Líneas y puntos de luz  
Esquema unifilar de líneas y protecciones

D. Protección contra incendios

- a. Recorridos de evacuación
- b. Instalaciones de protección contra incendios

X. Mediciones y presupuesto

A. Presupuesto desglosado

B. Cuadro resumen del presupuesto

C. Nombre, fecha y firma

---

<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 "ETSII de Béjar - Grado en 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, evitando el color. No se admitirán letras de menos de 2 mm de altura. Se limitará al máximo el despilfarro de papel.