

**PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACION TIPO
CASETA PREFABRICADA DE HORMIGON PFU-5 DE
400+400 KVA.
PETICIONARIO: PROMOCION URBANISTICA ASPE, S.L.
SITUACION: UNIDAD EJECUCION UE-1.3 - TERMINO
MUNICIPAL DE ASPE.**

*** Murillo & Pastor Ingenieros C.B. * Ingenieros Técnicos Industriales *
* Calle Joan Miró, 4 * Teléfono/Fax 96.666.12.34 * ELCHE *
* e-mail: murilloypastor@ctv.es ***

INDICE

- 1. **MEMORIA.**
- 1.1 **RESUMEN DE CARACTERISTICAS.**
 - 1.1.1. TITULAR.
 - 1.1.2. NUMERO DE REGISTRO (SI ES AMPLIACION).
 - 1.1.3. EMPLAZAMIENTO.
 - 1.1.4. LOCALIDAD.
 - 1.1.5. ACTIVIDAD A LA QUE SE DESTINA LA ENERGIA TRANSFORMADA.
 - 1.1.6. POTENCIA UNITARIA DE CADA TRANSFORMADOR Y POTENCIA TOTAL EN KVA.
 - 1.1.7. TIPO DE CENTRO.
 - 1.1.8. TIPO DE TRANSFORMADOR.
 - 1.1.9. TECNICO DIRECTOR DE OBRA.
 - 1.1.10. PRESUPUESTO TOTAL.
- 1.2. **OBJETO DEL PROYECTO.**
- 1.3. **REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES QUE CUMPLA.**
- 1.4. **TITULAR.**
- 1.5. **EMPLAZAMIENTO.**
- 1.6. **CARACTERISTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACION.**
- 1.7. **PROGRAMA DE NECESIDADES.**
- 1.8. **DESCRIPCION DE LA INSTALACION.**
 - 1.8.1. OBRA CIVIL.
 - 1.8.2. JUSTIFICACION DE NECESIDAD O NO DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.
 - 1.8.2.1. Local.
 - 1.8.2.2. Características de los materiales.
 - 1.8.2.3. Cimentación.
 - 1.8.2.4. Solera y Pavimento.
 - 1.8.2.5. Cerramiento exterior.
 - 1.8.2.6. Tabiquería interior.
 - 1.8.2.7. Cubierta.
 - 1.8.2.8. Pinturas.
 - 1.8.2.9. Varios.
 - 1.8.3. INSTALACIONES ELECTRICAS.
 - 1.8.3.1. Características de la red de alimentación.
 - 1.8.3.2. Características de la aparamenta de alta tensión.
 - 1.8.3.3. Celda de entrada.
 - 1.8.3.4. Celda de salida.
 - 1.8.3.5. Celda de protección.
 - 1.8.3.6. Celda de Medida.
 - 1.8.3.7. Celda de transformador
 - 1.8.3.8. Características de otro material de alta y baja tensión.
 - 1.8.3.9. Embarrado general.
 - 1.8.3.9. Piezas de conexión.
 - 1.8.3.10. Aisladores de apoyo.
 - 1.8.3.11. Aisladores de paso.
 - 1.8.4. MEDIDA DE ENERGIA ELECTRICA.
 - 1.8.5. PUESTA A TIERRA.
 - 1.8.5.1. Tierra de protección.
 - 1.8.5.2. Tierra de servicio.
 - 1.8.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS.
 - 1.8.6.1. Alumbrado.
 - 1.8.6.2. Baterias de condensadores.
 - 1.8.6.3. Proteccion contra incendios.
 - 1.8.6.4. Ventilación.
 - 1.8.6.5. Medidas de seguridad y señalización.

2. **CALCULOS JUSTIFICATIVOS.**
 - 2.1. **INTENSIDAD DE ALTA TENSION.**
 - 2.2. **INTENSIDAD EN BAJA TENSION.**
 - 2.3. **CORTOCIRCUITO.**
 - 2.3.1. CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.
 - 2.3.2. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSION.
 - 2.3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSION.
 - 2.4. **DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.**
 - 2.4.1. COMPROBACION POR DENSIDAD DE CORRIENTE.
 - 2.4.2. COMPROBACION POR SOLICITACION ELECTRODINAMICA.
 - 2.4.2. COMPROBACION POR SOLICITACION TERMICA.
 - 2.5. **PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.**
 - 2.5.1. SELECCIÓN DEL FUSIBLE DE A.T. Y B.T.
 - 2.5.2. AJUSTE DEL DISPOSITIVO TERMICO O DE LOS RELES.
 - 2.6. **DIMENSIONADO DE LA VENTILACION DEL CENTRO DE TRANSFORMACION.**
 - 2.7. **DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.**
 - 2.8. **CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.**
 - 2.8.1. INVESTIGACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO.
 - 2.8.2. DETERMINACION DE LAS CORRIENTES MAXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MAXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACION DEL DEFECTO.
 - 2.8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACION DE PUESTA A TIERRA.
 - 2.8.4. CALCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.
 - 2.8.5. CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO INTERIOR DE LA INSTALACION.
 - 2.8.6. CALCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACION.
 - 2.8.7. CALCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.
 - 2.8.8. INVESTIGACION DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.
 - 2.8.9. CORRECCION Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL, ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO.
3. **PLIEGO DE CONDICIONES**
 - 3.1. **CALIDAD DE LOS MATERIALES.**
 - 3.1.1. OBRA CIVIL.
 - 3.1.2. APARAMENTA DE ALTA TENSION.
 - 3.1.3. TRANSFORMADORES.
 - 3.1.4. EQUIPOS DE MEDIDA.
 - 3.2. **NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.**
 - 3.3. **PRUEBAS REGLAMENTARIAS.**
 - 3.4. **CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.**
 - 3.5. **CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.**
 - 3.6. **LIBRO DE ORDENES.**
4. **PRESUPUESTO.**
5. **PLANOS.**

M E M O R I A

1. **MEMORIA**

1.1. **RESUMEN DE CARACTERISTICAS.**

1.1.1. **TITULAR.**

Titular	:	PROMOCION URBANISTICA ASPE, S.L.
C.I.F.	:	B-53585022
Domicilio	:	CALLE NOVELDA, Nº 21
Localidad	:	03680 ASPE (ALICANTE).
Representante	:	LEOPOLDO ALENDA GALVAÑ.
N.I.F.	:	74.204.267-B

El centro de Transformación una vez instalado, será cedido a la Compañía Suministradora IBERDROLA, S.A.U.

1.1.2. **NUMERO DE REGISTRO.**

El Centro de Transformación es de nueva construcción, por lo que no dispone de número de registro.

1.1.3. **EMPLAZAMIENTO.**

El Centro de Transformación esta emplazado en la Unidad de Ejecución UE-1.3 en la Calle Orito en la parcela Zona Verde de la Villa de Aspe provincia de Alicante.

1.1.4. **LOCALIDAD.**

El Centro de Transformación esta en la Villa de Aspe provincia de Alicante.

1.1.5. **ACTIVIDAD A LA QUE SE DESTINA LA ENERGIA TRANSFORMADA.**

El destino de la energía a transformar, es para dotación a la Unidad de Ejecución UE-1.3 compuesta por Zona Residencial y Alumbrado Público.

1.1.6. **POTENCIA UNITARIA DA CADA TRANSFORMADOR Y POTENCIA TOTAL KVA.**

El Centro de Transformación dispone de dos transformadores de 400 KVA de potencia unitaria, siendo su potencia total de 800 KVA.

1.1.7. **TIPO DE CENTRO.**

El Centro de Transformación será de tipo caseta prefabricada de hormigón PFU-5.

1.1.8. **TIPO DE TRANSFORMADOR.**

Los transformadores serán:

- | | |
|---|--------|
| · Refrigeración del transformador 1: | aceite |
| · Refrigeración del transformador 2: | aceite |
| · Volumen de dieléctrico transformador 1: | 290 l |
| · Volumen de dieléctrico transformador 2: | 290 l |
| · Volumen total de dieléctrico: | 580 l |

1.1.9. TECNICO DIRECTOR DE LA OBRA.

Los datos identificativos del director de la instalación son:

* Nombre: ANTONIO PASTOR ANTON.
* Nº Colegiado: 1.746.
* Colegio Profesional: COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TECNICOS INDUSTRIALES DE ALICANTE.
* Dirección: CALLE JOAN MIRO, 4 BAJO.
03205 ELCHE(ALICANTE).
* Teléfono: 96 6661234.
* Fax: 96 6666858.
* Correo Electrónico: murilloypastor@ctv.es

1.1.10. PRESUPUESTO TOTAL.

El presupuesto total de la instalación del Centro de Transformación asciende a la cantidad de 42.371,62 Euros.

1.2. **OBJETO DEL PROYECTO.**

El Objeto del presente Proyecto, es obtener de los Organismos Competentes la Autoridad Administrativa y la de Ejecución de la instalación del Centro de Transformación tipo caseta prefabricada PFU-5 de 400 + 400 KVA, para dotar de energía eléctrica a la Unidad de Ejecución UE-1.3, compuesta por Zona Residencial y Alumbrado Público.

1.3. **REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES QUE CUMPLEN.**

En la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a instalaciones de Centro de transformación. contenidas en los reglamentos siguientes:

* Ley 54/1997 de 27 de Noviembre, de Regulación del Sector Eléctrico (B.O.E. 28 Noviembre de 1.997).

* 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 (B.O.E. de 27 de Diciembre de 2000).

* Reglamento de L.A.A.T. (Aprobado por Decreto 3151/1968, de 28 de Noviembre, B.O.E. de 27-12-68).

* Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, (aprobado por Real Decreto 3275/1982, de Noviembre B.O.E. 1-12-82).

* Instrucciones Técnicas Complementarias (MIE-RAT) que desarrolla al citado Reglamento (Aprobadas por la Orden del Miner de 18 de Octubre de 1984. B.O.E. 25-10-84).

* Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto de 2002. BOE 18-9-02).

* Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas ITC-BT 01 a BT 51 que se adjuntan al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Aprobadas por el Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto de 2002. BOE 18-9-02).

* Decreto 88/2005, de 29 de Abril. ELECTRICIDAD. Establece los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat. (DOGV, 5 mayo 2005, núm 4999).

* Resolución 22 de febrero de 2006, de la Dirección General de Energía por la que se aprueban las Normas Particulares de Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U., para Alta Tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión en la Comunidad Valenciana.

* Contenido mínimo en proyectos (Aprobado por Orden de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo, de 17 de Julio de 1989. D.O.G.V. de 13-11-1989).

* Contenido mínimo en proyectos: Orden de 13 de Marzo de 2000, de la Consellería de Industria y Comercio (D.G.G.V. de 14-4-2000) por el que se modifica los Anexos de la Orden de 17 de Julio de 1989 de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establece un contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.

* Contenido mínimo en proyectos: Orden de 12 de Febrero de 2001, de la Consellería de Industria y Comercio (D.O.G.V. de 9-4-2001) por la que se modifica la de 13 de Marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.

* Resolución de 12 de Mayo de 1994, de la Dirección General de Industria y Energía, por la que se aprueba los proyectos tipo de instalaciones de distribución y las normas de ejecución y recepción técnica de las instalaciones (D.O.G.V. de 20-6-1994).

* Resolución de 20 de junio de 2003, de la Dirección General de Industria y Energía, por la que modifican los anexos de las Ordenes de 17 de Julio de 1989 de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo y de 12 de Febrero de 2001 de la Consellería de Industria y Comercio, sobre contenido mínimo de los proyectos de industrias e instalaciones industriales.

* Resolución de 13 de marzo de 2004, de la Dirección General de Industria e Investigación Aplicada, por la que se modifican los anexos de las Ordenes de 17 de Julio de 1989 de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo y de 12 de Febrero de 2001 de la Consellería de Industria y Comercio, sobre contenido mínimo de los proyectos de industrias e instalaciones industriales.

* Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro Eléctrico (Aprobado el 12 de Marzo de 1964).

* Mantenimiento de Subestaciones Eléctricas y Centros de Transformación (Aprobado por Orden de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo, de 9 de Diciembre de 1987. D.O.G.V. de 30-12-1987).

* Expropiación forzosa y Servidumbre de paso en Instalaciones de Energía Eléctrica (Aprobado por Ley 10/66, de 18 de Marzo B.O.E. de 19-3-1966).

* Evaluación y Obligatoriedad de Estudio Sobre Impacto Ambiental (Aprobado por Real Decreto Ley 1302/86, de 28 de Junio. B.O.E. de 23-6-1986).

* Reglamento para la ejecución del Real Decreto Ley 1302/86. (Aprobado por Real Decreto 1131/1988, de 30 de Septiembre. B.O.E. de 5-10-1988).

* Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Impacto Ambiental. (B.O.E. de 26-4-1989).

* Decreto 162/1990, de 15 de Octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la ley 2/1989, de 3 de Marzo, de Impacto Ambiental.

* Ley 3/1993, de 9 de Diciembre, de las Cortes Valencianas. (Ley Forestal).

* Normas UNE de obligado cumplimiento.

1.4. TITULAR.

Titular : PROMOCION URBANISTICA ASPE, S.L.
C.I.F. : B-53585022
Domicilio : CALLE NOVELDA, Nº 21
Localidad : 03680 ASPE (ALICANTE).

Representante : LEOPOLDO ALENDA GALVAÑ.
N.I.F. : 74.204.267-B

El centro de Transformación una vez instalado, será cedido a la Compañía Suministradora IBERDROLA, S.A.U.

1.5. EMPLAZAMIENTO.

El Centro de Transformación, queda emplazada en los límites de los término municipal de la Villa de Aspe provincia de Alicante, en la Unidad de Ejecución UE-1.3, en la Calle Orito parcela Zona Verde, según puede observarse en el plano de distribución que se adjunta.

1.6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El Centro de Transformación objeto de este proyecto es del tipo caseta prefabricada PFU-5 y será de Compañía, de 2 x 400 KVA.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión de 20 kV trifásica y frecuencia de 50 Hz, siendo la acometida a las celdas por medio de cables subterráneos de media tensión HEPRZ1-12/20KV de 240 Al.

Los tipos generales de celdas empleados en este proyecto son:

- CGM: Celdas modulares de aislamiento y corte en SF6, extensibles in situ a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

1.7. PROGRAMA DE NECESIDADES.

Para dotar de energía eléctrica la Unidad de Ejecución UE-1.3, compuesta por Zona Residencial y Alumbrado Público., siendo la potencia instalada:

La potencia total instalada, destino y uso de la energía eléctrica de la Unidad de Ejecución U.E.-1.3 es la siguiente:

EDIFICIO RESIDENCIAL	POTENCIA SEGÚN USO	POTENCIA TOTAL (Kw.)
168 Viviendas Unifamiliares	5,75 Kw.	966,00
12 Servicios Comunes	10,39 Kw.	124,68
4.800 m2 Garajes	(4.800 x 20 w)	96,00
4.800 m2 Locales Comerciales	(4.800 x 100 w)	480,00
Alumbrado Público	Según tipo Luminaria	17,32
	TOTAL EDIFICIO RESIDENCIAL	1.684,00

La potencia total instalada en Unidad de Ejecución UE 1.3 es **1.684,00 Kw.**

Línea Subterránea de Baja Tensión, se repartirán desde el Centro de Transformación de 400 + 400 KVA de la siguiente forma:

* CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

TRANSFORMADOR NUMERO 1:

* Anillo A.

C.T.: MAQUINA Nº 1 – 400 KVA	POTENCIA SEGÚN USO	POTENCIA TOTAL (Kw.)
CGP-1:		
Alumbrado Público	Según tipo Luminaria	17,32
	TOTAL CGP Nº 1	17,32

C.T.: MAQUINA Nº 1 – 400 KVA	POTENCIA SEGÚN USO	POTENCIA TOTAL (Kw.)
CGP-2:		
14 Unidades de Viviendas	(14 x 5,75 Kw)	80,50
1 Servicio Común	10,39 Kw.	10,39
400 m2 Sótano Garaje	(400 x 20 w)	8,00
400 m2 Locales Comerciales	(400 x 100 w)	40,00
	TOTAL CGP Nº 2	138,89

C.T.: MAQUINA Nº 1 – 400 KVA	POTENCIA SEGÚN USO	POTENCIA TOTAL (Kw.)
CGP-3:		
14 Unidades de Viviendas	(14 x 5,75 Kw)	80,50
1 Servicio Común	10,39 Kw.	10,39
400 m2 Sótano Garaje	(400 x 20 w)	8,00
400 m2 Locales Comerciales	(400 x 100 w)	40,00
	TOTAL CGP Nº 3	138,89

* Anillo B.

C.T.: MAQUINA Nº 1 – 400 KVA	POTENCIA SEGÚN USO	POTENCIA TOTAL (Kw.)
CGP-4:		
14 Unidades de Viviendas	(14 x 5,75 Kw)	80,50
1 Servicio Común	10,39 Kw.	10,39
400 m2 Sótano Garaje	(400 x 20 w)	8,00
400 m2 Locales Comerciales	(400 x 100 w)	40,00
	TOTAL CGP Nº 4	138,89

C.T.: MAQUINA Nº 1 – 400 KVA	POTENCIA SEGÚN USO	POTENCIA TOTAL (Kw.)
CGP-5:		
14 Unidades de Viviendas	(14 x 5,75 Kw)	80,50
1 Servicio Común	10,39 Kw.	10,39
400 m2 Sótano Garaje	(400 x 20 w)	8,00
400 m2 Locales Comerciales	(400 x 100 w)	40,00
	TOTAL CGP Nº 5	138,89

* Anillo C.

C.T.: MAQUINA Nº 1 – 400 KVA	POTENCIA SEGÚN USO	POTENCIA TOTAL (Kw.)
CGP-6:		
14 Unidades de Viviendas	(14 x 5,75 Kw)	80,50
1 Servicio Común	10,39 Kw.	10,39
400 m2 Sótano Garaje	(400 x 20 w)	8,00
400 m2 Locales Comerciales	(400 x 100 w)	40,00
	TOTAL CGP Nº 6	138,89

C.T.: MAQUINA N° 1 – 400 KVA	POTENCIA SEGÚN USO	POTENCIA TOTAL (Kw.)
CGP-7:		
14 Unidades de Viviendas	(14 x 5,75 Kw)	80,50
1 Servicio Común	10,39 Kw.	10,39
400 m2 Sótano Garaje	(400 x 20 w)	8,00
400 m2 Locales Comerciales	(400 x 100 w)	40,00
	TOTAL CGP N° 7	138,89

Para el cálculo del Centro de Transformación de 2 x 400 KVA, según potencia demandada por el transformador número 2 será:

TRANSFORMADOR NUMERO 2:

* Anillo D.

C.T.: MAQUINA N° 2 – 400 KVA	POTENCIA SEGÚN USO	POTENCIA TOTAL (Kw.)
CGP-8:		
14 Unidades de Viviendas	(14 x 5,75 Kw)	80,50
1 Servicio Común	10,39 Kw.	10,39
400 m2 Sótano Garaje	(400 x 20 w)	8,00
400 m2 Locales Comerciales	(400 x 100 w)	40,00
	TOTAL CGP N° 8	138,89

C.T.: MAQUINA N° 2 – 400 KVA	POTENCIA SEGÚN USO	POTENCIA TOTAL (Kw.)
CGP-9:		
14 Unidades de Viviendas	(14 x 5,75 Kw)	80,50
1 Servicio Común	10,39 Kw.	10,39
400 m2 Sótano Garaje	(400 x 20 w)	8,00
400 m2 Locales Comerciales	(400 x 100 w)	40,00
	TOTAL CGP N° 9	138,89

* Anillo E.

C.T.: MAQUINA N° 2 – 400 KVA	POTENCIA SEGÚN USO	POTENCIA TOTAL (Kw.)
CGP-10:		
14 Unidades de Viviendas	(14 x 5,75 Kw)	80,50
1 Servicio Común	10,39 Kw.	10,39
400 m2 Sótano Garaje	(400 x 20 w)	8,00
400 m2 Locales Comerciales	(400 x 100 w)	40,00
	TOTAL CGP N° 10	138,89

C.T.: MAQUINA N° 2 – 400 KVA	POTENCIA SEGÚN USO	POTENCIA TOTAL (Kw.)
CGP-11:		
14 Unidades de Viviendas	(14 x 5,75 Kw)	80,50
1 Servicio Común	10,39 Kw.	10,39
400 m2 Sótano Garaje	(400 x 20 w)	8,00
400 m2 Locales Comerciales	(400 x 100 w)	40,00
	TOTAL CGP N° 11	138,89

* Anillo F.

C.T.: MAQUINA N° 2 – 400 KVA	POTENCIA SEGÚN USO	POTENCIA TOTAL (Kw.)
CGP-12:		
14 Unidades de Viviendas	(14 x 5,75 Kw)	80,50
1 Servicio Común	10,39 Kw.	10,39
400 m2 Sótano Garaje	(400 x 20 w)	8,00
400 m2 Locales Comerciales	(400 x 100 w)	40,00
	TOTAL CGP N° 12	138,89

C.T.: MAQUINA N° 2 – 400 KVA	POTENCIA SEGÚN USO	POTENCIA TOTAL (Kw.)
CGP-13:		
14 Unidades de Viviendas	(14 x 5,75 Kw)	80,50
1 Servicio Común	10,39 Kw.	10,39
400 m2 Sótano Garaje	(400 x 20 w)	8,00
400 m2 Locales Comerciales	(400 x 100 w)	40,00
	TOTAL CGP N° 13	138,89

Según Normas Particulares de la empresa suministradora IBERDROLA para Instalaciones de Alta Tensión (hasta 30 KV) y Baja Tensión MT 2.03.20, para determinar las cargas totales de Baja Tensión respecto a centros de Transformación:

$$\text{PCT (kVA) en Zona de viviendas y Comercios} = \frac{\Sigma \text{PBT (kW)} \times 0,4}{0,9}$$

Transformador número 1:

$$\text{PCT} = \frac{850,66 \times 0,4}{0,9} = 378,07 \text{ kVA. se instalará un Transformador de 400 kVA.}$$

Transformador número 2:

$$\text{PCT} = \frac{833,34 \times 0,4}{0,9} = 370,38 \text{ kVA. se instalará un Transformador de 400 kVA.}$$

1.8. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

1.8.1. OBRA CIVIL.

El Centro de Transformación será tipo caseta prefabricada de hormigón PFU-5 y para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

1.8.2. JUSTIFICACIONES DE NECESIDADES O NO DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

1.8.2.1. LOCAL.

El Centro de Transformación, se instalará en un edificio independiente, estará situado por encima de la red general del alcantarillado, tendrá acceso directo y fácil desde la vía pública, tanto para las personas y maquinaria, como para los vehículos necesarios para la explotación y mantenimiento de la instalación.

El edificio del Centro de Transformación al ser independiente, será prefabricado, en hormigón armado, diseñado específicamente para centro de transformación.

Las disposiciones constructivas deberá ser diseñada y realizada de tal forma que impida el paso de humedad hacia el interior del edificio, tanto en cubiertas como en paramentos y soleras.

El edificio estará diseñado para soportar un viento de 120 Km/h de velocidad (100 Kg/m^2), y unas sobrecarga de nieve de 100 Kg/m^2 puesto que la instalaciones están situadas a menos de 1.000 mts. de altura sobre el nivel del mar.

Normalmente, su acabado exterior estará preparado para ser recubierto con pinturas de la debida calidad en el color que mejor se adapte al ambiente circundante.

Cualquier otra terminación como canto rodado, ladrillo visto, recubrimientos especiales, etc podrá también ser aceptadas.

Para la entrada y salida de cables será necesario disponer de tubos lisos, de un diámetro interior no inferior a 15 cm. Su número y situación será fijado en cada caso.

Después de colocados los cables, los conductos deberán quedar perfectamente sellados para impedir la entrada de roedores.

El local del centro de transformación tendrá puertas, para el acceso del personal y de los materiales. Estas irán galvanizadas o cubiertas mediante pintura resistente a la corrosión.

El número de puertas podrá ser uno o dos; si una es de acceso directo a la celda del transformador, siempre serán dos; una para el paso del transformador y otra para el paso de otros materiales y del personal.

La puerta para el transformador y la del centro que sólo tenga una, tendrá las dimensiones libres siguientes:

- * Anchura: 1,25 mts.
- * Altura: 2,25 mts.

Las puertas para acceso del personal, o de éste y resto de material, tendrá las dimensiones libres siguientes:

- * Anchura: 0,90 mts.
- * Altura: 2,25 mts.

El edificio del Centro de Transformación será prefabricado de la casa ORMAZABAL, modelo PFU-5 cuya homologación según el protocolo 97624 obtenido en Labein (Bizkaia-España).

Las dimensiones del edificio son

Dimensiones exteriores

Longitud	:	6080 mm
Fondo	:	2380 mm
Altura	:	3045 mm
Altura vista	:	2585 mm
Peso	:	17000 kg

Dimensiones interiores

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

1.8.2.2. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.

Los edificios prefabricados de hormigón PFU están formados por las siguientes piezas principales: una que aglutina la base y las paredes, otra que forma la solera, y una tercera que forma el techo. Adicionalmente, se incorporan otras pequeñas piezas para constituir un Centro de Transformación de superficie y maniobra interior (tipo caseta), estando la estanquidad garantizada por el empleo de juntas de goma esponjosa entre ambas piezas principales exteriores.

Estas piezas son construidas en hormigón, con una resistencia característica de 300 kg/cm², y tienen una armadura metálica, estando unidas entre sí mediante latiguillos de cobre, y a un colector de tierras, formando de esta manera una superficie equipotencial que envuelve completamente al Centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kohm respecto de la tierra de la envolvente.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el certificado de Calidad Unesa de acuerdo a la Recomendación Unesa 1303A.

1.8.2.3. CIMENTACION.

Para la ubicación de los Centros de Transformación PFU es necesaria una excavación, cuyas dimensiones dependen del modelo seleccionado, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm de espesor.

Las dimensiones de la excavación

Longitud	:	6880 mm
Fondo	:	3180 mm
Profundidad	:	560 mm

1.8.2.4. SOLERA Y PAVIMENTO.

Todos estos elementos están fabricados en una sola pieza de hormigón, tal y como se ha indicado anteriormente. Sobre la placa base, y a una altura de unos 400 mm, se sitúa la solera, que se apoya en algunos apoyos sobre la placa base, y en el interior de las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

En el hueco para transformador, se dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

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

1.8.2.5. CERRAMIENTOS EXTERIORES

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, puertas de transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso de peatones tienen unas dimensiones de 900 x 2100 mm, mientras que las de los transformadores tienen unas dimensiones de 1250 x 2100 mm (1250 x 2400 mm en el caso de Centros de 36 kV). Ambos tipos de puertas pueden abrirse 180°.

Las puertas de acceso de peatón disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento: evitar aperturas intempestivas de las mismas y la

violación del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL, y las puertas tienen dos puntos de anclaje: en la parte superior y en la parte inferior.

1.8.2.6. CUBIERTA.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón, con inserciones en la parte superior para su manipulación.

1.8.2.7. PINTURAS.

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

1.8.2.8. VARIOS.

Los índices de protección presentados por estos edificios son:

Centro: IP 23

Rejillas: IP 33

Las sobrecargas admisibles en los PFU son:

Sobrecarga de nieve	:	250 kg/m ²
Sobrecarga del viento	:	100 kg/m ² (144 km/h)
Sobrecarga en el piso	:	400 kg/m ²

Las temperaturas de funcionamiento, hasta una humedad del 100% son:

Mínima transitoria	:	-15 °C
Máxima transitoria	:	+50 °C
Máxima media diaria	:	+35 °C

- Características detalladas

Nº de transformadores:	2 trafo a la derecha
Puertas de acceso peatón:	1 puerta
Tensión nominal:	24 kV

1.8.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

1.8.3.1. CARACTERISTICAS DE LA RED DE ALIMENTACION.

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según lista 2 (MIE-RAT 12), y una frecuencia de 50 Hz.

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 10.1 kA eficaces.

1.8.3.2. CARACTERISTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSION.

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación:

Celdas CGM

El sistema CGM está formado por un conjunto de celdas modulares de Media Tensión, con aislamiento y corte en SF6, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos

patentados por ORMAZABAL y denominados "conjunto de unión", consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, ...).

Las partes que componen estas celdas son:

*** Base y frente**

La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presenta el mímico unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

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, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización 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 las pantallas de los cables.

*** Cuba**

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas SF6 se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares (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 del Centro de Transformación.

*** Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra**

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

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre 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 puesto a tierra).

*** Mando**

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

*** Fusibles (Celda CMP-F)**

En las celdas CMP-F de protección mediante fusibles, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los 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 estos.

*** Conexión de cables**

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos pasatapas estándar.

* Enclavamientos

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden 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.

* Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

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

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

* Las características de la aparamenta de Baja Tensión.

Elementos de salida en Baja Tensión:

- Cuadros de Baja Tensión tipo UNESA, que tienen como misión la separación en distintas ramas de salida, por medio de fusibles, de la intensidad secundaria de los transformadores.

1.8.3.3. CELDA DE ENTRADA.

Entrada: CGM-CML Interruptor-secc.

Una Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de $V_n=24$ kV e $I_n=400$ A y 370 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 160 kg de peso.

La celda CML de interruptor-seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF₆, 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.

Otras características constructivas:

Capacidad de ruptura	:	400 A
Intensidad de cortocircuito	:	16 kA / 40 kA
Capacidad de cierre	:	40 kA
Mando interruptor	:	manual tipo B
Cajón de control	:	no

1.8.3.4. CELDA DE SALIDA.

Salida: CGM-CML Interruptor-secc.

Una Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de $V_n=24$ kV e $I_n=400$ A y 370 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 160 kg de peso.

La celda CML de interruptor-seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, 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.

Otras características constructivas:

Capacidad de ruptura	:	400 A
Intensidad de cortocircuito	:	16 kA / 40 kA
Capacidad de cierre	:	40 kA
Mando interruptor	:	manual tipo B
Cajón de control	:	no

1.8.3.5. CELDA DE PROTECCION.

Como el Centro de Transformación dispone de dos transformadores, se instalara dos celdas de protección para protección de cada uno de los transformadores cuya características son:

Protección general : CGM-CMP-F Protección fusibles.

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de $V_n=24$ kV e $I_n=400$ A (200 A en la salida inferior) y 480 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 215 kg de peso.

La celda CMP-F de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, 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 el, 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.

Otras características constructivas:

Capacidad de ruptura	:	400 A
Intensidad de cortocircuito	:	16 kA / 40 kA
Capacidad de cierre	:	40 kA
Fusibles	:	3x40 A
Mando interruptor	:	manual tipo BR

Protección Transformador Abonado : CGM-CMP-F Protección fusibles.

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de $V_n=24$ kV e $I_n=400$ A y 480 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 215 kg de peso.

La celda CMP-F de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, 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 el, 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.

Otras características constructivas:

Capacidad de ruptura	:	400 A
Intensidad de cortocircuito	:	16 kA / 40 kA
Capacidad de cierre	:	40 kA
Fusibles	:	3x16 A
Mando interruptor	:	manual tipo BR

1.8.3.6. CELDA DE MEDIDA.

El Centro de Transformación es de compañía, por lo que no se instalará celda de medida.

1.8.3.7. CELDA DE TRANSFORMACION.

Las celdas de los transformadores o lugar destinados a la ubicación de los mismos, ocupan los laterales derecho e izquierdo de local, respectivamente, limitados por los paramentos de éste y separados del resto del local por sendas rejillas metálicas fijadas a los paramentos verticales por tornillos.

Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en el apartado 1.1.1., con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural Aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V.

Otras características constructivas:

Regulación en el primario	:	±2,5%, ±5%, ±7,5% y ±10%
Tensión de cortocircuito (Ecc)	:	4%
Grupo de conexión	:	Dyn11
Servicio	:	Continuo

1.8.3.8. CARACTERISTICAS DE OTRO MATERIALE DE ALTA Y BAJA TENSION.

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de Alta Tensión:

Puentes A.T. trafo.

La conexión de los transformadores se realizará con cables unipolares de cobre con aislamiento seco termoestable HEPR-Z1 12/20 kV y sección 1x50 mm² Al.

La terminación al transformador es ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

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

- Interconexiones de Baja Tensión:

Puentes B.T. - B2 - trafo

Juego de puentes de cables de Baja Tensión, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura RV 0,6/1KV, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase+2xneutro.

Las puntas de los cables, llevarán terminales bimetálicos a compresión de 240 mm² para su conexión a trafo y cuadro de B.T. La fijación de éstos cables, se realizará mediante bridas o bandejas metálicas, de manera que esulte fácil su sustitución o posible ampliación del número de ellos.

* Características descriptivas de los cuadros de Baja Tensión.

Como se dispone de dos transformadores, se instalara dos cuadros de baja tensión, uno por cada transformador de las siguientes caraterísticas:

Cuadros B.T. – B2 - trafo

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 MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

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

* Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

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

El acceso a este compartimiento es por medio de una puerta abisagrada en dos puntos. Sobre ella se montan los elementos normalizados por la compañía suministradora.

* Zona de salidas.

Está formada por un compartimiento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son 4. 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.

Módulo de características constructivas

Anchura	:	580 mm
Altura	:	1690 mm
Fondo	:	290 mm
Características eléctricas		
Tensión nominal	:	440 V
Int. nominal embarrados	:	1600 A
Aisl. a frec. ind. (1 min)		
entre fases y a tierra	:	10 kV
entre fases	:	2,5 kV
Aisl. a onda de choque		
entre fases y a tierra	:	20 kV
- Otras características		
Int. nom. Salidas	:	400 A

Dado que son necesarias 8 salidas de este tipo para uno de los cuadros de baja tensión, se incluye también un cuadro AM-4 de ampliación, con las mismas características eléctricas que el módulo AC-4, y misma anchura y fondo que ese cuadro, pero una altura de sólo 1190 mm, ya que no incluye el compartimento superior.

1.8.3.9. EMBARRADO GENERAL.

Los embarrados serán de cobre o aluminio, aislados o desnudos, soportarán sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos de cortocircuitos, y estarán dimensionados para una intensidad nominal de 1600 A.

1.8.3.10. PIEZAS DE CONEXIÓN.

El acoplamiento entre celdas para la conexión de los embarrados, se conectan utilizando unos elementos patentados por ORMAZABAL y denominados "conjunto de unión", consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, ...).

1.8.3.11. AISLAMIENTOS DE APOYO.

No existen.

1.8.3.12. AISLAMIENTOS DE PASO.

No existen.

1.8.4. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

No existe al ser un Centro de Transformación de Compañía.

1.8.5. PUESTA A TIERRA.

1.8.5.1. TIERRA DE PROTECCION.

La resistencia de tierra máxima, será en función de la intensidad a tierra, que viene expresada en la siguiente tabla:

Tabla A.

INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA	RESISTENCIA DE TIERRA DE LAS TOMAS DE TIERRA
500 A	Rm menor o igual a 20 Ohmios
1.000 A	Rm menor o igual a 10 Ohmios

La finalidad de la tierra de protección es limitar eventualmente la tensión a tierra de aquellas partes de la instalación eléctrica, normalmente sin tensión, pero que pueden ser puestas en tensión a causa de un defecto.

Comprende la puesta a tierra de:

- * Las masas de los circuitos M.T.
- * Las masas de los circuitos B.T.
- * Envolturas o pantallas conductoras de los cables M.T.
- * Pantallas, enrejados o puertas metálicas de protección contra contactos directos.
- * Armaduras metálicas de la solera.
- * Cuba del transformador.

1.8.5.2. TIERRA DE SERVICIO.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión, debido a faltas en la red de Alta Tensión, el neutro del sistema de Baja Tensión se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de Alta Tensión, de tal forma que no exista influencia en la red de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado (0,6/1KV).

Este sistema estará separado de la tierra de protección, según el cálculo de la resistencia del terreno.

Se trata de las unidas a uno o varios puntos determinados del circuito eléctrico o aparatos, con el fin de permitir el funcionamiento de éstos o un funcionamiento más regular y seguro del circuito.

Comprende las puestas a tierra de:

- * Pararrayos M.T.
- * Bornes de puesta a tierra de los trafo de intensidad de B.T.
- * Neutro de los circuitos de B.T.
- * Seccionadores de puesta a tierra.
- * Bornes de tierra de los detectores de tensión.

1.8.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS.

1.8.6.1. ALUMBRADO.

El alumbrado interior del centro, se realizará mediante instalación superficie fija sobre pared, bajo tubo aislante rígido de PVC de 16 mm de diámetro y conductor de 1,5 mm² de sección para alumbrado y 2,5 mm² de sección para tomas de corriente tipo H07V-U, estableciéndose las cajas de derivaciones que se requieran. Los empalmes y derivaciones de los conductores se realizarán siempre en el interior de estas cajas, utilizándose bornes o regletas de conexión. No se permitirán la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos.

La distancia entre dos puntos de fijación del tubo de PVC no excederá de 0,40 metros.

Se establecerá dos puntos de luz, distribuidos en dos pantallas fluorescentes de 2 x 36 w.

El accionamiento y protección de la instalación se situará a lado del cuadro de protección de salida de línea de Baja Tensión, compuesto por un Interruptor Automático Diferencial de 25 A I+N y sensibilidad 30 mA, y un Interruptor Magnetotérmico de 10 A I+N para protección de la línea de alumbrado y un Interruptor Magnetotérmico de 15 A I+N para protección de la línea de dos tomas de corriente instaladas en el interior del cuadro.

El interruptor de encendido del alumbrado estará colocado a una altura del suelo 1,20 mts y situado junto a las bisagras de la hoja la puerta de entrada al centro.

Se instalará un bloque autónomo de alumbrado de emergencia de 60 lúmenes, para que en caso de faltar la energía propia, permita la circulación del personal y las primeras maniobras que se precisen.

1.8.6.2. BATERIAS DE CONDENSADORES.

No se instalarán ninguna batería de condensadores.

1.8.6.3. PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

Tanto las instalaciones como los materiales empleados, cumplirán la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI-96, Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios.

Como existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que en el Centro de Transformación haya un extintor.

1.8.6.4. VENTILACION.

Las rejillas de ventilación de cada transformador se sitúan en la parte inferior de la puerta de acceso al mismo, y en la parte superior tras el transformador. Estas rejillas tienen un área de

1200 x 677 mm². Para los transformadores de potencia superior a los 630 kVA, se añaden en la pared lateral junto al transformador 4 rejillas de 800 x 677 mm² cada una. Todas estas rejillas 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, e interiormente se complementa cada rejilla con una rejilla mosquitera.

1.8.6.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SEÑALIZACION.

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

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

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en SF₆, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma de pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- 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.

4- 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.

5- 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 Media y Baja Tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

Elche, Octubre de 2009

CALCULOS

2. CALCULOS.

2.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde

P	potencia del transformador [kVA]
U _p	tensión primaria [kV]
I _p	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el transformador 1, la potencia es de 400 kVA.

$$\cdot I_p = 11,5 \text{ A}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 400 kVA.

$$\cdot I_p = 11,5 \text{ A}$$

Por tanto la intensidad total de MT que hay es:

$$\cdot I_{\text{tot}} = 23,1 \text{ A}$$

2.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U _s	tensión en el secundario [kV]
I _s	intensidad en el secundario [A]

Para el transformador 1, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$\cdot I_s = 549,9 \text{ A.}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$\cdot I_s = 549,9 \text{ A.}$$

2.3. CORTOCIRCUITOS.

2.3.1. OBSERVACIONES.

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de Media Tensión, valor especificado por la Compañía suministradora.

2.3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

S_{cc}	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
U_p	tensión de servicio [kV]
I_{ccp}	corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
E_{cc}	tensión de cortocircuito del transformador [%]
U_s	tensión en el secundario [V]
I_{ccs}	corriente de cortocircuito [kA]

2.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$\cdot I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

2.3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Para el transformador 1, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

2.4. **DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.**

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de las celdas.

2.4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 9901B026-AKLE-02 realizado por los laboratorios LABEIN en Vizcaya (España).

2.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$\cdot I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo GPS-98/01432 en el laboratorio de CESI en Italia.

2.4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la armadura por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$\cdot I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo GPS-98/01432 en el laboratorio de CESI en Italia.

2.5. PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.

2.5.1. SELECCIÓN DEL FUSIBLES DE AT Y BAJA TENSION.

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta Tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en Baja Tensión, la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

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

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (muy inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para asegurar que:

- Permiten el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida en esa aplicación.

- No producen disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal, y de una duración intermedia.

- No producen disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

No obstante, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 10 A.

Las salidas de Baja Tensión cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida, y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

2.5.2. AJUSTE DEL DISPOSITIVO TERMICO O RELES.

- Elementos del sistema

- * Un relé electrónico, que incorpora los diales de tarado, y los leds de indicación de disparo.

- * 3 captadores toroidales de fase, que captan las señales de corriente de las fases, para transmitir las al relé electrónico, a la vez que proveen de alimentación al mismo, y un captador toroidal de tierra, para detectar las corrientes a tierra.

- * Un disparador electromecánico de bajo consumo, que en caso de necesidad, provoca la apertura del interruptor en carga de la celda.

- Alimentación

Este sistema es autoalimentado, de forma que a partir de los 3 A por fase está activo y no necesita alimentación auxiliar. No obstante, si se desea que lo esté también por debajo de esta intensidad, se puede conectar a una fuente de alimentación externa de 220 Vca.

- Otras características

I_{th}/I_{din} = 20 kA/50 kA
Temperaturas = -10 a 60 °C

Ensayos mecánicos y de compatibilidad electromagnética según CEI-255 y CEI-801 en su nivel más severo.

2.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (2.7.a)$$

donde:

W_{cu} pérdidas en el cobre del transformador [W]
 W_{fe} pérdidas en el hierro del transformador [W]
 K coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]
 h distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]
 ΔT aumento de temperatura del aire [°C]
 S_r superficie mínima de las rejillas de entrada [mm²]

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de ORMAZABAL, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

2.7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

2.8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

El RAT indica que, para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito inferior o igual a 16 kA, es posible estimar la resistividad del terreno, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 ohm x m.

2.8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

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

De la red:

- Tipo de neutro: el neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- Tipo de protecciones: cuando se produce un defecto, éste se elimina mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependientes). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 s.

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

2.8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

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

2.8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

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

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.8.4.a)$$

donde:

- I_d intensidad de falta a tierra [A]
- R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.8.4.b)$$

donde:

I_{dm} limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
 I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$\cdot I_d = 500 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$\cdot R_t = 20 \text{ Ohm}$$

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.8.4.c)$$

donde:

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

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

$$\cdot K_r \leq 0,1333$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

· Configuración seleccionada:	70/25/5/42
· Geometría del sistema:	Anillo rectangular
· Distancia de la red:	7.0x2.5 m
· Profundidad del electrodo horizontal:	0,5 m
· Número de picas:	cuatro
· Longitud de las picas:	2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,084$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0186$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0409$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

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

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.8.4.d)$$

donde:

K_r coeficiente del electrodo
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

$$\cdot R'_t = 12,6 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.8.4.b):

$$\cdot I'_d = 500 \text{ A}$$

2.8.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

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

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.8.5.a)$$

Donde:

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_d tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_d = 6300 \text{ V}$$

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

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.8.5.b)$$

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_c	tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_c = 3067,5 \text{ V}$$

2.8.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.8.6.a)$$

donde:

K_p	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_p	tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$$\cdot V'_p = 1395 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

2.8.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

- Centro de Transformación

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

- $t = 0,7 \text{ seg}$
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.8.7.a)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
V_p	tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.8.7.b)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R' _o	resistividad del hormigón en [Ohm·m]
V _{p(acc)}	tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

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

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 1395 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'_{p(acc)} = 3067,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'_d = 6300 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

2.8.8. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.

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

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

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

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
D	distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$\cdot D = 11,94 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

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

· Identificación:	8/22 (según método UNESA)
· Geometría:	Picas alineadas
· Número de picas:	dos
· Longitud entre picas:	2 metros
· Profundidad de las picas:	0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

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

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

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

2.8.9. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " K_r " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

PLIEGO DE CONDICIONES

3. PLIEGO DE CONDICIONES.

3.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES.

3.1.1. OBRA CIVIL.

La(s) envolvente(s) empleadas en la ejecución de este Centro cumplirán las Condiciones Generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a sus inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, y paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques, señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

3.1.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen SF6 (hexafluoruro de azufre) para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: el aislamiento integral en hexafluoruro de azufre confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del Centro de Transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el Centro de Transformación.

- Corte: el corte en SF6 resulta más seguro que al aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad in situ del Centro de Transformación, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el Centro.

Se emplearán celdas del tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

3.1.3. TRANSFORMADORES.

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

3.1.4. EQUIPOS DE MEDIDA.

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

3.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

3.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

3.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

El Centro de Transformación deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

La anchura de los pasillos debe observar el Reglamento de Alta Tensión (MIE-RAT 14, apartado 5.1), e igualmente, debe permitir la extracción total de cualquiera de las celdas instaladas, siendo por lo tanto la anchura útil del pasillo superior al mayor de los fondos de esas celdas.

En el interior del Centro de Transformación no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Para la realización de las maniobras oportunas en el Centro de Transformación se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc. , y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante
- Tipo de apartamento y número de fabricación
- Año de fabricación
- Tensión nominal
- Intensidad nominal
- Intensidad nominal de corta duración
- Frecuencia nominal

Junto al accionamiento de la apartamenta de las celdas, se incorporarán de forma gráfica y clara las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha apartamenta. Igualmente, si la celda contiene SF6 bien sea para el corte o para el aislamiento, debe dotarse con un manómetro para la comprobación de la correcta presión de gas antes de realizar la maniobra.

Antes de la puesta en servicio en carga del Centro de Transformación, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras, estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán con el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere, y a continuación la apartamenta de conexión siguiente, hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos al transformador trabajando en vacío para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de Alta Tensión, procederemos a conectar la red de Baja Tensión.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGM o CGC de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamenta interior en gas SF6, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

3.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto, firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificado de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la Compañía suministradora.

3.6. LIBRO DE ÓRDENES.

Se dispondrá en este Centro de Transformación de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado Centro, incluyendo cada visita, revisión,

Elche, Octubre 2009

CUADROS DE PRECIOS Y PRESUPUESTO

PLANOS