

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

7. Instalación eléctrica.

7.1. Generalidades

En el presente capítulo se describen las características de la instalación eléctrica tanto de alumbrado como de fuerza, haciendo hincapié en los distintos materiales a utilizar y en las condiciones a cumplir por dicha instalación.

La descripción de la instalación eléctrica se redacta de conformidad con lo dispuesto en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).

7.2. Tipo de suministro eléctrico.

El suministro se realiza en baja tensión por parte de la compañía suministradora ENDESA. Dicho suministro deberá satisfacer las necesidades de la instalación eléctrica objeto de este proyecto, cuyo consumo estará regido por receptores de alumbrado y de fuerza.

La instalación de B.T. de la presente nave industrial está compuesta por los elementos que se enumeran a continuación:

- 1 Cuadro General de alimentación
- 5 Cuadros Secundarios
- 10 Circuitos de alumbrado
- 9 Circuito de tomas de corriente
- 11 Circuitos de fuerza (máquinas)

La naturaleza de la corriente eléctrica demandada deberá tener las siguientes características:

- Sistema de corriente alterna trifásica (3 fases)
- Frecuencia: 50 Hz
- Tensión entre fases: 400 V
- Tensión entre fase y neutro: 230 V

Los conductores serán unipolares de cobre y su tensión nominal será de 0,6/1kV con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC).

7.3. Potencia a contratar.

En el apartado 5 “*Previsión de carga necesaria*” del anexo de cálculos correspondiente a la instalación eléctrica, viene detallado el proceso seguido para el cálculo de la potencia a contratar, teniendo en cuenta los correspondientes factores de simultaneidad.

La potencia calculada es de 137,16 KW, y puesto que es mayor que el valor teórico mínimo que marca el REBT (90,63 KW), la potencia total demandada a la compañía será de 137,16 KW.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

7.4. Caja general de protección.

Como se trata de un suministro para un único usuario, conforme al esquema 2.1 de la instrucción ITC-BT 12, no existe la línea general de alimentación y, por tanto, la caja general de protección y el equipo de medida se simplifican en la caja de protección y medida (CPM).

La acometida será subterránea, tetrapolar de tres conductores de fase y neutro con secciones a determinar por la compañía suministradora y llegará hasta la CPM, donde se encuentran los contadores y los dispositivos de protección que la compañía suministradora estime oportunos.

La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende la línea, los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Esta línea representa la alimentación al Cuadro General de Baja Tensión (CGBT). Está compuesta por conductores de sección de 95 mm² tanto para las fases como para el neutro y toma de tierra de 50 mm² de sección.

7.5. Cuadros de mando y protección.

Los dispositivos generales de mando y protección se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores. Las envolventes de los cuadros de distribución se ajustarán a las normas UNE 20 451 y UNE-EN 60 493-3, con grado de protección IP 55 según UNE 20 324. Las masas metálicas de los cuadros de la instalación se conectarán a tierra.

Los cuadros de mando y protección, cuya situación se refleja en los planos, serán estancos e irán aislados de la solera para evitar la entrada de humedad. Estarán provistos de dispositivos de cierre para impedir el acceso a su interior de personal ajeno a las instalaciones.

Dichos cuadros albergarán en su interior las pertinentes protecciones:

- Contra contactos indirectos.* Este sistema de protección está asociado por un lado a interruptores automáticos de corte onipolar encargados de la protección de máxima corriente, y por otro, para la protección contra corrientes diferenciales-residuales, se instalarán en el origen de cada circuito interruptores diferenciales con una sensibilidad adecuada que garantice una protección altamente eficaz. Se ha adoptado un sistema de puesta a tierra de las masas tal y como se describe en el punto 7.17 del actual documento.
- Contra sobrecargas.* El límite de la intensidad de corriente de los conductores se fijará por medio de interruptores automáticos provistos de relés térmicos para sobrecargas (magneto-térmicos) ajustados a la intensidad admisible en cada circuito.
- Contra cortocircuitos.* Las derivaciones estarán protegidas por interruptores automáticos con desconexión electromagnética (magneto-térmicos), elegidos en función de la intensidad de cortocircuito de cada línea.

Cada cuadro estará dotado de dichas protecciones para cada una de las líneas que partan de su interior. La capacidad y sensibilidad de cada elemento de protección en todo momento se ajustarán a las prescripciones impuestas por la ITC-BT-24. Cada elemento de protección llevará una placa indicativa del circuito al que pertenece y donde se mostrará la intensidad nominal y sensibilidad del mismo.

La instalación llevará su correspondiente puesta a tierra de la forma dispuesta por la ITC-BT-18.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

7.5.1. Cuadro principal.

El cuadro general estará alimentado por conductores de 95 mm² de sección para las fases y el neutro procedentes de la CPM (ya que se trata de un suministro individual), y además se dispondrá de otro conductor de protección de 50 mm² de sección procedente de la instalación de puesta a tierra.

Desde este cuadro principal se alimentarán los cuadros secundarios tal y como se recoge en el esquema unifilar representado en los planos del proyecto.

Este cuadro estará compuesto por los siguientes dispositivos de mando y protección:

- 1 interruptor general automático magneto-térmico de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x400 A), con poder de corte 36 KA.
- 1 interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x100 A), con una sensibilidad de 30 mA, para la protección de la alimentación del cuadro secundario CS-1.
- 1 interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x100 A), con una sensibilidad de 30 mA, para la protección de la alimentación del cuadro secundario CS-2.
- 1 interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x250 A), con una sensibilidad de 30 mA, para la protección de la alimentación del cuadro secundario CS-3.
- 1 interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x100 A), con una sensibilidad de 30 mA, para la protección de la alimentación del cuadro secundario CS-4.
- 1 interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x40 A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de la alimentación del cuadro secundario CS-5.
- 1 interruptor automático magneto-térmico de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x63 A), con poder de corte 25 KA, para la protección de la alimentación del cuadro secundario CS-1.
- 1 interruptor automático magneto-térmico de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x80 A), con poder de corte 25 KA, para la protección de la alimentación del cuadro secundario CS-2.
- 1 interruptor automático magneto-térmico de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x200A), con poder de corte 35 KA, para la protección de la alimentación del cuadro secundario CS-3.
- 1 interruptor automático magneto-térmico de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x50A), con poder de corte 25 KA, para la protección de la alimentación del cuadro secundario CS-4.
- 1 interruptor automático magneto-térmico de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x32A), con poder de corte 20 KA, para la protección de la alimentación del cuadro secundario CS-5.
- 1 interruptor automático magneto-térmico de corte tripolar de intensidad nominal (3x160A), con poder de corte 35 KA, para la protección de la alimentación de la batería de condensadores.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

7.5.2. Cuadros secundarios.

La instalación se subdividirá de manera que un uso incorrecto de las instalaciones o cualquier perturbación en el funcionamiento de los receptores que pueda producirse en un determinado punto de la misma, afecte solamente a dicho punto de la instalación.

Para ello se dispondrán cinco cuadros secundarios que alimentarán a los distintos circuitos que suministran electricidad a las diferentes zonas de la planta, cumpliendo así las indicaciones reflejadas en la ITC-BT-19 del REBT.

7.5.2.1. Cuadro secundario CS-1.

Este cuadro estará alimentado por un cable de características $4 \times 16 \text{ mm}^2 + TT \times 16 \text{ mm}^2$ con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) e irá sobre bandeja metálica perforada sin tapa.

El cuadro estará compuesto por los siguientes dispositivos de mando y protección:

- 1 interruptor general automático magneto-térmico de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x63 A), con poder de corte 25 KA.
- 2 interruptores diferenciales de corte bipolar de intensidad nominal (2x40A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de las líneas de alumbrado A-1 y A-2 que hacen referencia a la zona de producción.
- 2 interruptores diferenciales de corte bipolar de intensidad nominal (2x40A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de las líneas de tomas de corriente TC-1 y TC-2 que hacen referencia a la zona de producción.
- 1 interruptor diferencial de corte bipolar de intensidad nominal (2x25A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de la línea de alumbrado exterior A-3.
- 1 interruptor diferencial de corte bipolar de intensidad nominal (2x16A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de la línea de alumbrado emergencia A-10 (taller).
- 1 interruptor diferencial de corte bipolar de intensidad nominal (2x40A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de la línea de alimentación del motor de la puerta número 2 del taller (cerramiento izquierdo) P-2.
- 1 interruptor diferencial de corte bipolar de intensidad nominal (2x25A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de la línea de alimentación del compresor que surte a la instalación de aire comprimido.
- 2 interruptores automáticos magneto-térmico de corte bipolar de intensidad nominal (2x32 A), con poder de corte 20 KA, para la protección de las líneas de alumbrado A-1 y A-2 que hacen referencia a la zona de producción.
- 2 interruptores automáticos magneto-térmico de corte bipolar de intensidad nominal (2x32 A), con poder de corte 20 KA, para la protección de las líneas de tomas de corriente TC-1 y TC-2 que hacen referencia a la zona de producción.
- 1 interruptor automático magneto-térmico de corte bipolar de intensidad nominal (2x20 A), con poder de corte 20 KA, para la protección de la línea de alumbrado exterior A-3.
- 1 interruptor automático magneto-térmico de corte bipolar de intensidad nominal (2x3 A), con poder de corte 20 KA, para la protección de la línea de alumbrado emergencia A-10 (taller).

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

- 1 interruptor automático magneto-térmico con relé de corte bipolar de intensidad nominal (2x32 A), con poder de corte 20 KA, para la protección de la línea de alimentación del motor de la puerta número 2 del taller P-2.
- 1 interruptor automático magneto-térmico con relé de corte bipolar de intensidad nominal (2x20 A), con poder de corte 20 KA, para la protección de la línea de alimentación del compresor de la instalación de aire comprimido.

7.5.2.2. Cuadro secundario CS-2.

Este cuadro estará alimentado por un cable de características $4 \times 16 \text{ mm}^2 + TT \times 16 \text{ mm}^2$ con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) e irá sobre bandeja metálica perforada sin tapa.

Este cuadro estará compuesto por los siguientes dispositivos de mando y protección:

- 1 interruptor general automático magneto-térmico de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x100 A), con poder de corte 36 KA.
- 3 interruptores diferenciales de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x16A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de las líneas de fuerza M-1, M-2 y M-5 referentes a las máquinas de la zona de producción.
- 2 interruptores diferenciales de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x25A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de las líneas de fuerza M-3 y M-4 referentes a las máquinas de la zona de producción.
- 1 interruptor diferencial de corte bipolar de intensidad nominal (2x40A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de la línea de alimentación del motor de la puerta número 1 del taller (cerramiento frontal) P-1.
- 2 interruptores automáticos magneto-térmicos con relé de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x10 A), con poder de corte 15 KA, para la protección de las líneas de fuerza M-1 y M-2 referentes a las máquinas de la zona de producción.
- 2 interruptores automáticos magneto-térmicos con relé de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x25 A), con poder de corte 15 KA, para la protección de las líneas de fuerza M-3 y M-4 referentes a las máquinas de la zona de producción.
- 1 interruptor automático magneto-térmico con relé de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x13 A), con poder de corte 15 KA, para la protección de la línea de fuerza M-5 referente a la máquina correspondiente de la zona de producción.
- 1 interruptor automático magneto-térmico con relé de corte bipolar de intensidad nominal (2x32 A), con poder de corte 20 KA, para la protección de la alimentación de la línea de alimentación del motor de la puerta número 1 del taller P-1.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

7.5.2.3. Cuadro secundario CS-3.

Este cuadro estará alimentado por un cable de características $4 \times 50 \text{ mm}^2 + TT \times 25 \text{ mm}^2$ con aislamiento de polietileno reticulado e irá sobre bandeja metálica perforada sin tapa.

Este cuadro estará compuesto por los siguientes dispositivos de mando y protección:

- 1 interruptor general automático magneto-térmico de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x200 A), con poder de corte 36 KA.
- 3 interruptores diferenciales de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x25A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de las líneas de fuerza M-6, M-9 y M-10 referentes a las máquinas de la zona de producción.
- 2 interruptores diferenciales de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x63 A), con una sensibilidad de 300 mA, para la protección de las líneas de fuerza M-7 y M-8 referentes a la máquina correspondiente de la zona de producción.
- 1 interruptor automático magneto-térmico con relé de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x25 A), con poder de corte 25 KA, para la protección de la línea de fuerza M-6 referente a la máquina correspondiente de la zona de producción.
- 2 interruptores automáticos magneto-térmicos con relé de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x63 A), con poder de corte 25 KA, para la protección de las líneas de fuerza M-7 y M-8 referentes a las máquinas de la zona de producción.
- 2 interruptores automáticos magneto-térmicos con relé de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x20 A), con poder de corte 25 KA, para la protección de las líneas de fuerza M-9 y M-10 referentes a las máquinas de la zona de producción.

7.5.2.4. Cuadro secundario CS-4.

Este cuadro estará alimentado por un cable de características $4 \times 10 \text{ mm}^2 + TT \times 10 \text{ mm}^2$ con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) e irá sobre bandeja metálica perforada sin tapa.

Este cuadro estará compuesto por los siguientes dispositivos de mando y protección:

- 1 interruptor general automático magneto-térmico de corte tetrapolar de intensidad nominal (4x63 A), con poder de corte 25 KA.
- 3 interruptores diferenciales de corte bipolar de intensidad nominal (2x25A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de las líneas de alumbrado y toma de corrientes A-4 (alumbrado de oficinas), TC-3 (tomas de corrientes oficinas 1) y TC-4 (tomas de corriente oficinas 2).
- 4 interruptores diferenciales de corte bipolar de intensidad nominal (2x16A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de las líneas de alumbrado y toma de corrientes A-5 (alumbrado aseos), A-10 (emergencia oficinas), TC-5 (aseos) y CL-3 (alimentación circuito de climatización de oficinas 3).
- 2 interruptores diferenciales de corte bipolar de intensidad nominal (2x40A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de las líneas de alimentación para los circuitos de climatización de oficinas CL-1 y CL-2.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

- 3 interruptores automáticos magneto-térmicos de corte bipolar de intensidad nominal (2x25A), con poder corte 20 KA, para la protección de las líneas de alumbrado y toma de corrientes A-4 (alumbrado de oficinas), TC-3 (tomas de corrientes oficinas 1) y TC-4 (tomas de corriente oficinas 2).
- 1 interruptor automático magneto-térmico de corte bipolar de intensidad nominal (2x3 A), con poder de corte 20 KA, para la protección de la línea de alumbrado emergencia A-10 (taller).
- 1 interruptor automático magneto-térmico de corte bipolar de intensidad nominal (2x6A), con poder de corte 20 KA, para la protección de la línea A-5 (alumbrado aseos).
- 1 interruptor automático magneto-térmico de corte bipolar de intensidad nominal (2x16A), con poder corte 20 KA, para la protección de las líneas de tomas de corrientes TC-5 (aseos).
- 2 interruptores automáticos magneto-térmicos de corte bipolar de intensidad nominal (2x32A), con poder corte 20 KA, para la protección de las líneas de alimentación de los circuitos de climatización de oficinas CL-1 y CL-2.
- 1 interruptor automático magneto-térmico de corte bipolar de intensidad nominal (2x13A), con poder corte 20 KA, para la protección de la línea de alimentación del circuito de climatización de oficinas CL-3.

7.5.2.5. Cuadro secundario CS-5.

Este cuadro estará alimentado por un cable de características $4 \times 6 \text{ mm}^2 + TT \times 6 \text{ mm}^2$ con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) e irá sobre bandeja metálica perforada sin tapa.

Este cuadro estará compuesto por los siguientes dispositivos de mando y protección:

- 1 interruptor general automático magneto-térmico de corte bipolar de intensidad nominal (2x32 A), con poder de corte 20 KA.
- 9 interruptores diferenciales de corte bipolar de intensidad nominal (2x16A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de las líneas de alumbrado A-7 (alumbrado vestuario masculino), A-8 (alumbrado vestuario femenino), A-9 (alumbrado vestíbulo y pasillos) y A-10 (alumbrado de emergencia), las líneas de tomas de corriente TC-7 (tomas de corriente sala metrología 2), TC-8 (tomas de corriente vestuario masculino), TC-9 (tomas de corriente vestuario femenino), la línea de alimentación de las bombas de la instalación solar térmica ST-1 y la línea de alimentación del RITU TL-1.
- 2 interruptores diferenciales de corte bipolar de intensidad nominal (2x25A), con una sensibilidad de 500 mA, para la protección de la línea de alumbrado A-6 (alumbrado sala metrología) y la línea de tomas de corriente TC-6 (tomas de corriente sala metrología 1).
- 3 interruptores automáticos magneto-térmicos de corte bipolar de intensidad nominal (2x10A), con poder corte 20 KA, para la protección de las líneas de alumbrado A-7 (alumbrado vestuario masculino) y A-8 (alumbrado vestuario femenino), y la línea de alimentación de las bombas del sistema solar térmico ST-1.
- 2 interruptores automáticos magneto-térmicos de corte bipolar de intensidad nominal (2x3A), con poder corte 20 KA, para la protección de las líneas de alumbrado A-9 (alumbrado pasillos) y A-10 (alumbrado de emergencia),

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

- 1 interruptor automático magneto-térmico de corte bipolar de intensidad nominal (2x25A), con poder corte 20 KA, para la protección de la línea de alumbrado A-6 (alumbrado sala metrología).
- 1 interruptor automático magneto-térmico de corte bipolar de intensidad nominal (2x20A), con poder corte 20 KA, para la protección de la línea de tomas de corriente TC-6 (tomas de corriente sala metrología 1).
- 4 interruptores automáticos magneto-térmico de corte bipolar de intensidad nominal (2x16A), con poder corte 20 KA, para la protección de la línea de alimentación del RITU TL-1 y las líneas de tomas de corriente TC-8 (tomas de corriente vestuario masculino), TC-9 (tomas de corriente vestuario femenino) y TC-7 (tomas de corriente sala metrología 2).

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

7.6. Líneas de distribución.

7.6.1. Conductores.

La sección de los conductores se ha calculado teniendo en cuenta las cargas y sobrecargas producidas en el alumbrado y demás aparatos eléctricos involucrados en el normal desarrollo de la actividad, no sobrepasándose los valores de intensidad máxima y caídas de tensión admitidos por el REBT en su ITC-BT 19.

Todos los conductores utilizados serán no propagadores de llama ni de incendios, según la norma UNE 20431.

Los conductores de la instalación serán de un sólo hilo de cobre de formación rígida hasta una sección de 4 mm² o varios hilos en formación cuerda para secciones superiores, con aislamiento para 1.000 V, e irán alojados en tubos protectores adecuados a las características individuales de cada cable.

Las secciones de los conductores serán las indicadas en el plano del esquema unifilar correspondiente, según lo establecido en las instrucciones REBT tal como se justifica en los cálculos.

La sección mínima a emplear será de 1,5 mm² para alumbrado y 2,5 mm² para fuerza.

Todos los conductores estarán debidamente identificados con los colores reglamentarios: negro, marrón o gris para las fases, azul para el neutro y bicolor verde y amarillo para el de tierra.

7.6.2. Tubos protectores.

Los tubos protectores podrán ir sobre las superficies de la nave al aire, enterrados bajo la solera del firme para canalizaciones subterráneas o empotrados en paredes, techos o falsos techos. Los conductores aislados bajo tubos protectores serán de tensión asignada 450/750 V como mínimo (1000 V en nuestro caso), si el tubo está enterrado la tensión asignada de los conductores será de 0,6/1 KV.

Los tubos en canalizaciones aéreas sobre bandeja serán flexibles y sus características mínimas serán las indicadas por la Tabla 6 de la ITC-BT 21 del REBT. Su diámetro será tal que permita la fácil introducción de los conductores una vez fijados y colocados, según la Tabla 7 de la ITC-BT-21 del REBT.

Los tubos en canalizaciones enterradas serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50 086 2-4 y sus características mínimas serán las indicadas en las Tabla 8 de la ITC-BT-21 del REBT. Su diámetro será tal que permita la fácil introducción de los conductores una vez fijados y colocados, según la Tabla 9 de la ITC-BT-21 del REBT.

Los tubos en canalizaciones empotradas serán flexibles y sus características mínimas se describen en la Tabla 3 de la ITC-BT-21 del REBT para tubos empotrados en obras de fábricas (paredes, techos y falsos techos). Su diámetro será tal que permita la fácil introducción de los conductores una vez fijados y colocados, según la Tabla 5 de la ITC-BT-21 del REBT.

Como norma general un tubo protector sólo contendrá conductores de un mismo y único circuito, no obstante, podrá contener conductores pertenecientes a circuitos diferentes si todos los conductores están aislados para la máxima tensión de servicio, todos los circuitos parten del mismo interruptor general de mando y protección, sin interposición de aparatos que transformen la corriente, y cada circuito está protegido por separado contra las sobreintensidades.

No se utilizará en ningún caso un neutro para varios circuitos.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

Los conductores de protección tendrán la misma sección que los conductores activos de cada circuito, irán por su misma canalización, serán de cobre y se reconocerán por el doble color amarillo-verde.

En esta instalación se emplearán canales de PVC que estén dotados de protección contra impactos, hechos de material aislante y que no sean propagadores de llama.

De acuerdo con las especificaciones de la ITC-BT-21 del REBT, para la ejecución de canalizaciones bajo tubos protectores enunciamos a continuación las prescripciones generales más importantes particularizando para nuestra instalación:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a lo indicado por la UNE-EN 50 086 2-2.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán en los tubos normalmente después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

7.7. Cajas de derivación.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados. Las conexiones entre conductores se realizarán mediante fichas de calibre suficiente.

7.8. Características generales de la instalación de alumbrado.

La alimentación de los puntos de luz se hará en monofásico, a 230 V, donde las secciones del conductor neutro y del activo serán iguales.

En el caso de la instalación de lámparas de descarga la carga mínima prevista será de 1,8 veces la potencia en W del receptor, según ITC-BT-44.

Los tubos de descarga ya vienen dotados de fábrica con un condensador para compensar su factor de potencia que entonces será prácticamente la unidad.

Todas las partes metálicas de la instalación de alumbrado que puedan quedar bajo tensión accidentalmente, como carcassas de iluminación, aparatos, etc., deben estar puestos a tierra.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

7.9. Iluminación interior.

Dependiendo del tipo de actividad que se va a llevar a cabo en cada local, se debe garantizar un nivel mínimo de iluminación.

Los datos a tener en cuenta para definir correctamente la instalación serán:

- Planos acotados de planta y secciones de los locales.
- Detalles constructivos del techo.
- Qué uso o tareas se van a realizar en el local.
- Colores y factores de reflexión de suelo, paredes y techo.
- Situación de maquinaria, mobiliario y demás equipos.
- Condiciones de humedad, polvo y temperatura.

A la vista de todos estos datos y teniendo en cuenta el factor de la limitación económica, se selecciona el tipo de alumbrado más conveniente según sea:

- Incandescente. Aparato barato pero de alto consumo.
- Halógena. Bonitos contrastes pero el aparato es caro y el consumo elevado.
- Lámparas de descarga (fluorescentes). Son caras pero consumen poco.
- Vapor de alta presión. Óptimas para su utilización en naves industriales. Pueden ser de dos tipos: de sodio, que dan una luz muy amarillenta pero tienen mayor duración, o de mercurio, con mejor iluminación y un poco más de precio.

Debe buscarse la mejor disposición de luminarias en el recinto, atendiendo al punto de vista luminotécnico. No obstante, es posible, en ciertos casos justificados, incrementar el número de luminarias que se obtiene de los cálculos buscando, por ejemplo, números pares para lograr una imagen satisfactoria de la instalación de iluminación.

Los interruptores para los distintos receptores estarán colocados a 90 cm del suelo para toda la instalación.

La instalación de alumbrado de interior del edificio que albergará las nuevas instalaciones de REPUESTALIA S.L. ha sido proyectada, de acuerdo con la distribución de la nave, distinguiendo tres zonas o sectores diferenciados de iluminación, cuya denominación dentro del presente documento es la siguiente:

- 1) Zona de Oficinas.
- 2) Zona de vestíbulo, pasillos y vestuarios.
- 3) Zona de taller.

Por tanto, la descripción de la solución propuesta se presenta a continuación haciendo distinción entre las zonas mencionadas.

7.9.1. Zona de oficinas.

Las distintas luminarias colocadas en los diferentes departamentos de dicha zona son los siguientes:

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

7.9.1.1. Departamento oficina común.

Se han colocado 7 luminarias de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

7.9.1.2. Despacho de dirección.

Se ha colocado 1 luminaria de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

7.9.1.3. Aseos (valores idénticos para masculino y femenino).

Se han colocado 2 luminarias de techo, de 297x297x127 mm, para 2 lámparas fluorescentes TC-L de 18 W. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

7.9.1.4. Báter (2 en aseo masculino y 2 en aseo femenino, todos iguales).

Se ha colocado 1 luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 LED de 1 W. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

7.9.2. Zona de vestíbulo, pasillos y vestuarios.

Las distintas luminarias colocadas en los diferentes departamentos de dicha zona son los siguientes:

7.9.2.1. Vestuario masculino.

Se han colocado 3 luminarias de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

7.9.2.2. Vestuario femenino.

Se han colocado 2 luminarias de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

7.9.2.3. Báter (3 en vestuario masculino y 2 en vestuario femenino, todos iguales).

Se ha colocado 1 luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 LED de 1 W. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

7.9.2.4. Sala metrología.

Se han colocado 6 luminarias de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

7.9.2.5. Vestíbulo y pasillo.

Se han colocado 3 luminarias de techo Downlight, de 232x232x115 mm, para 2 lámparas fluorescentes TC-D de 18 W. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

7.9.3. Zona de taller.

Se han colocado 18 luminarias suspendida para montaje en línea continua, de 2960x80x40 mm, para 2 lámparas fluorescentes T5 de 49 W. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

7.10. Alumbrado de Emergencia.

La instalación de alumbrado de emergencia se ha proyectado de acuerdo a las directrices que marca el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales, además de hacer uso de las indicaciones expuestas en el Código Técnico de la Edificación (CTE) dentro de su Documento Básico de Seguridad de Uso (DB_SU) para las zonas de la nave que se amolden al perfil del ámbito de aplicación del citado documento, como puedan ser pasillos, oficinas, etc.

La función principal de dicha instalación es permitir la evacuación de manera fácil y segura a los operarios hacia el exterior en caso de fallo del alumbrado general.

La instalación del sistema de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo en el alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal de servicio.
- Mantendrá las condiciones de servicio, como mínimo, durante una hora desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de 1 lux como mínimo, a nivel del suelo, en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución de alumbrado.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

La instalación de alumbrado de emergencia del edificio que albergará las nuevas instalaciones de REPUESTALIA S.L. ha sido proyectada, de acuerdo con la distribución de la nave, distinguiendo tres zonas o sectores diferenciados de iluminación, cuya denominación dentro del presente documento es la siguiente:

- 4) Zona de Oficinas.
- 5) Zona de vestíbulo, pasillos y vestuarios.
- 6) Zona de taller.

Por tanto, la descripción de la solución propuesta se presenta a continuación haciendo distinción entre las zonas mencionadas.

7.10.1. Iluminación de la zona de oficinas.

Los distintos valores encontrados en los diferentes departamentos de dicha zona son los siguientes:

7.10.1.1. Departamento oficina común.

El tipo de luminaria propuesta y el número de cada tipo instalado se exponen en la tabla siguiente. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

Cantida	Descripción
6	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 100 lúmenes
5	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 310 lúmenes

7.10.1.2. Despacho de dirección.

El tipo de luminaria propuesta y el número de cada tipo instalado se exponen en la tabla siguiente. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

Cantida	Descripción
1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 45 lúmenes

7.10.1.3. Aseos (valores idénticos para masculino y femenino).

El tipo de luminaria propuesta y el número de cada tipo instalado se exponen en la tabla siguiente. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

Cantida	Descripción
1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 45 lúmenes

7.10.2. Zona de vestíbulo, pasillos y vestuarios.

Los distintos valores encontrados en los diferentes departamentos de dicha zona son los siguientes:

7.10.2.1. Vestuario masculino.

El tipo de luminaria propuesta y el número de cada tipo instalado se exponen en la tabla siguiente. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

Cantida	Descripción
2	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 100 lúmenes

7.10.2.2. Vestuario femenino.

El tipo de luminaria propuesta y el número de cada tipo instalado se exponen en la tabla siguiente. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

Cantida	Descripción
2	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 100 lúmenes

7.10.2.3. Sala metrología.

El tipo de luminaria propuesta y el número de cada tipo instalado se exponen en la tabla siguiente. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

Cantida	Descripción
3	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 100 lúmenes

7.10.2.4. Vestíbulo y pasillo.

El tipo de luminaria propuesta y el número de cada tipo instalado se exponen en la tabla siguiente. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

Cantida	Descripción
7	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 100 lúmenes

7.10.3. Zona de taller.

El tipo de luminaria propuesta y el número de cada tipo instalado se exponen en la tabla siguiente. Para ver su ubicación concreta y sus correspondientes valores de iluminación, consultar planos de iluminación y anexo de cálculos referidos a tal asunto.

Cantida	Descripción
11	Luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 420 lúmenes
3	Luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 240 lúmenes

7.11. Iluminación externa.

El alumbrado de exterior, al igual que el alumbrado de interior, ha de cumplir, desde el punto de vista luminotécnico, con el nivel de iluminación recomendado.

El objeto de la iluminación exterior es iluminar las zonas de tránsito y servicios, además de la vigilancia.

Por lo general se dispone de dos tipos de luminarias para estas instalaciones: focos y proyectores. Con los focos se consigue un ancho haz luminoso generado por fuentes luminosas grandes, mientras que con los proyectores se logra una concentración de la luz en bandas mediante reflectores paraboloides cilíndricos.

La interpretación de los cálculos realizados nos lleva a una instalación de alumbrado exterior conformada por 6 lámparas de vapor de sodio de alta presión de 250 W. Dichas lámparas irán situadas 3 en la parte frontal de la nave (zona de entrada y aparcamientos) que adoptarán una configuración equidistante colocándolas una en cada extremo y la otra en el medio, 2 en el lateral izquierdo adoptando también una distribución equidistante y separadas una distancia de 20,5 m, y, por último, en la zona posterior situaremos 1 sola luminaria localizada en el centro del cerramiento ubicado en dicha zona.

Las luminarias irán colocadas mediante los soportes adecuados en los muros del edificio y en todos los casos a la altura de 7 m (ver plano de iluminación).

7.12. Resumen de líneas de alumbrado.

<i>Instalación de Alumbrado</i>				
<i>Zona</i>	<i>Circuito</i>	<i>Características línea</i>	<i>Longitud</i>	<i>Φ Tubo</i>
Interior	A-1	2 x 4 mm ² + TT x 4 mm ²	41.42 m	20 mm
	A-2	2 x 4 mm ² + TT x 4 mm ²	49.78 m	20 mm
	A-4	2 x 4 mm ² + TT x 4 mm ²	30.59 m	20 mm
	A-5	2 x 1,5 mm ² + TT x 1,5 mm ²	46.99 m	16 mm
	A-6	2 x 4 mm ² + TT x 4 mm ²	19.95 m	20 mm
	A-7	2 x 1,5 mm ² + TT x 1,5 mm ²	22.65 m	16 mm
	A-8	2 x 1,5 mm ² + TT x 1,5 mm ²	21.19 m	16 mm
	A-9	2 x 1,5 mm ² + TT x 1,5 mm ²	36.05 m	16 mm
Exterior	A-3	2 x 4 mm ² + TT x 4 mm ²	61.09 m	20 mm
Emergencia	A-10 (*)	2 x 1,5 mm ² + TT x 1,5 mm ²	122.83 m	16 mm

(*) A-10 representa a los tres circuitos de alumbrado de emergencia.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

7.13. Tomas de corriente.

Las tomas de corriente, cuya instalación se indica en los planos eléctricos, cumplirán lo especificado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Grosso modo, particularizando para nuestro proyecto, podemos resumir las especificaciones del citado reglamento en que dichas tomas de corriente llevarán incorporada una conexión a tierra, tendrán un grado de protección IP 55 y serán de 16 A.

7.14. Condiciones generales de la instalación de fuerza.

Dadas las características de la actividad industrial a la que estará dedicada la nave, la instalación de fuerza será estanca en todas sus dependencias. Esto quiere decir que todos los elementos de la instalación, bien sean cajas de derivación, tomas de corriente, cuadros de distribución, etc. tendrán una protección de estanqueidad.

Los receptores se instalarán de acuerdo con los esfuerzos mecánicos permisibles y en las condiciones de ventilación necesaria para que no se alcance ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos a su ubicación de funcionamiento.

Los conductores en la entrada del aparato estarán protegidos contra el riesgo de tracción, torsión, etc. por medio de dispositivos adecuados constituidos por materiales aislantes.

Los dispositivos de protección que alojan los distintos cuadros se pueden observar en los esquemas unifilares y en los anexos de cálculos, así como la sección de los conductores que los unen.

La sección de los conductores para la alimentación de los diferentes receptores se especifica en el correspondiente anexo de cálculos, siguiendo en todo momento las indicaciones recogidas en la ITC-BT-19. En cualquier caso la sección de los conductores para el suministro de energía será calculada teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Intensidad admisible por los conductores, debiendo soportar el 1,25 de la intensidad demandada por el receptor cuando se trate de un motor.
- Caída de tensión fijada previamente como máxima en un 5%.
- Coeficientes que afecten a la capacidad del conductor debido a la proximidad de otros circuitos, etc.

De acuerdo con las especificaciones expuestas se han dimensionado las secciones de los distintos conductores y las correspondientes canalizaciones que alimentarán a la maquinaria instalada en nuestra planta.

7.15. Resumen líneas para tomas de corriente, fuerza y alimentación a cuadros.

<i>Tomas de Corriente</i>			
<i>Circuitos</i>	<i>Características línea</i>	<i>Longitud</i>	<i>Φ Tubo</i>
TC-1	2 x 4 mm ² + TT x 4 mm ²	41,8 m	20 mm
TC-2	2 x 2,5 mm ² + TT x 2,5 mm ²	21 m	16 mm
TC-3	2 x 4 mm ² + TT x 4 mm ²	28,5 m	20 mm
TC-4	2 x 4 mm ² + TT x 4 mm ²	34,83 m	20 mm
TC-5	2 x 2,5 mm ² + TT x 2,5 mm ²	19,45 m	16 mm
TC-6	2 x 4 mm ² + TT x 4 mm ²	17 m	20 mm
TC-7	2 x 2,5 mm ² + TT x 2,5 mm ²	8,38 m	16 mm
TC-8	2 x 2,5 mm ² + TT x 2,5 mm ²	9,25 m	16 mm
TC-9	2 x 2,5 mm ² + TT x 2,5 mm ²	8,01 m	16 mm

<i>Líneas de Fuerza para Maquinaria</i>			
<i>Circuito</i>	<i>Características Líneas</i>	<i>Longitud</i>	<i>Φ Tubo</i>
M-1	4 x 6 mm ² + TT x 6 mm ²	11 m	50 mm
M-2	4 x 6 mm ² + TT x 6 mm ²	7,5 m	50 mm
M-3	4 x 6 mm ² + TT x 6 mm ²	23,5 m	50 mm
M-4	4 x 6 mm ² + TT x 6 mm ²	19,5 m	50 mm
M-5	4 x 6 mm ² + TT x 6 mm ²	14,3 m	50 mm
M-6	4 x 6 mm ² + TT x 6 mm ²	17,8 m	50 mm
M-7	4 x 10 mm ² + TT x 10 mm ²	12,3 m	63 mm
M-8	4 x 10 mm ² + TT x 10 mm ²	14,8 m	63 mm
M-9	4 x 6 mm ² + TT x 6 mm ²	8,3 m	50 mm
M-10	4 x 6 mm ² + TT x 6 mm ²	4,6 m	50 mm
M-11	2 x 6 mm ² + TT x 6 mm ²	3,9 m	20 mm

<i>Líneas de Fuerza (varios)</i>			
<i>Circuito</i>	<i>Características Líneas</i>	<i>Longitud</i>	<i>Φ Tubo</i>
P-1. Puerta taller 1	2 x 6 mm ² + TT x 6 mm ²	18,46 m	20 mm
P-2. Puerta taller 2	2 x 6 mm ² + TT x 6 mm ²	10,2 m	20 mm
CL-1. Climatización 1	2 x 6 mm ² + TT x 6 mm ²	9,91 m	20 mm
CL-2. Climatización 2	2 x 6 mm ² + TT x 6 mm ²	11,92 m	20 mm
CL-3. Climatización 3	2 x 2,5 mm ² + TT x 2,5 mm ²	11,35 m	16 mm
ST_1. Bombas I.Solar	2 x 2,5 mm ² + TT x 2,5 mm ²	10,05 m	16 mm
T-1. Alimentación RITU	2 x 2,5 mm ² + TT x 2,5 mm ²	15 m	16 mm

Cuadros Eléctricos			
Cuadro	Características Líneas	Longitud	Sobre bandeja
CS-1	4 x 16 mm ² + TT x 16 mm ²	28 m	Si
CS-2	4 x 16 mm ² + TT x 16 mm ²	35 m	Si
CS-3	4 x 50 mm ² + TT x 25 mm ²	14 m	Si
CS-4	4 x 10 mm ² + TT x 10 mm ²	16 m	Si
CS-5	4 x 6 mm ² + TT x 6 mm ²	9 m	Si
B_Condes	3 x 50 mm ² + TT x 25 mm ²	5 m	Si
CGBT	4 x 95 mm ² + TT x 50 mm ²	19 m	Φ Tubo=140 mm

7.16. Batería de condensadores.

En el caso particular de nuestra instalación eléctrica hemos considerado como factor de potencia en todos los cálculos de dimensionado de líneas un valor general de 0.8. Según el REBT se exige un factor de potencia de al menos 0.9 en instalaciones eléctricas, luego la potencia reactiva a suministrar por la batería de condensadores será:

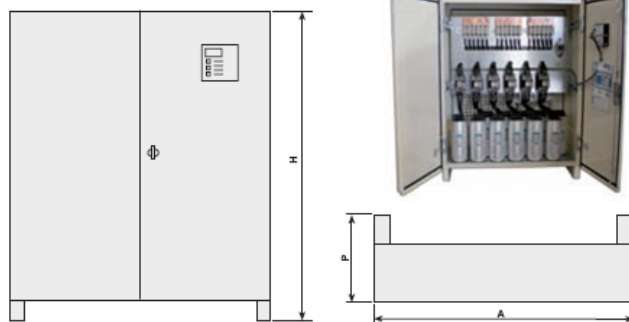
$$Q_C = P \cdot (tg \varphi_1 - tg \varphi_2) = 164 \cdot (tg(36.87) - tg(25.84)) = 43.58 \text{ K var}$$

$$\cos \varphi_1 = 0.8 \rightarrow \varphi_1 = 36.87$$

$$\cos \varphi_2 = 0.9 \rightarrow \varphi_2 = 25.84$$

Con este valor para la potencia reactiva de la batería de condensadores se opta por instalar una batería de condensadores de las siguientes características:

- Potencia: 60 Kvar
- Composición: (10+10)+1x40
- Programa: 1:1:1
- Tensión: 400 V
- Armario: 700x500x250



cumple con las necesidades de la instalación eléctrica diseñada.

7.17. Instalación de puesta a tierra.

El objetivo de dicha instalación es conseguir que entre determinados elementos o partes de la instalación no existan diferencias de potencial peligrosas ocasionadas por corrientes de defecto o de falta. Al mismo tiempo debe permitir el paso de dichas corrientes a tierra, así como el de las descargas de origen atmosférico. Su disposición se expone en el plano de Instalación de Puesta a Tierra.

7.17.1 Toma de tierra.

Consta de un anillo conductor de cobre rígido y desnudo de 35 mm² de sección. Su longitud será de 95 m y discurrirá a una profundidad no inferior a 80cm de la cota cero de nuestra parcela (ver plano correspondiente).

Al iniciarse las obras de cimentación se realizarán las correspondientes zanjas donde irá ubicado el conductor formando un anillo cerrado interior al perímetro de la nave, ya que en nuestro caso particular el edificio proyectado linda con la parcela vecina. Al mencionado anillo se conectarán la estructura metálica del edificio, las armaduras metálicas que formen parte de la cimentación, así como toda masa metálica importante existente en la planta.

Las conexiones entre las líneas de enlace y el anillo que representa la toma de tierra deben ejecutarse con extremado cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse en especial, que las conexiones no dañen ni a los conductores ni a los elementos de unión.

Se considera que las conexiones son eléctricamente correctas, si se realizan, por ejemplo, mediante grapas de conexión, soldadura aluminotérmica o autógena.

7.17.2. Líneas de enlace con tierra.

Son las líneas que conectan los puntos de tierra, estructura y las armaduras del hormigón, con el anillo conductor enterrado que rodea el perímetro de la nave.

Su sección mínima viene dada en función de las características del conductor de protección con el que se conecta aguas abajo, en este caso escogemos un conductor de cobre de 25 mm² en todos los casos asegurando así la correcta conexión tanto con los conductores de protección como con el anillo.

7.17.3. Líneas principales de tierra.

Están formadas por los conductores que unen los electrodos de conexión de los puntos de puesta a tierra con los distintos cuadros, y que deben ser, como mínimo, de una sección:

Líneas Principales de Tierra		
Puntos de Tierra	Sección máxima (mm²) Conductor protección	Sección (mm²) Línea principal
CGBT	50	50
Bat_C	16	16
Cuadro secundario 1	16	16
Cuadro secundario 2	16	16
Cuadro secundario 3	25	25
Cuadro secundario 4	10	16
Cuadro secundario 5	6	16

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

7.17.4. Conductores de protección.

Son los conductores que acompañan a las distintas líneas que forman la instalación eléctrica hasta los receptores que deben ser conectados a tierra. Su sección varía en función de la sección de los conductores de fase o polares que acompaña, y dicho valor ha sido indicado particularmente para cada línea, de acuerdo a las ITC-BT-18 e ITC-BT-19, tanto en el esquema unifilar de la instalación como en el anexo de cálculos correspondiente.