



TRABAJO FIN DE MASTER

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL TÚNEL DE URDINBIDE.

“ANEXO 3: PLIEGO DE CONDICIONES.”

Alumno: *Russo Urrutia, David*

Fecha: *Marzo, 2018*

Director: *Buigues Beraza, Garikoitz*

Curso académico: *2017-2018*

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Energía Eléctrica.....	2
2.1. Celdas de Media Tensión.....	2
2.1.1. Definición.....	2
2.1.2. Materiales.....	2
2.1.3. Ejecución de las obras.....	7
2.1.4. Ensayos.....	8
2.1.5. Medición y abonos.....	9
2.2. Transformadores.....	10
2.2.1. Definición.....	10
2.2.2. Materiales.....	10
2.2.3. Ejecución de las obras.....	10
2.2.4. Ensayos.....	11
2.2.5. Medición y abonos.....	12
2.3. Grupos Electrógénos.....	12
2.3.1. Definición.....	12
2.3.2. Materiales.....	12
2.3.3. Ejecución de las obras.....	17
2.3.4. Ensayos.....	18
2.3.5. Medición y abonos.....	18
2.4. Sistema de Alimentación Ininterrumpida.....	19
2.4.1. Definición.....	19
2.4.2. Materiales.....	19
2.4.3. Ejecución de las obras.....	24
2.4.4. Ensayos.....	24
2.4.5. Medición y abonos.....	25
2.5. Batería de Condensadores.....	25
2.5.1. Definición.....	25
2.5.2. Materiales.....	26
2.5.3. Ejecución de las obras.....	27
2.5.4. Ensayos.....	27
2.5.5. Medición y abonos.....	28

2.6.	Cuadros Eléctricos de Baja Tensión	28
2.6.1.	Definición	28
2.6.2.	Materiales	28
2.6.3.	Ejecución de las obras	48
2.6.4.	Ensayos	48
2.6.5.	Medición y abonos	50
2.7.	Red de Tierras	50
2.7.1.	Definición	50
2.7.2.	Materiales	51
2.7.3.	Ejecución de las obras	52
2.7.4.	Ensayos	53
2.7.5.	Medición y abonos	54
2.8.	Tomas de Corriente	54
2.8.1.	Definición	54
2.8.2.	Materiales	54
2.8.3.	Ejecución de las obras	55
2.8.4.	Ensayos	55
2.8.5.	Medición y abonos	55
2.9.	Elementos de Seguridad	55
2.9.1.	Definición	55
2.9.2.	Materiales	55
2.9.3.	Ejecución de las obras	56
2.9.4.	Ensayos	57
2.9.5.	Medición y abonos	57
2.10.	Mediciones de Tensiones de Paso y de Contacto	57
2.10.1.	Definición	57
2.10.2.	Ejecución	57
2.10.3.	Medición y abono	58
2.11.	Ensayo de Calentamiento en Transformador	58
2.11.1.	Definición	58
2.11.2.	Medición y abono	58
2.12.	Legalización de Instalaciones	58
2.12.1.	Definición	58

2.12.2.	Medición y abono	59
2.13.	Derechos de Acometida	59
2.13.1.	Definición	59
2.13.2.	Medición y abono	59
3.	Alumbrado.....	59
3.1.	Báculos de Alumbrado.....	59
3.1.1.	Definición	59
3.1.2.	Materiales	59
3.1.3.	Ejecución de las obras	61
3.1.4.	Ensayos	62
3.1.5.	Medición y abono	62
3.2.	Luminarias Alumbrado Exterior	62
3.2.1.	Definición	62
3.2.2.	Materiales	63
3.2.3.	Ejecución de las obras	67
3.2.4.	Ensayos	67
3.2.5.	Medición y abono	69
3.3.	Luminarias de Túnel y Locales Técnicos	69
3.3.1.	Definición	69
3.3.2.	Materiales	70
3.3.3.	Ejecución de las obras	78
3.3.4.	Ensayos	78
3.3.5.	Medición y abono	79
3.4.	Cajas y Mecanismos	80
3.4.1.	Ejecución de las obras	81
3.4.2.	Ensayos	81
3.4.3.	Medición y abono	81
3.5.	Sistema de Control Alumbrado de Túnel.....	81
3.5.1.	Definición	81
3.5.2.	Materiales	82
3.5.3.	Ejecución de las obras	83
3.5.4.	Ensayos	84
3.5.5.	Medición y abono	84

3.6.	Elementos de Balizamiento en Interior de Túnel.....	84
3.6.1.	Definición	84
3.6.2.	Materiales	85
3.6.3.	Ejecución de las obras	85
3.6.4.	Ensayos	85
3.6.5.	Medición y abono	86
3.7.	Centros de Maniobra para Alumbrado Exterior	86
3.7.1.	Definición	86
3.7.2.	Materiales	86
3.7.3.	Ejecución de las obras	87
3.7.4.	Ensayos	88
3.7.5.	Medición y abono	89
4.	Cableado y Canalizaciones.....	89
4.1.	Cableado Eléctrico	89
4.1.1.	Cables de Media Tensión	89
4.1.2.	Cables de Baja Tensión	95
4.2.	Canalizaciones y Bandejas.....	98
4.2.1.	Bandejas	98
4.2.2.	Tubos	101
4.2.3.	Cajas de Derivación.....	105

1. Introducción.

El presente Anexo contiene el Pliego de Condiciones Técnicas que constituye el conjunto de especificaciones, prescripciones, criterios y normas que, juntamente con lo señalado en los Planos, definen los requisitos técnicos de las obras que son objeto del proyecto “Instalación Eléctrica del Túnel de Urdinbide”.

El pliego contiene además la descripción general de las obras, las condiciones que han de cumplir los materiales y las instrucciones para la ejecución, medición y abono de las unidades de obra, y son la norma guía que han de seguir los Contratistas y la Dirección de la Obra para la realización del túnel de Urdinbide.

2. Energía Eléctrica

2.1. Celdas de Media Tensión

2.1.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para las celdas de Media Tensión previstas en el presente proyecto. Cumplirán con el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, así como las Normas UNE 62271 y CEI 60529.

Cada celda se recibirá perfectamente montada, probada y puesta en marcha, con toda la aparamenta requerida, circuitos auxiliares y de mando, cableado interno y conectadas con el resto de celdas o acometidas/salidas exteriores. Los PLCs de control de la red interior de Media Tensión de cada CT estarán incluidos con las celdas hasta los switches para comunicaciones con la red ITS.

2.1.2. Materiales

CELDA DE LÍNEA 36 kV

Celda modular de línea de 36 kV y 20 kA, con corte y aislamiento integral en SF6. Estará compuesta de:

- Juego de barras tripolar de 630 A.
- Seccionador de tres posiciones (conexión – seccionamiento – puesta a tierra) con mando motor.
- Indicadores de presencia de tensión por fase.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Cajón de BT.
- Contactos auxiliares: 1 NA+ 1 NC para el seccionador, en cada una de sus posiciones.
- En frontal estarán el sinóptico de la celda, los mandos de apertura y cierre del seccionador y la ranura para la palanca.

El interruptor-seccionador de tres posiciones estará compuesto de un mando motorizado, que permita la apertura en carga y el cierre.

El seccionador de puesta a tierra se manipulará mediante palanca.

En la parte frontal superior de las celdas aparecerá el esquema sinóptico del circuito principal que describe los dispositivos de señalización de las posiciones de apertura o cierre del seccionador de puesta a tierra.

La celda estará constituida de modo que exista separación metálica física permanente entre las barras generales y el resto de los elementos de maniobra y protección y las salidas para conexión de los cables.

La celda será accesible totalmente por la parte delantera para todas las labores de operación mantenimiento y verificación; el desmontaje de cualquier equipo podrá

hacerse sin dificultades desde la parte frontal, posterior o superior del cuadro, sin interferir con otros equipos adyacentes.

Todas las celdas dispondrán en su parte frontal inferior de un panel o tapa desmontable que permita el acceso a la zona de terminales de cables.

Los ejes de accionamiento estarán totalmente integrados en el sinóptico, para una fácil interpretación de la maniobra.

Las siguientes señales deberán estar disponibles y totalmente cableadas, con contactos libres de potencial, en el cajón de BT, preparadas para llevarlas al Sistema de Control:

- Posición/Estado del seccionador.

La celda deberá disponer los enclavamientos mecánicos de seguridad siguientes:

- Imposibilidad de apertura del panel de acceso al compartimiento de cables si el seccionador de p.a t. no está cerrado.

Sus dimensiones aproximadas serán las que se indican a continuación:

- Anchura: 418 mm.
- Profundidad: 850 mm.
- Altura: 1.745 mm.

CONMUTACIÓN AUTOMÁTICA CELDAS DE LÍNEA

Las celdas de acometida (acometida en doble circuito) dispondrán de un controlador de transferencia programable que evite los cortes del suministro eléctrico a la salida, ante una eventual falta en cualquiera de las líneas de entrada.

Se trata de un sistema microprocesador con estructura PC y sistema operativo Linux, flexible y programable que permite su utilización en instalaciones tele-mandadas soportando un gran número de protocolos. Su display gráfico, permite visualizar el esquema unifilar de la instalación, datos de históricos, alarmas, etc. de la instalación de Media Tensión. El panel frontal dispone de un puerto RS-232 y un puerto Ethernet para la configuración del equipo.

A continuación se resume las características técnicas de la unidad:

- Alimentación: 30 Vcc a 80 Vcc.
- Consumo máximo: 30 W.
- Capacidad para 48 entradas digitales y 24 salidas digitales.
- Temperatura funcionamiento: -10°C +60°C.
- Temperatura almacenamiento: -25°C +70°C.
- Memoria RAM de CPU: 16 MB.
- Registro de eventos: 1792.
- Capacidad gráfica para mostrar hasta 6 celdas en el display.

CELDA DE PROTECCIÓN 36 kV CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Celda modular de protección de 36 kV, 20 kA, con aislamiento integral en SF6 e interruptor automático de corte en vacío. Estará compuesta de:

- Juego de barras tripolar de 630 A.
- Seccionador de tres posiciones (conexión – seccionamiento – puesta a tierra) con mando manual.
- Interruptor automático de corte en vacío con mando motorizado.
- Indicadores de presencia de tensión por fase.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Cajón de BT.
- Contactos auxiliares mínimos: 2 NA+ 2NC para del seccionador y para el interruptor automático y 1 NA+ 1NC para el seccionador de pat.
- En frontal estarán el sinóptico de la celda, los mandos de apertura y cierre del interruptor automático y del seccionador, cerraduras de enclavamientos y la ranura para la palanca.

El seccionador de puesta a tierra se manipulará mediante palanca.

En la parte frontal superior de las celdas aparecerá el esquema sinóptico del circuito principal que describe los dispositivos de señalización de las posiciones de apertura o cierre del interruptor automático y del seccionador de puesta a tierra.

La celda estará constituida de modo que exista separación metálica física permanente entre las barras generales y el resto de los elementos de maniobra y protección y las salidas para conexión de los cables.

La celda será accesible totalmente por la parte delantera para todas las labores de operación mantenimiento y verificación; el desmontaje de cualquier equipo podrá hacerse sin dificultades desde la parte frontal, posterior o superior del cuadro, sin interferir con otros equipos adyacentes.

Los relés de protección se montarán en la parte frontal.

Todas las celdas dispondrán en su parte frontal inferior de un panel o tapa desmontable que permita el acceso a la zona de terminales de cables.

Los ejes de accionamiento estarán totalmente integrados en el sinóptico, consiguiéndose una fácil interpretación de la maniobra.

El interruptor automático estará protegido por un relé con las siguientes funciones de protección mínimas:

- Máxima intensidad de fase (50/51).
- Máxima intensidad de tierra o neutro (50N/51N).

El relé se utilizará también para transmitir al Sistema de Control mediante Modbus las siguientes señales:

- Interruptor:
 - Posición abierto/cerrado del interruptor.
 - Alarma Gas.
 - Bloqueo Gas.
 - Muelles Destensados.
 - Supervisión Bobina Disp.
 - Fallo Interruptor.

- Disparo por Protecciones.
- Seccionador:
 - Estado Abierto/cerrado.
 - Fallo Seccionador.
- Seccionador de pat:
 - Estado Abierto/cerrado.
- Intensidades por fase (I1, I2 e I3).

Las siguientes señales deberán estar disponibles y totalmente cableadas, con contactos libres de potencial, en el cajón de BT, preparadas para llevarlas al Sistema de Control:

- Alarma. Anomalía del relé.

Las siguientes señales estarán también preparadas y cableadas en el cajón de BT con contactos libres de potencial, para otros usos:

- Posición abierta del seccionador.
- Posición cerrada del seccionador.
- Alarma. Fallo del seccionador.
- Posición abierta del interruptor automático.
- Posición cerrada del interruptor automático.
- Alarma. Fallo del interruptor automático.
- Posición abierta del seccionador de puesta a tierra.
- Posición cerrada del seccionador de puesta a tierra.

Las celdas con interruptor automático deberán disponer los enclavamientos mecánicos de seguridad siguientes:

- El cierre de seccionadores sólo será posible si el interruptor automático está abierto y el panel de acceso a los compartimientos de conexión y aparamenta cerrados.
- La apertura del panel de acceso a compartimiento de conexión y aparamenta sólo será posible si:
 - El interruptor automático está abierto y enclavado.
 - Los seccionadores se encuentran abiertos.
 - El seccionador de p. a t. está cerrado.

El conjunto de celdas deberá incluir los enclavamientos mediante llave necesarios para el cumplimiento de las normas de la Compañía Suministradora. Incluyendo enclavamiento de las puertas de transformador y de cuadro general de baja tensión o cuadro de seccionamiento de secundario de transformador.

Sus dimensiones aproximadas serán las que se indican a continuación:

- Anchura: 600 mm.
- Profundidad: 850 mm.
- Altura: 1.745 mm.

CELDA DE MEDIDA 36 kV

Celda modular de medida homologada y precintable por Compañía. Estará compuesta de:

- Juego de barras tripolar de 630 A.
- 3 transformadores de intensidad relación 25-50/5 A (nota 1), 10 VA, clase $\leq 0,5S$ (nota 2).
- 3 transformadores de tensión relación $30000/\sqrt{3}:110/\sqrt{3}$ V, 10 VA, clase $\leq 0,5$ (nota 2).
- En frontal estarán el sinóptico de la celda y la cerradura de enclavamiento.

Nota 1 - La relación de transformación de los transformadores será tal que la intensidad correspondiente a la potencia contratada máxima de los periodos de discriminación horaria se encuentre entre el 45% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión del transformador.

Nota 2 - Las clases de precisión indicadas corresponden a un punto de medida tipo 2, según la clasificación establecida por el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. En caso de que la potencia finalmente contratada por el cliente no se corresponda con un punto de medida tipo 2, la clase de precisión de los transformadores de medida deberá actualizarse, cumpliendo con lo establecido en el citado Reglamento.

La celda estará constituida de modo que exista separación metálica física permanente entre las barras generales y el resto de los elementos de maniobra y protección y las salidas para conexión de los cables.

La celda será accesible totalmente por la parte delantera para todas las labores de operación mantenimiento y verificación; el desmontaje de cualquier equipo podrá hacerse sin dificultades desde la parte frontal, posterior o superior del cuadro, sin interferir con otros equipos adyacentes.

Todas las celdas dispondrán en su parte frontal inferior de un panel o tapa desmontable que permita el acceso a la zona de terminales de cables.

En la parte frontal superior de las celdas aparecerá el esquema sinóptico del circuito.

La apertura de esta celda estará bloqueada mediante cerradura, y solo será posible con la llave extraíble del armario de llaves.

Sus dimensiones aproximadas serán las que se indican a continuación:

- Anchura: 1.100 mm.
- Profundidad: 1.160 mm.
- Altura: 1.950 mm.

Normativa

Serán de aplicación las normas UNE y IEC en vigor para la construcción de este tipo de construcciones con envolvente metálica, para tensiones inferiores a 72,5 kV, en particular la UNE-EN 62271.

Se cumplirá con el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Pintura

Será acabado en pintura en polvo EPOXY, corrugado, aplicado electrostáticamente previo fosfatado en túnel de tratamiento controlado.

Elementos eléctricos auxiliares

Todos los elementos y sus bornes de conexión estarán debidamente identificados.

Todos los hilos de los circuitos auxiliares estarán reunidos y protegidos por conductos metálicos. Para los cables de potencia y auxiliares, la base de las celdas llevará una abertura en su base.

La ejecución del conexionado a la regleta de bornes se efectuará según el criterio de un borne de regleta para cada conductor.

Los bornes de regleta serán de material incombustible.

Entre una celda y otra, contiguas, existirá un canal de paso de cables de mando y señal, a la altura del cofre de aparatos de mando, protección y medida.

Se utilizarán terminales de presión.

Las bornas de interconexión estarán situadas en el cofre frontal de mando y medida de la celda.

2.1.3. Ejecución de las obras

Las celdas se colocarán en el lugar indicado en los planos. La colocación en lugar distinto al indicado, deberá ser aprobada por la Dirección de Obra. El instalador deberá en este caso realizar los planos de montaje necesarios donde se indiquen las modificaciones de diseño que, como consecuencia del cambio, se vean requeridas. El conjunto de las nuevas instalaciones deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

Se deberá prestar especial atención a que las celdas estén separadas de la pared posterior lo que indique el fabricante, con objeto de asegurar la efectividad de salida de gases en caso de cortocircuito.

Las celdas vendrán equipadas con su aparellaje de fábrica o del taller del instalador. Tanto los materiales como su montaje e instalación cumplirán con la normativa vigente.

El transporte y colocación de las celdas se hará con elementos de transporte y útiles adecuados como carretilla de horquillas o dispositivos de elevación. Las celdas, durante los trabajos de colocación, serán arrastradas sobre el suelo lo menos posible y en caso de hacerlo, se asegurará que las mismas no sufran deterioro alguno. Se seguirán las recomendaciones del fabricante.

La barra de puesta a tierra se conectará a lo largo de todas las celdas y a la misma deberán conectarse toda la envolvente de las celdas y los elementos metálicos que

tengan acceso directo. En ambos extremos de la barra, se conectarán los cables de puesta a tierra con elementos apropiados de conexión.

La conexión de los cables de potencia se realizará mediante adecuados terminales. Teniendo en cuenta las peculiaridades de algunos de los emplazamientos de estos equipos en cuanto a humedad, se seguirán las siguientes recomendaciones:

- Que las botellas terminales sean de tipo retráctil en frío, o enfilable (nunca termoretráctil), de tipo corto, y para interior.
- Que el engaste de los terminales se realice por punzonado profundo (nunca por compresión con matrices hexagonales o "W")
- Que los terminales (al menos en celdas sin deflector) no sean tubulares aplastados que tienen aristas (como los de cobre de Baja Tensión), sino de forja (los normales tipo SIMEL bimetálicos), que la pala la tienen redonda.
- Que el termostato de la resistencia de caldeo se regule en torno a 23 - 25 °C (en todo caso por encima de los 18°C del punto de rocío)

Especial precaución deberá tenerse en la secuencia de fases y en el marcado de los cables. Todas las armaduras y pantallas de los cables de MT deberán ponerse a tierra.

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación planos definitivos del montaje, con indicación de los datos referentes a resistencia a tierra, obtenidos en las mediciones efectuadas, así como los correspondientes a potencias máximas de utilización y márgenes de ampliación, si hubiesen sido tenidos en cuenta en el Proyecto.

En general, las obras e instalaciones se realizarán cumpliendo las instrucciones técnicas complementarias aprobadas en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

El CONTRATISTA deberá cuidar y responsabilizarse de que por parte del personal que realiza los trabajos, se cumplan la normativa vigente de Seguridad y Salud.

2.1.4. Ensayos

La realización de los ensayos no relacionados a continuación, serán sustituidos por la presentación de Protocolos y Ensayos realizados en Laboratorios oficiales sobre el tipo de celda indicado.

Ensayos sobre celdas individuales

Sobre cada celda de MT se realizarán los siguientes ensayos de rutina:

- Prueba de operación mecánica: Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de interruptores seccionadores y demás aparellaje, así como en todos los elementos móviles y enclavamientos. Se probarán cinco veces en ambos sentidos.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos: Se realizarán pruebas sobre elementos que tengan una determinada secuencia de operación. Se probará cinco veces cada sistema.
- Verificación de cableado: El cableado será verificado conforme a los esquemas eléctricos.

- Ensayo de tensión de frecuencia industrial del circuito principal: Se someterá el circuito principal a la tensión de frecuencia industrial, con el procedimiento de ensayo especificado en la norma UNE- EN 62271.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control: Este ensayo se realizará sobre los circuitos de control y se hará de acuerdo con la norma UNE-EN 62271.

Se enviará protocolo de ensayo de dichas pruebas, así como los protocolos individuales de los elementos del circuito principal (seccionadores, interruptores automáticos, etc.).

Ensayos sobre el conjunto de celdas

Sobre el conjunto del sistema de media tensión se realizarán las siguientes pruebas:

- Prueba y medida de tierras de todo el conjunto de celdas.
- Prueba de aislamiento de cada una de las partes y del conjunto del sistema con Megger a la tensión adecuada.
- Prueba de funcionalidad del sistema, enclavamientos y seguridades.
- Control de disparo y ajuste de relés de protección, mediante alimentación con maleta de relés en el lado primario de los transformadores de intensidad.
- Control de penetración y tolerancias de pinzas en los equipos desenchufables.

Ensayos sobre seccionadores, interruptores y transformadores de medida

Sobre los seccionadores se realizarán las siguientes pruebas:

- Pruebas de aislamiento a frecuencia industrial entre fases y masa
- Pruebas de aislamiento a frecuencia industrial entre contactos abiertos
- Prueba de tensión con onda de choque entre contactos abiertos
- Prueba de intensidad admisible entre contactos en permanencia
- Prueba de intensidad térmica

Sobre los interruptores se realizarán las siguientes pruebas:

- Prueba de tensión a frecuencia industrial
- Prueba de tensión con onda de choque

Sobre los transformadores de intensidad y de tensión se realizarán las siguientes pruebas:

- Prueba de tensión a frecuencia industrial
- Pruebas de aislamiento entre arrollamientos primario y secundario
- Prueba de tensión con onda de choque
- Sobreintensidad / sobretensión admisible en permanencia

2.1.5. Medición y abonos

Las celdas de MT se medirán por conjuntos totalmente instalados y en funcionamiento, incluyendo elementos accesorios y pruebas.

Las celdas de MT se abonarán según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada conjunto de celdas.

2.2. Transformadores

2.2.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para los transformadores previstos en el presente proyecto. Cumplirán con el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Cada transformador se recibirá perfectamente montado, probado y puesto en marcha, con todos los accesorios requeridos y conectados en el primario de AT y secundarios de BT. Los relés de protección por temperatura serán suministrados con el transformador por el mismo fabricante.

Los transformadores contemplados para el túnel de Urdinbide además de tener en cuenta su adquisición, se prevé su traslado desde almacén, colocación, instalación, conexionado y puesta en marcha.

2.2.2. Materiales

TRANSFORMADOR TIPO SUMERGIDO EN ESTER VEGETAL 30/0,42 kV 800 kVA

Transformador de potencia trifásico de 800 kVA de potencia nominal, tipo sumergido en ester vegetal, tensión nominal en vacío 30/0,42 kV, frecuencia 50 Hz, regulación en tensión en vacío +2,5/+5/+7,5/+10% en el primario, grupo de conexión dyn11 con neutro accesible, nivel de aislamiento 36/70/170 kV y dimensiones aproximadas 1834 mm de largo, 1234 mm de ancho y 1973 mm de altura.

Incluye 3 terminales de AT, 4 terminales de BT, sondas de temperatura PT100 con centralita digital de control de temperatura t-154 y caja de bornas.

Se trata de transformadores de SCHNEIDER para el túnel de Urdinbide, con números de serie 34078 y 34077 respectivamente.

Se incluye todo el material accesorio y medios auxiliares para su completa instalación.

2.2.3. Ejecución de las obras

Los transformadores se instalarán en el lugar indicado en planos. Una vez colocados, se realizarán todas las conexiones primarias y secundarias, la puesta a tierra del neutro y de la envolvente, y cualquier trabajo necesario para dejar los transformadores correctamente instalados y bloqueados.

Se realizarán todas aquellas pruebas que juzgue necesarias el Director de Obra, para lo cual el CONTRATISTA pondrá a su disposición las personas y herramientas que necesiten.

El CONTRATISTA deberá cuidar y responsabilizarse de que por parte del personal que realiza los trabajos, se cumplan la normativa vigente de Seguridad y Salud.

2.2.4. Ensayos

Ensayos de aceptación

Se requiere la realización de los siguientes ensayos a cada uno de los transformadores, de acuerdo con la norma UNE EN 60076-11, excepto cuando expresamente se especifique otra cosa:

Ensayos de rutina:

- Comprobación de dimensiones y disposición de los diferentes accesorios.
- Medida de la resistencia de los devanados para la toma principal y para las tomas extremas.
- Comprobación de la relación de transformación para todas y cada una de las tomas.
- Comprobación de la polaridad y correspondencia de fases de los devanados en la toma principal.
- Comprobación del grupo de conexión.
- Ensayo de resistencia de aislamiento.
- Determinación de las pérdidas en vacío a la tensión nominal y al 110% de la tensión nominal para la toma principal.
- Medida de la corriente de excitación a la tensión nominal y al 110% de la tensión nominal para la toma principal.
- Determinación de la tensión de cortocircuito y de las pérdidas en el cobre a la intensidad nominal para la toma principal.
- Ensayo de tensión aplicada.
- Ensayo de tensión inducida.
- Ensayo de descargas parciales (resultados inferiores a 10 pC) Serán presenciados por el Cliente o personal designado por éste.

De los ensayos que se indican a continuación se entregarán certificados de ensayos realizados a máquinas similares.

Ensayos tipo:

- Medida de la corriente de derivación a tierra de las bobinas de AT.
- Ensayo de impulso a onda plena.
- Ensayo de nivel de ruido.

Se presenciará por parte del Cliente o personal designado por éste las pruebas de calentamiento. Para las demás máquinas se considerará válida la entrega de certificados de pruebas de calentamiento realizadas a máquinas similares.

Todos los instrumentos que forman parte o se utilicen en los trabajos de recepción estarán calibrados por una autoridad independiente y acreditada.

Toda la mano de obra, materiales, aparatos e instrumentos para los ensayos de fábrica, serán proporcionados por el Contratista.

Estos ensayos se realizarán en fábrica en todos los transformadores estando éstos completamente montados y con todos sus accesorios.

Ensayos de recepción definitiva

Estos ensayos se realizarán directamente en la instalación antes de expirar el plazo de garantía. Para ello se repetirán los ensayos necesarios para comprobar si los equipos suministrados conservan sus características y cumplen las condiciones necesarias para realizar perfectamente su misión.

Se procederá, así mismo, al examen de los elementos fundamentales, no debiendo presentar éstos señal alguna de anomalía por calentamiento o esfuerzos mecánicos.

Si los resultados de los ensayos y comprobaciones anteriores son satisfactorios, se llevará a cabo la recepción definitiva, levantándose el acta correspondiente.

2.2.5. Medición y abonos

Los transformadores se medirán por unidad completa totalmente instalada y en funcionamiento, incluyendo elementos accesorios y conexiones.

Los transformadores se abonarán según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo de transformador.

2.3. Grupos Electrógenos

2.3.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para los grupos electrógenos de emergencia previstos en el presente proyecto. Cumplirán con las Normas IEC 60072, IEC 60034 y ISO 8528.

Cada grupo electrógeno se recibirá perfectamente montado, probado y puesto en marcha, con todos los accesorios requeridos, protecciones, circuitos auxiliares y de mando, cableado interior y conectado con el cuadro de BT. Cada uno incluirá un Cuadro de Control Automático a instalar próximo al grupo.

2.3.2. Materiales

GRUPO ELECTRÓGENO 800 kVA

Grupo electrógeno automático de 800 kVA, 624 W de potencia máxima en servicio de emergencia por fallo de red según ISO 8528-1, formado por motor Diesel “DOOSAN” tipo P222LE-II de 652 kW a 1.500 r.p.m con regulador electrónico de velocidad, alternador trifásico de 800 kVA, tensión 400 V, frecuencia 50 Hz con regulador eléctrico de tensión, cuadro automático tipo AUT-MP12DR5, software de control y gestión, dos baterías de 12 V, depósito de combustible de 990 l con indicador de nivel y resistencia calefactora. Incluido juego de silentblocks, silenciador y equipo de control de conmutación sin corte tipo CON-5012.

Instalados sobre bancada metálica. Se trata de dos grupos electrógenos ELECTRA MOLINS tipo EMD-780 para el túnel de Urdinbide con todos los elementos indicados en la descripción.

CUADRO AUTOMÁTICO AUT-MP12DR5

El cuadro AUT-MP12DR5 es un cuadro de arranque automático de grupo electrógeno al recibir una señal externa. Esta señal externa procede normalmente de un equipo de control de conmutación del tipo CON-5012 que da la señal de arranque por fallo de red.

La combinación de estos dos equipos de control, permite realizar transferencias de carga sin corte, no sólo de grupo a red a la vuelta de la red, sino también de red a grupo mediante una transferencia de carga en rampa. Esta prestación permite probar el grupo electrógeno con la carga real siempre que se desee sin ningún corte a la instalación.

Mientras funciona el grupo electrógeno el cuadro automático AUT-MP12DR5 controla el correcto funcionamiento del mismo.

El equipo se basa en un módulo programable con TRES MICROPROCESADORES, especializados en sus respectivas tareas de mediciones eléctricas, lógica del grupo electrógeno y comunicaciones, lo cual confiere al equipo una gran potencia de proceso.

Diseñado para poder funcionar a temperaturas ambiente extremas, desde -30°C a +70°C, y con una gran protección ante perturbaciones eléctricas como sobretensiones por descargas atmosféricas.

Una pantalla TFT en color de 5,7" muestra el estado de funcionamiento del grupo, las mediciones eléctricas, las alarmas, los eventos ocurridos y el análisis de armónicos. Con los pulsadores del panel frontal se accede a la visualización de las distintas pantallas.

El cuadro AUT-MP12DR5 es pues un equipo de altas prestaciones y de fácil utilización, incluso para personas no especialistas.

Pantalla Principal

La pantalla principal permite un completo control y vigilancia del funcionamiento del grupo; las otras pantallas amplían la información. En esta pantalla se muestra:

- Diagrama del funcionamiento y estado de la señal de arranque.
- Tensión y frecuencia de grupo.
- Carga conectada (en %). Se muestra un único valor que corresponde al porcentaje máximo de carga de las siguientes cuatro mediciones: Intensidades del alternador "I1", "I2" e "I3" y potencia del motor diesel "P". El detalle de las cargas se muestra en la pantalla de mediciones eléctricas.
- Contador de horas de funcionamiento (h).
- Temperatura del líquido refrigerante (°C).
- Nivel de gasóleo (%).
- Tensión de la batería (V).
- Intensidad del cargador electrónico de baterías (A).
- Presión de aceite (bar).
- Velocidad de giro del motor diesel (rpm).
- Fecha y hora.
- Iconos de aviso de las alarmas preventivas y protecciones de paro.

Mediciones Eléctricas

Se muestran por la pantalla las mediciones eléctricas del grupo en verdadero valor eficaz (TRMS). Se memorizan los valores máximos y mínimos desde el último borrado de memoria pudiendo consultarse en las pantallas correspondientes.

Valores globales trifásicos:

- Frecuencia (Hz).
- Intensidad del neutro (A).
- Potencia activa (kW).
- Potencia reactiva (kVAr).
- Potencia aparente (kVA).
- Factor de Potencia.

Valores para cada una de las tres fases:

- Tensiones compuestas (entre fases) (V).
- Tensiones simples (entre fase y neutro) (V).
- Intensidades (A).
- Potencia activa (kW).
- Potencia reactiva (kVAr).
- Potencia aparente (kVA).
- Factor de Potencia.

Otras mediciones con valores totales y parciales desde el último borrado de memoria:

- Contador de energía activa (kWh).
- Contador de energía reactiva (kVArh).
- Contador de horas de funcionamiento (h).
- Contador del número de arranques del grupo.
- Contador del número de conexiones de carga al grupo.

Otras mediciones:

- Carga media en los últimos 15 minutos en kW y en %.
- Autonomía de combustible restante con la carga media calculada.

Protecciones de Paro y Alarmas Preventivas

Las protecciones desconectan la carga y paran el grupo electrógeno. Se señalizan en la pantalla principal mediante un icono y en la pantalla de protecciones con el texto completo de la alarma. Son las siguientes:

- Baja presión de aceite.
- Fallo sensor de aceite.
- Alta temperatura del líquido refrigerante.
- Fallo sensor temperatura.
- Sobrevelocidad del motor.
- Baja velocidad del motor.
- Tensión alta del alternador.
- Tensión baja del alternador.

- Sobrepotencia del motor (kW).
- Escalón de carga excesivo (kW).
- Fallo de arranque.
- Sobreintensidad del alternador.
- Cortocircuito en las líneas de consumo.
- Paro de emergencia.
- Muy bajo nivel de gasóleo.
- Bajo nivel de refrigerante (sólo en grupos > 300 kVA).
- Potencia inversa de grupo.

Las protecciones de sobreintensidad y cortocircuito se realizan mediante una detección electrónica trifásica, situada en el interior del alternador. El módulo AUT-MP12 permite un ajuste preciso de los valores de disparo, logrando así una mejor protección que con detección magnetotérmica.

Las alarmas preventivas se señalizan en la pantalla principal mediante un icono y en la pantalla de alarmas preventivas con el texto completo de la alarma. Son las siguientes:

- Pre-alarma de presión de aceite.
- Pre-alarma de temperatura del líquido refrigerante.
- Avería del alternador de carga de baterías.
- Avería del cargador electrónico de baterías.
- Baja tensión de baterías.
- Alta tensión de baterías.
- Batería débil para arranque.
- Bajo nivel de gasóleo.
- Fallo sensor de combustible.
- Pre-alarma de potencia máxima.
- Carga media últimas 24 h > 80%.
- Mantenimiento preventivo.
- Bajo precalentamiento del motor.

Histórico de Eventos

El equipo AUT-MP12 guarda en memoria los eventos que se producen y la fecha y hora de cada uno. La capacidad de la memoria permite guardar los 3.000 últimos eventos.

Se considera un evento la activación o desactivación de la orden de arranque, cualquier cambio de estado del grupo, la aparición de cualquier alarma preventiva o protección de paro y las operaciones manuales que realice el operador al pulsar las teclas de control del módulo MP12.

También se registra como evento la carga media conectada al grupo cada 60 minutos de funcionamiento tanto si son continuos como si son discontinuos.

Todos los eventos guardados en memoria pueden visualizarse por la pantalla. También se pueden exportar a un PC por un puerto de comunicación.

Análisis de Armónicos

La pantalla de análisis de armónicos muestra una tabla con los valores de los armónicos impares de orden 3 hasta orden 15, de las intensidades de cada una de las tres fases y de las respectivas tensiones del alternador y una representación gráfica de los valores de dicha tabla, en la que se visualiza fácilmente la importancia relativa de cada armónico.

La tabla indica también la tasa de distorsión armónica global de intensidad THDI (%) para cada fase y la tasa de distorsión armónica global de tensión THDU (%) para cada fase.

Otros equipos incluidos en el cuadro

- Selector de funcionamiento del grupo ON-OFF-TEST.
- Pulsador de parada de emergencia.
- Cargador electrónico de baterías.
- Interruptores automáticos de protección de las líneas del cargador de baterías y resistencia calefactora.
- Interface para el control remoto de la velocidad y la tensión.

Modos de funcionamiento

- Servicio automático: Arranque del grupo al recibir una señal externa y para al desaparecer dicha señal externa. Si la señal es por fallo de red, la transferencia de carga a la vuelta de la red se realiza SIN CORTE. Si cuando se recibe la señal externa hay presencia de red, (por ejemplo cuando la señal procede de un programador semanal para funcionamiento en horas punta), se realizan SIN CORTE todas las transferencias de carga (de red a grupo y de grupo a red).
- Servicio manual: Arranque y paro del grupo mediante un pulsador. Mediante otro pulsador se puede realizar la transferencia de carga de red a grupo y de grupo a red SIN CORTE lo cual permite realizar el mantenimiento con la carga real.
- Modo de funcionamiento "TEST": Permite probar el funcionamiento del grupo de forma independiente del equipo automático. Permite incluso dar servicio a la carga de forma manual en caso de avería del equipo automático si fuera preciso.

Temporizaciones

- Temporización para impedir el arranque en caso de señales externas transitorias.
- El ciclo de arranque temporiza 3 intentos de arranque para asegurar el mismo.
- Temporización de conexión de la carga al grupo (cuando se desea diferir la conexión de la carga al grupo una vez ya ha arrancado).
- Temporización del ciclo de paro para bajar la temperatura del motor antes del paro.

Las temporizaciones se visualizan en la pantalla principal que indica los segundos pendientes hasta llegar a cero. Las temporizaciones son ajustables a los valores que desee el cliente, dentro de un rango válido, mediante una consola de programación.

Entradas y salidas

- Entrada mediante señal a distancia al cerrar un contacto para arrancar el grupo.

- Salidas por contactos sin tensión (carga máxima 6 A a 250 Vca) para:
 - Señalizar grupo disponible (grupo arrancado, se puede conectar la carga).
 - Señalizar a distancia que ha actuado alguna protección de paro.
 - Señalizar a distancia que ha aparecido alguna alarma preventiva.
 - Señalizar a distancia la alarma de bajo nivel de gasóleo.
 - Señalizar a distancia que el módulo MP12 no está programado en automático.
- Entradas y salidas programables de forma opcional según las necesidades de la instalación:
 - 7 Entradas por contacto sin tensión.
 - 2 Salidas por contactos sin tensión, carga máxima 6A a 250 Vca.
 - 2 Salidas de transistor en colector abierto opto acoplado 50 mA, 50 Vcc.
 - 2 Salidas analógicas de tensión 0-10 Vcc, carga máxima 20 mA.
 - 1 Entrada analógica para medida de tensión 0-30 Vcc.
- Puertos de Comunicación:
 - Un puerto RS-232 protocolo MODBUS a 9600 bauds, configurable hasta 19.200.
 - Un puerto RS-485 protocolo MODBUS a 9600 bauds, configurable hasta 19.200.
 - Un puerto BUSCAN reservado para comunicar el módulo MP12 con el motor diésel.
 - Un puerto BUSCAN reservado para comunicar grupos en paralelo.
 - Un puerto Ethernet con conector RJ45.

2.3.3. Ejecución de las obras

Los grupos electrógenos se montarán, en el lugar indicado en los planos, sobre bancada y muelles amortiguadores, de acuerdo a las instrucciones del suministrador. Se realizarán todas las instalaciones auxiliares de fuerza y control (instalación de cuadros, baterías, cables, etc.), combustible y escape.

Los materiales de los grupos electrógenos serán suministrados con los certificados de ensayo necesarios. Se dotará de libro de instrucciones de funcionamiento y de mantenimiento a la recepción de las Instalaciones.

Se entenderá que el sistema está totalmente terminado cuando sea sometido a prueba y la Dirección de Obra dé su aprobación.

Todos los elementos que compongan los sistemas vendrán equipados con todo su aparellaje de fábrica o del taller del instalador. Tanto los materiales como su montaje e instalación cumplirán con la normativa vigente.

El transporte y colocación de todos los equipos se hará con elementos de transporte y útiles adecuados, como carretilla de horquillas o dispositivos de elevación. Los cuadros durante los trabajos de colocación serán arrastrados lo menos posibles y, en caso de tener que hacerlo, se asegurará que los mismos no sufran deterioro alguno. Se seguirán las recomendaciones del fabricante.

Una barra o cable de puesta a tierra irá colocada a lo largo de todos los equipos, debiéndose conectar a la misma todas las envolventes de los elementos metálicos que

tengan acceso directo. En los extremos de la barra o cable, se conectará el cable principal de tierra con elementos apropiados de conexión.

Cuando los equipos sean enviados a la obra en más de un conjunto, estos se ensamblarán teniendo en cuenta la alineación y nivelación. Asimismo se ensamblarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Todas las armaduras de los cables deberán ponerse a tierra al principio y al final de los mismos. Una vez instalados todos los equipos y elementos, se procederá a la puesta en marcha, comprobando que todos los equipos y elementos, responden a las condiciones técnicas para los que han sido diseñados.

El Contratista deberá cuidar y responsabilizarse de que, por parte del personal que realiza los trabajos, se cumplan las normas reguladas en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

2.3.4. Ensayos

Se realizarán los siguientes ensayos de rutina especificados en las normas:

- Inspección del cableado y de funcionamiento mecánico y eléctrico, así como comprobación de marcas y etiquetas.
- Ensayos dieléctricos de los circuitos principales y auxiliares, salvo en aquellos que, por sus características, no puedan someterse a la tensión de ensayo.
- Verificación de los distintos valores de funcionamiento de las máquinas:
 - En el motor: se comprobará durante distintos tiempos (no inferior a 1/2 hora) y a distintos porcentajes de carga (25, 50, 100 y 110 %) las características mecánicas del motor, teniendo presente los valores de presión y temperatura de los circuitos de aceite, agua y escape.
 - En el alternador: se comprobarán las características eléctricas en vacío, cortocircuito y determinación de las reactancias y constantes de tiempo; asimismo se verificará la sobrevelocidad hasta un 120 % de la nominal.
 - En el grupo completo: funcionamiento en carga y a su velocidad nominal. Con distintos ciclos de carga se verificará: la tensión nominal, temperaturas, presiones y consumos. Asimismo, se comprobará la regulación de velocidad con variaciones bruscas de carga y cualquier otra, de común acuerdo entre fabricante y comprador, que pudiese afectar al normal funcionamiento del grupo.
- Pruebas de funcionamiento del sistema de control de cada grupo y del conjunto, alarmas, disparos, señales remotas.

El fabricante adjuntará, a los planos e información técnica, los protocolos de ensayo.

2.3.5. Medición y abonos

Los grupos electrógenos se medirán por unidad totalmente montada, instalada y en funcionamiento correcto, incluyendo software de control, interconexiones de fuerza y control entre los grupos, el cuadro de control, con todos los elementos y accesorios necesarios, los sistemas de trasiego de combustible, el sistema de escape y la insonorización de la sala, siempre y cuando no se mida ésta de forma independiente.

Los grupos electrógenos se abonarán según el precio establecido en el Presupuesto para cada tipo de grupos.

2.4. Sistema de Alimentación Ininterrumpida

2.4.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para los sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) previstos en el presente proyecto para dar alimentación segura a los servicios considerados críticos. Cumplirán con las Normas UNE 61439, UNE 60947, UNE 60146, UNE 60086 y UNE 60896.

Cada SAI se recibirá junto con sus baterías asociadas perfectamente montado, probado y puesto en marcha, con todos los accesorios requeridos, protecciones, circuitos auxiliares y de mando, cableado interior y conectado con el cuadro de BT que lo alimenta.

2.4.2. Materiales

SAI 100 KVA

El Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) proporcionará una alimentación segura (respaldada por baterías ante un fallo de la red normal) y estable (margen de tensión en la salida de $\pm 1\%$) a las cargas críticas, como pueden ser el mando y control de cuadros eléctricos, celdas, PLCs, armarios de comunicaciones, centralitas PCI, alumbrado de seguridad, etc.

El suministrador de los SAIs será una firma de primera calidad y con referencias fabricando equipos flexibles y del tipo industrial.

Se tratará de un SAI de salida 3F+N, 400Vca (230Vca) $\pm 1\%$, y con una entrada de 400Vca + 10% -15%. Las baterías serán de plomo estanco de 1h de autonomía y 10 años de vida media garantizados.

Cada SAI completo (rectificador + inversor + by-pass estático) irá instalado en un armario independiente. Los conjuntos de baterías del SAI se instalarán aparte sobre bancadas independientes. Las bancadas serán del tipo estantería con 4 alturas como máximo y de manera que se puedan alcanzar todas las baterías de forma segura para mantenimiento y sin necesidad de elementos auxiliares.

Los armarios y las baterías irán instalados juntos en la misma sala, tal y como se indica en los planos de distribución de equipos de cada edificio técnico. Esta sala dispondrá de aire acondicionado garantizando una temperatura ambiente entre 20°C y 25°C en todo momento.

Los armarios estarán realizados en calderería especial, auto-soportados, montados sobre bastidores apoyados en el suelo y con acceso exclusivamente delantero.

Las entradas y salidas a cada cuadro se efectuarán por la parte inferior del mismo. Cada cuadro se diseñará de modo que sea totalmente accesible por la parte delantera para todas las operaciones de mantenimiento. La parte frontal llevará marco fijo y puerta

plana con cerradura de llave. El grado de protección de la envolvente exterior no será inferior a IP42 e IK10.

Cada SAI tendrá un módulo rectificador, empleado para transformar la tensión alterna (AC) de la red de entrada en tensión continua (DC), que alimenta al inversor. Asimismo proporcionará la tensión de carga y mantenimiento de la batería, cuidando y controlando con precisión y estabilidad los parámetros de carga y niveles de tensión, con objeto de obtener una larga vida de la batería.

Además proporcionará las siguientes protecciones entre el SAI y la red de entrada:

- Protección de corriente de entrada a través de un interruptor magneto-térmico.
- Protección frente a sobretensiones de la red de entrada.
- Filtro EMC.

Este módulo estará formado básicamente por un puente rectificador de tiristores totalmente controlados y un chopper elevador mediante IGBTs, que reduce considerablemente el rizado de salida del módulo y regula con gran precisión la tensión continua DC especialmente necesario para una adecuada carga de baterías. Algunas de sus características más importantes serán:

- El arranque del rectificador y el subidor se producirá mediante una rampa suave (Soft-Start), evitando transitorios no deseados en los momentos de conexión.
- Control del ángulo de disparo del rectificador mediante el empleo de técnicas de procesador.
- Drivers de disparo de rectificador y subidor independientes.

A la entrada del rectificador se instalará un transformador de aislamiento galvánico.

En caso de fallo de la alimentación normal de 400 Vca o en el rectificador, el SAI daría servicio a través de las baterías y del inversor (1 hora de autonomía).

Este módulo inversor será el encargado de transformar la tensión continua (DC) en alterna (AC), similar a la de la red general. Estará constituido por un inversor en puente formado por IGBT's (Módulos Inteligentes de Potencia IPM), totalmente controlado mediante técnicas de PWM gestionado por microprocesador. Permitirá trabajar a altas frecuencias (reduciendo el tamaño y peso en el filtro de salida), así como mejores tiempos de respuesta.

En la salida del inversor se empleará un transformador de aislamiento galvánico, que convierte la tensión proveniente del módulo de potencia IGBT en la requerida por la carga, obteniéndose un aislamiento total entre la utilización (salida) y el SAI.

El módulo de by-pass estático será el encargado de alimentar la carga crítica desde la salida del inversor o de la red general. Básicamente está constituido por un grupo de tiristores conectados en anti paralelo, haciendo la función de interruptor estático para corrientes alternas. Es decir es el encargado de escoger qué suministro se ofrece a la carga: la proveniente por la salida del módulo inversor, o la existente en la red auxiliar. La selección entre ambas redes la gestionará un microprocesador, que asegura el mejor suministro posible a la carga.

Para labores de mantenimiento o fallos del by-pass estático, cada unidad poseerá un seccionador de by-pass manual. El by-pass manual permite seleccionar la alimentación de la carga de cualquiera de las dos fuentes existentes: red inversor, red auxiliar. Estará diseñado para poder realizar manipulaciones dentro del SAI sin tensión. Una vez ejecutada la maniobra el equipo se encontrará totalmente desconectado, pero siempre sin cortar el suministro a la red de salida. De esta manera se pueden realizar labores de mantenimiento con el máximo nivel de seguridad.

Todos los transformadores de aislamiento interno, así como el estabilizador del by-pass, tendrán el neutro del secundario conectados entre sí y a tierra, de manera que se garantice la misma configuración de neutro que en la red (TN).

Las características básicas de cada SAI serán las siguientes:

GENERALES

- Rendimiento a plena carga >90%.
- Rendimiento a 50% carga >84%.
- THDi entrada a plena carga <10%.
- Tiempo Medio entre Defectos (MTBD) 100.000 horas.
- Tiempo Medio para reparar (MTTR) <0,5 horas.
- EMC según UNE-EN 50091 SI.
- Rango de temperatura de trabajo 0°C – 40°C.

RED DE ENTRADA: RECTIFICADOR/SUBIDOR, CARGADOR DE BATERÍAS

- Tensión Nominal 400Vac, 3F+N.
- Margen de Tensión CA: +10%, -15%.
- Frecuencia: 50Hz.
- Margen de Frecuencia: +5%, -5%.
- Precisión: +/-0.5%.
- Rizado CC +/-1,2Vdc.
- Factor de Potencia >0.95.
- Protección Red Entrada I.A Magneto-térmico.
- Protección Sobretensiones de la Red de Entrada.
- Filtro RFI EN 55022, Clase A.
- Protección Tensión de Salida CC Mínima y Máxima.
- Protección de Sobretemperatura I.
- Tipo Rectificador: Tiristor.
- Arranque en rampa suave Rectificador (Soft Start).
- Tipo Subidor: IGBT.
- Control de Tensión de Salida en función de:
 - Tensión AC de entrada.
 - Potencia solicitada.
 - Estado y Temperatura de Baterías.

BATERÍAS

- Tipo de Baterías: Plomo hermético.
- Autonomía 60 minutos.

- Vida media 10 años.
- Límite de corriente carga de baterías 10% C 10 (Ah).
- Tiempo de carga 10 T.A.
- Compensación de la Tensión de Baterías en función de la Temperatura.
- Protección: IA. Magneto-térmico.
- Control de conexión de Baterías.
- Desconexión Automática.
- Rearme automático a la vuelta de Red aún con baterías descargadas.
- Posibilidad de gestionar la vida de las baterías mediante test programables de forma periódica (trimestral, semestral o anual) para comprobar de forma automática el estado de las mismas.

MÓDULO INVERSOR

- Tipo: IGBT (Modulo Potencia Inteligente).
- Control: Microprocesador y Modulación PWM.
- Transformador Aislamiento Galvánico de Salida: SI.
- Tensión Nominal de Salida: 400/230Vca.
- Estabilidad Estática: +/-1%.
- Estabilidad Dinámica (0-100%): +/-5%.
- Tiempo de respuesta dinámica: <25mseg.
- Frecuencia: 50Hz.
- Precisión en Frecuencia: +/-0.1%.
- Velocidad de Sincronismo (Slew Rate)(Programable): 0.25, 0.5, 0.75, 1Hz/seg.
- Potencia de Salida (kVA, $f_p=0,9$): 100.
- Factor de Potencia admisible en la carga: 0.6 capacitivo, 0.4 inductivo.

BY-PASS ESTÁTICO

- Tipo: Tiristor.
- Control: Microprocesador PLD.
- Límite de Corriente (Permanente): 110% Inominal.
- Sobrecargas Admisibles: 200% (60seg.); 1000% (20mseg.).
- Tiempo de Transferencia del By-Pass: <1mseg BY-PASS MANUAL.
- Tipo: Interruptor / Seccionador.
- Control: Mecánico 3 Interruptores / Seccionadores.
- Tiempo de Transferencia del By-Pass: Instantáneo.

CONTROL

El control estará formado por tarjetas independientes para cada SAI empleándose técnicas de multiprocesador. El conjunto estará gestionado por un control central, asegurando la fiabilidad del sistema.

Cada uno de los SAI dispondrá localmente de una unidad de señalización digital compuesta por:

- Sinóptico.
- Teclado.

- Display (LCD alfanumérico).
- Histórico de alarmas y auto diagnóstico.
- Medidas: Tensiones y corrientes eficaces de todas las redes de alterna y continua; Potencias activas, aparentes y reactivas (con signo) de entrada y de salida; Temperaturas; Rendimiento; Factor de potencia de entrada y salida; Autonomía; Frecuencia de entrada y de salida.

El sinóptico representará por medio de bloques los distintos equipos de los que se compone el sistema, interconectados entre sí de acuerdo al diagrama unifilar. Cada bloque dispondrá de un led de señalización que representa el estado de cada bloque. Además de este sinóptico de bloques funcionales, existirá otro sinóptico donde también a través de leds se mostrará el estado de los distintos interruptores del sistema.

Además de la señalización local, se podrán enviar remotamente al Sistema de Control las siguientes señales a través de comunicación Modbus (puerto de comunicaciones RS485):

Medidas

- Tensión red entrada.
- Tensión red salida.
- Intensidad red entrada.
- Intensidad red salida.
- Intensidad batería.
- Potencia Activa salida.
- Potencia Reactiva salida Alarmas.
- Fallo red entrada.
- Fallo rectificador.
- Fallo inversor.
- Temperatura inversor alta.
- Fallo by-pass.
- By-pass en funcionamiento.
- Fallo de sincronismo.
- Fallo tierra.
- Temperatura alta.
- Disparo del automático entrada y/o salida.
- Batería en descarga.
- Tensión de batería alta.
- Tensión de batería baja.
- Temperatura batería alta.
- Batería desconectada.
- Próximo fin de autonomía.
- Algún automático abierto.
- Alarma general.

Además de éstas, las siguientes señales serán cableadas directamente al Sistema de Control desde contactos libres de potencial:

- Fallo red entrada.

- Fallo rectificador o inversor o by-pass.
- Baterías en descarga.
- Funcionamiento en by-pass.
- Alarma General.
- Disparo de alguna protección (serie).

2.4.3. Ejecución de las obras

El sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) se colocará en el local técnico, según planos de distribución de equipos. La colocación en lugar distinto al indicado, deberá ser aprobada por el Director de Obra. El instalador deberá en este caso, realizar los planos de montaje necesarios donde se indiquen en detalle las modificaciones requeridas de diseño. El conjunto de las nuevas instalaciones deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

El cuadro vendrá equipado con todos su aparellaje de fábrica o del taller del instalador. Tanto los materiales como su montaje e instalación cumplirán con la normativa vigente.

El transporte y colocación de los equipos se hará con elementos de transporte y útiles adecuados, como carretilla de horquillas o dispositivos de elevación. Durante los trabajos de colocación, será arrastrado lo menos posible y, en caso de hacerlo, se asegurará que el mismo no sufra deterioro alguno. Se seguirán las recomendaciones del fabricante.

Cuando el equipo sea enviado a la obra en más de un conjunto, éstos se ensamblarán teniendo en cuenta la alineación y nivelación. Asimismo se ensamblarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

El CONTRATISTA deberá conectar las baterías con el SAI una vez instalados todos los conjuntos de armarios y bancadas de baterías.

Una vez instalados todos los equipos y elementos, se procederá a la puesta en marcha, comprobando que todos los equipos responden a las condiciones técnicas para los que han sido diseñados.

El CONTRATISTA deberá cuidar y responsabilizarse de que por parte del personal que realiza los trabajos, se cumplan la normativa vigente de Seguridad y Salud.

2.4.4. Ensayos

Se realizarán los siguientes ensayos de rutina especificadas en las normas:

- Inspección de cableado y de funcionamiento eléctrico, así como comprobación de marcas y etiquetas.
- Ensayos dieléctricos de los circuitos principales y auxiliares, salvo en aquellos que por sus características no puedan someterse a la tensión de ensayo.
- Verificación de los distintos valores de tensiones e intensidades para varios porcentajes de carga y los siguientes regímenes:
 - Flotación con batería y sin batería.
 - Carga rápida.
 - Carga excepcional o profunda.

Especial atención se tendrá en los valores máximos y de rizado de la tensión de salida del rectificador.

- Comprobación del ciclo de descarga de la batería.
- Medida de armónicos.
- Ensayo a plena carga.
- Ensayo de rendimiento.
- Comprobación del funcionamiento del by-pass estático.
- Medida de tiempo de transferencia.

El fabricante adjuntará, a los planos e información técnica, los protocolos de ensayos.

Ensayos y pruebas a realizar en obra

- Repaso general de toda la instalación, limpiando todos los posibles residuos de la instalación, así como revisar el posible olvido de algún útil o herramienta.
- Medida de aislamiento de los circuitos principales y timbrados de los circuitos auxiliares, siguiendo las instrucciones y planos del fabricante.
- Comprobación manual de todos los elementos de protección y control, verificando el reglaje de los elementos de protección.
- Verificar el estado de las baterías, comprobando el nivel y densidad del electrolito.
- Al dar tensión al sistema poner los indicativos de peligro y/o señales de "Cuadro con Tensión", hasta finalizar las obras.

Siguiendo las instrucciones del fabricante, se dará una carga excepcional o profunda a las baterías, antes de empezar a conectar los consumidores

2.4.5. Medición y abonos

El equipo de SAI se medirá por unidad completa de cuadro totalmente instalado, en funcionamiento, incluyendo elementos, accesorios y conexiones.

2.5. Batería de Condensadores

2.5.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para las baterías de condensadores previstas para corregir el factor de potencia de las instalaciones en baja tensión previstos en el presente proyecto. Cumplirán con las Normas UNE 60439, UNE 61921 y Normas BAT.

Cada batería de condensadores se recibirá perfectamente montada, probada y puesta en marcha, con todos los accesorios requeridos, protecciones, regulador automático, circuitos auxiliares, cableado interior y conectado con el cuadro de BT que lo alimenta.

2.5.2. Materiales

BATERÍA DE CONDENSADORES AUTOMÁTICA 150 kVAR

Batería de condensadores automática con filtro anti-armónicos y seccionador de corte en carga. Este tipo de batería de condensadores se coloca para corregir el factor de potencia de la instalación y se conecta al Cuadro General de Baja Tensión.

Características del equipo:

- Tensión de empleo 400 V.
- Tensión efectiva 450 V.
- Frecuencia 50 Hz.
- Entrada trans. de corriente /5.
- Tensión maniobra contactores 230 V.
- Rango de Tensión admisible 380-440 V.
- Dispositivo anti explosión incorporado.
- Conexión tipo faston.
- Resistencias de descarga incluidas.
- Film polipropileno.
- Pérdidas en el condensador $\leq 0,3\text{W/kVAR}$.
- Conexión Trifase Δ .
- Pletina de cobre a medida 30x8 mm.
- Filtros: Reactancia 3x1,533 mH 3x400 V 25 kVAR / Reactancia 3x1,707 mH 3x400 V 50 kVAR,
- Grado de Protección IP30.
- Cableado libre de halógenos.
- Control y gestión por microprocesador de 5/7 salidas (pasos), circuito de medida, ampliable a 7 salidas (pasos), puertos de comunicación serie, dimensiones 96 x 96 //144x144. El diseño del regulador automático de factor de potencia DCRL incorpora las funciones avanzadas que se requieren en las aplicaciones de corrección del factor de potencia. Además de contar con una carcasa especial de dimensiones extremadamente compactas, el DCRL combina el moderno diseño del panel frontal con una instalación práctica y la posibilidad de expansión por la parte trasera, en la que se puede alojar el módulo de expansión (EXP). La pantalla LCD proporciona una interface de usuario clara e intuitiva.
- Temperatura $-45^{\circ} +45^{\circ}$ C.
- Sobrecarga 1,3 In.
- Sobretenión 1,1 Vn.
- Seccionador tripolar con mando a puerta de 3x630A.
- Escalones 2x25+2x50.
- Peso 258 Kg.
- Armario de dimensiones 2100 x 700 x 600 mm.

Características constructivas:

Las baterías estarán construidas y proyectadas de acuerdo con las siguientes normas y recomendaciones:

- UNE EN-61921.
- UNE EN-61439.
- El armario donde se coloca la batería de condensadores deberá estar fijado al suelo a través de unos bastidores.
- La entrada de cables debe realizarse por la parte inferior a través del falso suelo.

2.5.3. Ejecución de las obras

Las baterías de condensadores se colocarán en el lugar indicado en los planos. La colocación en lugar distinto al indicado deberá ser aprobada por el Director de Obra. El instalador deberá en este caso, realizar los planos de montaje necesarios donde se indiquen en detalle las modificaciones requeridas de diseño. El conjunto de las nuevas instalaciones deberán ser aprobadas por el Director de Obra.

La colocación de las baterías se coordinará tanto a nivel de proyecto como de construcción y montaje con el proyectista de la envolvente de los equipos.

Las baterías vendrán equipadas con su aparellaje, de fábrica o del taller del instalador. Tanto los materiales como su montaje e instalación cumplirán con la normativa vigente.

El transporte y colocación de las baterías se hará con elementos de transporte útiles adecuados como carretilla de horquillas o dispositivos de elevación. Las baterías, durante los trabajos de colocación, serán arrastradas sobre el suelo lo menos posible y en caso de hacerlo, se asegurará que las mismas no sufren deterioro alguno. Se seguirán las recomendaciones del fabricante.

El nivelado de las baterías será total a fin de que todos los elementos móviles puedan ser operados con facilidad.

La barra de puesta a tierra se conectará a lo largo de todos los cuadros y a la misma deberán conectarse todas las envolventes de los elementos metálicos que tengan acceso directo. En los extremos de la barra, se conectará el cable principal de tierra, con elementos apropiados de conexión.

El CONTRATISTA deberá cuidar y responsabilizarse de que por parte del personal que realiza los trabajos, se cumplan la normativa vigente de Seguridad y Salud.

2.5.4. Ensayos

El fabricante adjuntará, a los planos e información técnica, los protocolos de los ensayos. Se realizarán los siguientes ensayos y pruebas de rutina en fábrica y especificados en las normas:

- Medida de la continuidad de la masa.
- Ensayo dieléctrico de los circuitos de mando y potencia.
- Medida de la capacidad individual de cada condensador.
- Test de alimentación del regulador.
- Funcionamiento del regulador.

2.5.5. Medición y abonos

Las baterías de condensadores se medirán por unidad completa, totalmente instalada, en funcionamiento, incluyendo elementos accesorios, conexiones y pruebas.

Las baterías de condensadores se abonarán según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto.

2.6. Cuadros Eléctricos de Baja Tensión

2.6.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para los cuadros eléctricos de baja tensión previstos en el presente proyecto. Cumplirán con las Normas UNE 61439, UNE 60947, UNE 20324, UNE 50102, UNE 61000 y UNE 61869.

Cada cuadro de baja tensión se recibirá perfectamente montado, probado y puesto en marcha, con toda la aparamenta requerida, envolvente metálica, circuitos auxiliares y de mando, cableado interior y conectado con el transformador / grupo electrógeno / SAI que lo alimenta.

2.6.2. Materiales

ARMARIO DE MEDIDA

En cada Centro de Transformación se instalará un armario para la medida fiscal de la energía eléctrica consumida.

La instalación de la medida de suministros de AT conectados a la red de Iberdrola cumplirá con cuantas normas se establezcan y regulen los aspectos de la medida. En concreto la siguiente legislación y normas le serán aplicables:

- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento de puntos de medida de los consumos y tránsitos de energía eléctrica.
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento de Puntos de Medida aprobadas por la orden de 12 de Abril de 1999.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Normas sobre las condiciones de los suministros de Energía eléctrica y la calidad de este servicio aprobadas por el Real Decreto 1075/86 del 2 de Mayo publicado en el BOE del 6 de Junio de 1986.
- Normas MT y NI indicadas en cada caso:
 - MT 2.00.03 Normativa Particular para Instalaciones de Clientes de AT.
 - Cumplirá con lo especificado en MT 2.80.14 Guía para instalación de medida en clientes y régimen especial de AT (hasta 132 kV).
- Procedimiento de Operación 10.1 (Condiciones de instalación de los puntos de medida) de la resolución del 12 de Febrero de 2004.
- Los Decretos, Reglamentos, Órdenes Ministeriales, Resoluciones, Procedimientos de Operación (P. O.), etc. que modifiquen o puntualicen el contenido de los citados.

Iberdrola tiene normalizados dos tipos de armarios de medida individual para clientes de AT (NI 42.73.01):

A) Armario de medida individual para clientes en AT sin equipo redundante que incluye los siguientes aparatos:

- Contadores registradores.
- Bloques de pruebas o regleteros borneros para verificación y cambio de aparatos de medida según la norma NI 76.84.01.
- Módem externo/interno obligatorio para los clientes Tipo 1 y 2, siendo opcional para los Tipo 3.

La puerta de dicho armario dispondrá de bisagras intercambiables para poder optar por su apertura a derecha o izquierda según las necesidades.

Sus dimensiones mínimas serán de 750x500x300 mm.

B) Armario de medida individual para clientes con medida principal y/o redundante que necesite un segundo equipo y que con el armario descrito en el apartado A) no disponga de espacio suficiente, podría utilizar un armario de idénticas características al anterior pero con dimensiones mínimas de 750x850x300. En este caso, el armario deberá permitir la instalación de todos los equipos, del EM principal y del redundante con sus correspondientes Bloques de bornas interrumpibles seriados para cada aparato.

Los armarios cumplirán con lo establecido en las normas UNE EN 60439-1 y 5 para:

- Material de la envolvente, panel dispositivos de ventilación, prensaestopas, cierres de orificios, etc. Serán de material aislante resistente al calor anormal y al fuego, a la categoría de inflamación y al envejecimiento.
- Grado de protección de la envolvente: IP 34D (tejadillo, ranura de ventilación) según norma UNE 20 324.

Las cajas dispondrán de dos aberturas para el paso de los cables, que se cerrarán mediante prensaestopas al objeto de cumplir siempre con el grado de protección exigido.

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- El cableado será interior (por detrás de la placa de montaje), de forma que no haya cables accesibles. Con esta medida eliminamos la tapa de metacrilato del armario.
- La placa de montaje de los contadores será abatible sobre bisagras y precintable.
- Los equipos de medida deberán estar situados a una altura respecto al suelo comprendida entre 0,7 y 1'8 metros.
- El armario dispondrá de una pletina de cobre para tierra conectada a la tierra de herrajes del centro a través de un cable de sección mínima de 35 mm². A esta pletina se unirán las pantallas de los cables de los circuitos secundarios de tensión e intensidad.

Para instalaciones de interior deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Estar fijado a la pared, al abrigo de choques y vibraciones evitando polvo, humedad, vapores y corrosión, etc.
- Disponer de un pasillo libre de 1 metro como mínimo frente al resto de los paneles que permita la lectura y verificación de los equipos de medida.

El precintado lo realiza Iberdrola en los siguientes elementos:

- Cajas intermedias empleadas en AT.
- Cubrebornas de transformadores de medida.
- Placa montaje de los EM.
- Tapa de conexiones de primarios en AT.
- Regletas o bloques de pruebas.
- Celda de Medida.
- Contador Registrador.

Los precintos llevarán en una cara el logotipo de Iberdrola y en la otra, el número de empleado (5 cifras del expediente) + 1 número de control.

No se violará ningún precinto sin previo aviso al propietario de éste.

Los registradores instalados en clientes de tipo 1 y 2 deberán poder ser tele-medidos desde el Concentrador Secundario de Iberdrola Distribución.

Para ello, los registradores deberán disponer de una de las siguientes opciones:

- Línea telefónica analógica fija + Módem analógico.
- Módem GSM que permita la transmisión de datos.

En el resto de clientes, la instalación de infraestructura de comunicaciones que permita la tele-medida será opcional.

Los contadores registradores serán acordes al RPM e ITC vigentes, según la clasificación de cada punto de medida.

El sistema de medida será de 4 hilos (con 3 transformadores de medida de tensión y 3 transformadores de medida de intensidad).

Los cables de interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el bloque de pruebas o bornes de verificación a instalar en el armario de medida, serán de una sección mínima de 6 mm^2 de tal forma que, para el caso de la interconexión de tensión la caída de tensión sea inferior al uno por mil, y en la de intensidad su carga sea inferior a 4 VA o que no pueda superar el 75% de la carga de precisión de los transformadores de intensidad (ambos criterios son válidos).

Los cables de interconexión entre los transformadores y el armario de medida serán apantallados, con la pantalla conectada a tierra en el extremo de los transformadores y en el extremo del armario se dejará aislada. Se recomienda que exista una tierra de acompañamiento de sección suficiente para el caso de cortocircuitos a tierra entre la ubicación de los t/i y el devanado primario del transformador de potencia, en este caso se conectará la pantalla a tierra en ambos extremos. Serán preferentemente del tipo manguera con dos conductores por fase, o con cables unipolares por fase. Se utilizarán seis (6) conductores para los circuitos de intensidad y seis (6) conductores, o cuatro (4)

conductores para los circuitos de tensión. La tensión de aislamiento de dichos cables de interconexión será de 0,6/1kV, serán ignífugos y se instalarán siempre bajo tubo rígido o flexible.

Conexión interior del armario de medida: 1 x 4 mm², clase 5, flexible para los circuitos de intensidad y tensión entre el bloque de pruebas y los contadores.

Todas las conexiones se realizarán mediante punteras pre-aisladas, no permitiéndose agrupar varios conductores en un mismo terminal.

La longitud de las punteras pre-aisladas será tal que permita la correcta conexión en el bloque de pruebas, en el equipo de medida y demás dispositivos tales como módems, etc.

En el caso de que el equipo de medida no permita la conexión mediante punteras pre-aisladas, los conductores que hayan de conectarse a los contadores, deberán estar pelados en una longitud de 20 mm.

Los conductores serán marcados convenientemente mediante anillas de plástico o cualquier otro método a fin de identificar correctamente cada uno de los circuitos según NI 76.84.01.

Deberán llevar en su interior una etiqueta adhesiva en la que de forma indeleble y claramente legible, figuren las indicaciones siguientes:

- Nombre o marca del fabricante.
- Referencia del modelo.
- Año de fabricación.

CUADRO DE SALIDA DE TRANSFORMADOR

En el Centro de Transformación se instalará un cuadro de baja tensión de 400 Vca (CBT) para poder abrir la salida del secundario del transformador desde la propia sala.

El cuadro consistirá en un único interruptor automático tetrapolar con mando manual, de bastidor abierto para calibres $\geq 630A$, de caja moldeada para calibres inferiores, poder de cierre (Icm) igual o superior a la Icc de pico fijada para el cuadro de baja tensión y en ejecución fija. Este interruptor se podrá operar de manera local (pulsadores en el frente del cuadro) y llevará contactos auxiliares para enclavamientos y señalización de estado y defecto remoto.

Características eléctricas

- Normativa: UNE EN 61439.
- Tensión de servicio: 400 Vca (3F+N+T).
- Tensión máxima: 440 Vca.
- Índice de protección ambiental: IP 42.
- Tensión nominal de aislamiento: 1000 V.
- Tensión soportada a frec. Industrial durante 1 min.: 3500 V.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Intensidad de Cortocircuito: 25 kA 1seg.
- Intensidad de cresta: 52.5 kA.

- Intensidad Nominal: según esquema unifilar.

Estos cuadros deberán ser capaces de soportar sin daño ni deformación permanente las solicitudes dinámicas y térmicas producidas por el paso de la intensidad nominal de cortocircuito durante 1 segundo.

Características constructivas:

Los cuadros y sus componentes simples estarán contruidos y proyectados de acuerdo con las siguientes normas y recomendaciones:

- UNE EN 61439.
- UNE EN 60947.

Los cuadros eléctricos estarán realizados en calderería especial, auto-soportados, montados sobre bastidores apoyados en el suelo y con acceso exclusivamente delantero. Las dimensiones máximas serán las siguientes:

- Longitud: 800 mm.
- Profundidad cuadro: 600 mm.
- Altura incluido bastidor de anclaje: 2200 mm.

La calderería especial estará constituida con chapa de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor pintada con pintura epoxi con secado al horno. El color será definido por la Dirección de obra.

Las entradas y salidas a cada cuadro se efectuarán por la parte inferior del mismo. Cada cuadro se diseñará de modo que sea totalmente accesible por la parte delantera para todas las operaciones de mantenimiento.

La parte frontal llevará marco fijo y puerta plena con cerradura de llave.

El grado de protección de la envolvente exterior no será inferior a IP42, IK10.

Tendrá una compartimentación 4b para asegurar la protección contra contactos en tareas de mantenimiento y operaciones en el interior del cuadro.

Enclavamientos mecánicos:

El seccionador incluirá un enclavamiento mediante llave con el interruptor de protección de salida al transformador, de manera que para cerrar el interruptor de MT se necesite la llave liberada con el seccionador de BT abierto.

Puesta a tierra:

Cada cuadro llevará una barra independiente para puesta a tierra que se conectará a la red general de tierras.

Certificados:

El fabricante de los cuadros deberá presentar certificados garantizando la validez y cumplimiento del material frente a las solicitudes eléctricas de cortocircuito, calentamiento, propiedades dieléctricas, selectividades etc.

Esquemas eléctricos:

Ver diagramas unifilares en el capítulo de planos.

Los esquemas eléctricos as-built de cada cuadro se depositarán detrás de la puerta en una bandeja dispuesta para tal fin.

CUADRO GENERAL DE BAJA TENSION

Los cuadros tendrán una configuración de barra partida con dos acometidas desde la salida del transformador y del grupo electrógeno, unidas por un seccionador de acoplamiento.

La posición normal de operación de los interruptores será la siguiente: acometida desde transformador cerrado, acometida desde grupo electrógeno abierto y acoplamiento entre embarrados cerrado.

Características constructivas:

Los cuadros y sus componentes simples estarán contruidos y proyectados de acuerdo con las siguientes normas y recomendaciones:

- UNE EN 61439.
- UNE EN 60947.

Los cuadros eléctricos estarán realizados en calderería especial, auto-soportados, montados sobre bastidores apoyados en el suelo y con acceso exclusivamente delantero.

La calderería especial estará constituida con chapa de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor pintada con pintura epoxi con secado al horno. El color será definido por la Dirección de obra.

La construcción será funcional, formado por conjuntos de aparamenta que comprendan todos los elementos mecánicos como eléctricos que contribuyan a la ejecución de una sola función.

Cada cuadro quedará compartimentado de forma que cada panel esté constituido por dos zonas diferenciadas:

- Una albergará los interruptores automáticos, los cuales, se colocarán sobre perfiles de forma que su frente quede en un mismo plano geométrico.
- La otra incorporará los regleteros con las bornas de salida para conectar los cables de potencia y los de control.

Tendrá una compartimentación 4b para asegurar la protección contra contactos en tareas de mantenimiento y operaciones en el interior del cuadro.

Toda la aparamenta sobre la cual se deba actuar estará ubicada en guías o carriles tipo DIN, accesibles desde el frente de los cuadros. Los espacios entre aparamenta irán tapados con placas atornilladas de protección que eviten contactos directos con

elementos en tensión. Los elementos de medida tales como analizadores de redes, voltímetros y amperímetros así como pilotos de señalización etc. quedarán visibles desde el exterior sin necesidad de abrir las puertas.

Se dejará un espacio libre en el cuadro de al menos un 25% para reservas. Así mismo, las canaletas de cables interiores estarán dimensionadas para todo el cableado interior más un 25% de reserva.

Las entradas y salidas de cables a cada cuadro se efectuarán por la parte inferior del mismo. Cada cuadro se diseñará de modo que sea totalmente accesible por la parte delantera para todas las operaciones de mantenimiento. La parte frontal llevará marco fijo y puerta plena con cerradura de llave.

La conexión de todos los cables de salida se realizará en bornes de interconexión en la parte baja del cuadro, no admitiéndose la conexión directa a los equipos de protección. En aquellos que por su sección y/o número de cables no se pueda realizar, se colocarán pletinas de conexión unidas rígidamente al equipo que alimenta. Las bornas de conexión colocadas para la conexión de los cables de campo se definirán de tamaño adecuado al cable que reciban. No se permitirá la reducción de la sección del cable en el punto de interconexión. Las bornas se situarán en la parte baja del cuadro con suficiente espacio para su correcta manipulación con seguridad y comodidad. La colocación de los borneros en otra posición deberá ser debidamente justificada.

Los embarrados de los cuadros se pintarán con diferentes colores por fase (marrón para la fase R, negro para la fase S, gris para la fase T y azul para el neutro). No se admitirán embarrados forrados con termoretráctil de colores para diferenciar las fases. Los embarrados y todas las partes activas estarán debidamente protegidas con metacrilatos de tal forma que durante las labores de mantenimiento (conexión de equipos, cambio de equipos averiados, etc.) no sean accesibles evitando los contactos accidentales.

Todos los accesorios de plástico serán de material auto-extinguible a 960°C según normas CEI-695.2.1 y clase VO (UL94).

Cada columna incluirá una resistencia de calefacción y una toma de corriente tipo schucko de 230 V/ 16 A en su interior. Los cubículos de acometida y acoplamiento dispondrán de alumbrado interior.

Las barras del neutro serán de la misma sección que las fases.

Dispondrá de una pletina independiente de puesta a tierra longitudinalmente a lo largo de todo el cuadro y en las verticales.

Estos cuadros deberán ser capaces de soportar sin daño ni deformación permanente las solicitudes dinámicas y térmicas producidas por el paso de la intensidad nominal de cortocircuito durante 1 segundo.

El número de interruptores por cuadro, así como las intensidades nominales de cada uno de ellos figurarán en los esquemas eléctricos incluidos en el capítulo de planos.

- Tensión de aislamiento del cuadro: 1000 V.
- Tensión de aislamiento de la aparamenta: 690 V.
- Tensión de Servicio: 400 V.

- Frecuencia: 50 Hz.
- Sistema eléctrico: 3F+N+T.
- Entrada/salida cables: Inferior.
- Temperatura ambiente máxima (durante 2h): 50 °C.
- Intensidad de Cortocircuito: 25 kA 1seg.
- Intensidad de cresta: 52.5 kA.
- Intensidad Nominal (CGBT Norte / CGBT Sur): 1250 A.
- Embarrado General (CGBT Norte / CGBT Sur): 60x12 mm.
- Embarrado General Neutro (CGBT Norte / CGBT Sur): 40x10 mm.
- Embarrado de derivación (CGBT Norte / CGBT Sur): 60x10mm.
- Embarrado de derivación Neutro (CGBT Norte / CGBT Sur): 30x10 mm.
- Barra de Tierra General / Derivaciones: 30x5 / 20x5 mm.
- Ejecución: Extraíble/Fija.
- Acceso: Frontal y Trasero.
- Grado de protección (externo) / Puertas abiertas: IP-42 / IP-20.
- Compartimentación: 4B.
- Espesor de Pintura: 60 μ.
- Color de Pintura: RAL-7035.
- Materiales Embarrados: Cobre electrolítico.
- Funda Embarrado / Uniones: SI / NO.
- Soportes de Barras: Aislador.
- Plateado Barras / Uniones: NO / SI.
- Tipo de cable control / tensión / Intensidad: H07Z-K.
- Tipo de cable fuerza: RZ1-K.
- Sección mínima de cables:
 - Fuerza: 4 mm² (Negro).
 - Secundario intensidad: 2,5 mm² (Negro).
 - Control: 1.5 mm² (Gris).
- Placas indicadoras: Material / Fijación: PVC/ Remaches.
- Sinóptico: Material / Fijación: PVC/ Adhesivo.
- Resistencias Anticondensación: 100 W/Celda.

Aparellaje:

En cada acometida al cuadro se dispondrá de la medida integrada en el propio interruptor automático que proporcionará la siguiente información: mínima tensión, intensidad, factor de potencia, frecuencia, potencia activa, reactiva, energía consumida, sí como parámetros de funcionamiento, disparos, causas, etc. Dichos equipos comunicarán mediante protocolo MODBUS y serán conectados al Sistema de Control. Además, en cada acometida, también se incluirá un relé de presencia de tensión (27) que proporcionara una señal digital de mínima tensión que será cableada al Sistema de Control. Dicho relé también será comunicable mediante protocolo MODBUS.

Se emplearan los siguientes tipos de interruptores:

- Del tipo bastidor abierto para intensidades asignadas superiores a 800 A y serán motorizados los interruptores de acometida y acoplamiento y alimentación a embarrados interiores.
- Del tipo caja moldeada para salidas a sub-embarrados de distribución de interior.

- Del tipo modular de carril para los circuitos de salidas, con objeto de garantizar en todo momento una $I_{cs} > 20 \text{ kA}$.
- Mando motorizado para la salida de cuadros esenciales.

Los interruptores de las acometidas se podrán operar tanto de manera local (pulsadores en el frente del cuadro) como en remoto (contactos recibidos desde el sistema de control) y llevará contactos auxiliares para enclavamientos y señalización de estado y defecto remoto. Se le asociarán los bloques correspondientes de relés directos electrónicos para protección magnética y térmica que posibilite un ajuste del térmico entre $0,4-1 \times I_n$.

La selectividad será total entre los interruptores de salidas, los de distribución interior y los de acometida, hasta el valor de I_{cc} indicado.

Las salidas que dispongan de protección diferencial estarán equipadas de interruptores magnetotérmicos con bloque diferencial adaptable y de sensibilidad 300 mA. Los correspondientes a los circuitos de salida de alumbrado permanente y de alimentación a SAI además serán del tipo superinmunizado (SI).

Las características de todos los interruptores, calibres, ensayos, etc. deberán estar de acuerdo con la norma EN 60898.

Todos los indicadores luminosos serán de tipo LED (230 Vca) de bajo consumo.

Cableado interior:

El cableado se realizará con cable flexible (Clase 5) de Cu, de los siguientes tipos:

- Cableado de fuerza del cuadro de 400 Vca: aislamiento 750 V, tensión de prueba 2.500V.
- Cableado de control, tensiones de 230 Vca: aislamiento 750 V, tensión de prueba 2.500 V.

El cableado de los cuadros cumplirá las siguientes características:

- Ensayos de comportamiento al fuego.
- No propagador de la llama.
- No propagador del incendio.
- Emisión de humos.
- Nula emisión de halógenos.
- Sin emisión de gases tóxicos.
- Sin emisión de gases corrosivos.
- Sin desprendimiento de humos opacos.

Identificaciones en cuadros:

En la parte superior de los cuadros se pondrá un letrero de plástico con letras grabadas con el nombre del mismo.

Así mismo, todos los cubículos de salida irán identificados con el código de la carga correspondiente y una descripción en texto.

Todos los aparatos, bien en el frente o en el interior del cuadro irán identificados mediante placas de aluminio negro de 0,5 mm de grueso, grabados en blanco o formica fondo blanco letras negras.

Los cables se fijarán en la entrada del cuadro para evitar transmitir movimientos y tensiones mecánicas a las bornas y se identificarán a la llegada al mismo en la cabeza del cable, que se protegerá con una funda termoretráctil, donde se identificará y en cada vena por medio de un ferrul.

Control y mando:

Los circuitos de mando, control y auxiliares (alumbrado y tomas de corriente interiores, resistencias de calefacción, etc.) de los cuadros serán alimentados desde sub-embarrados dedicados instalados en el mismo cuadro. Se dispondrán de forma independiente 3 sub-embarrados distintos por cada embarrado general de potencia del cuadro:

- Sub-embarrado auxiliar de mando y protección.
- Sub-embarrado auxiliar de señalización.
- Sub-embarrado de auxiliares.

Los tres sub-embarrados se alimentarán desde un cuadro de distribución de SAI externo a 230 Vca, mediante dos acometidas, una por cada embarrado general del cuadro. En cada acometida desde SAI se instalará un seccionador en carga y en la distribución a cada uno de los 3 sub-embarrados se dispondrán interruptores automáticos para poder aislar cada sub-embarrado por separado en caso de mantenimiento.

El mando de cada cuadro se realizará normalmente de forma remota a través del equipo de telemando del sistema de Control, encontrándose la maneta local/remoto en la posición de remoto.

La operación local de cada uno de los cuadros se realizará, con dicha maneta en posición local, desde los mandos dispuestos en el frente de los propios cuadros.

Cubículo de centralización de bornas:

Todas las bornas con las señales de entrada/salida digitales y comunicaciones que se intercambian con el sistema de control estarán centralizadas en un cubículo en la columna de acometida correspondiente de cada sub-embarrado.

Puesta a tierra:

Cada cuadro llevará una barra independiente para puesta a tierra que se conectará a la red general de tierras en dos puntos.

Certificados:

El fabricante de los cuadros deberá presentar certificados garantizando la validez y cumplimiento del material frente a las solicitudes eléctricas de cortocircuito, calentamiento, propiedades dieléctricas, etc.

Así mismo, el fabricante entregará junto con la documentación propia del suministro un ajuste recomendado de todas las protecciones para garantizar las selectividades.

Esquemas eléctricos:

Ver diagramas unifilares en el capítulo de planos.

Los esquemas eléctricos as-built de cada cuadro se depositarán detrás de la puerta en una bandeja dispuesta para tal fin.

CUADRO DE CONTROL DE MOTORES

En los cuadros de control de motores contemplados para el túnel de Urdinbide además de tener en cuenta su adquisición, se prevé su traslado desde almacén, colocación, instalación, conexión y puesta en marcha. No obstante, por si hiciera falta, se incluyen también las pequeñas modificaciones necesarias para su adaptación a los esquemas de proyecto.

Los CMMs acopiados para el túnel de Urdinbide son dos cuadros para 10 y 7 motores respectivamente de CONSONNI.

Los cuadros tendrán una configuración de barra simple, con una acometida desde el embarrado de grupo electrógeno.

Características constructivas:

Los cuadros y sus componentes simples estarán contruidos y proyectados de acuerdo con las siguientes normas y recomendaciones:

- UNE EN 61439.
- UNE EN 60947.

Los cuadros eléctricos estarán realizados en calderería especial, auto-soportados, montados sobre bastidores apoyados en el suelo y con acceso exclusivamente delantero.

La calderería especial estará constituida con chapa de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor pintada con pintura epoxi con secado al horno. El color será definido por la Dirección de obra.

La construcción será funcional, formado por conjuntos de aparamenta que comprendan todos los elementos mecánicos como eléctricos que contribuyan a la ejecución de una sola función.

Cada cuadro quedará compartimentado de forma que cada panel esté constituido por dos zonas diferenciadas:

- Una albergará los interruptores automáticos, los cuales, se colocarán sobre perfiles de forma que su frente quede en un mismo plano geométrico.
- La otra incorporará los regleteros con las bornas de salida para conectar los cables de potencia y los de control.

Tendrá una compartimentación 4b para asegurar la protección contra contactos en tareas de mantenimiento y operaciones en el interior del cuadro.

Toda la aparamenta sobre la cual se deba actuar estará ubicada en guías o carriles tipo DIN, accesibles desde el frente de los cuadros. Los espacios entre aparamenta irán tapados con placas atornilladas de protección que eviten contactos directos con

elementos en tensión. Los elementos de medida tales como analizadores de redes, voltímetros y amperímetros así como pilotos de señalización etc. quedarán visibles desde el exterior sin necesidad de abrir las puertas.

Se dejará un espacio libre en el cuadro de al menos un 25% para reservas. Así mismo, las canaletas de cables interiores estarán dimensionadas para todo el cableado interior más un 25% de reserva.

Las entradas y salidas de cables a cada cuadro se efectuarán por la parte inferior del mismo. Cada cuadro se diseñará de modo que sea totalmente accesible por la parte delantera para todas las operaciones de mantenimiento. La parte frontal llevará marco fijo y puerta plena con cerradura de llave.

La conexión de todos los cables de salida se realizará en bornes de interconexión en la parte baja del cuadro, no admitiéndose la conexión directa a los equipos de protección. En aquellos que por su sección y/o número de cables no se pueda realizar, se colocarán pletinas de conexión unidas rígidamente al equipo que alimenta. Las bornas de conexión colocadas para la conexión de los cables de campo se definirán de tamaño adecuado al cable que reciban. No se permitirá la reducción de la sección del cable en el punto de interconexión. Las bornas se situarán en la parte baja del cuadro con suficiente espacio para su correcta manipulación con seguridad y comodidad. La colocación de los borneros en otra posición deberá ser debidamente justificada.

Los embarrados de los cuadros se pintarán con diferentes colores por fase (marrón para la fase R, negro para la fase S, gris para la fase T y azul para el neutro). No se admitirán embarrados forrados con termoretráctil de colores para diferenciar las fases. Los embarrados y todas las partes activas estarán debidamente protegidas con metacrilatos de tal forma que durante las labores de mantenimiento (conexión de equipos, cambio de equipos averiados, etc.) no sean accesibles evitando los contactos accidentales.

Todos los accesorios de plástico serán de material auto-extinguible a 960°C según normas CEI-695.2.1 y clase VO (UL94).

Cada columna incluirá una resistencia de calefacción y una toma de corriente tipo schucko de 230 V / 16 A en su interior. Los cubículos de acometida y acoplamiento dispondrán de alumbrado interior.

Las barras del neutro serán de la misma sección que las fases.

Dispondrá de una pletina independiente de puesta a tierra longitudinalmente a lo largo de todo el cuadro y en las verticales.

Estos cuadros deberán ser capaces de soportar sin daño ni deformación permanente las solicitudes dinámicas y térmicas producidas por el paso de la intensidad nominal de cortocircuito durante 1 segundo.

El número de interruptores por cuadro, así como las intensidades nominales de cada uno de ellos figurarán en los esquemas eléctricos incluidos en el capítulo de planos.

- Tensión de aislamiento del cuadro: 1000 V.
- Tensión de aislamiento de la aparamenta: 690 V.
- Tensión de Servicio: 400 V.

- Frecuencia: 50 Hz.
- Sistema eléctrico: 3F+N+T.
- Entrada/salida cables: Inferior.
- Temperatura ambiente máxima (durante 2h): 50 °C.
- Intensidad de Cortocircuito: 25 kA 1seg.
- Intensidad de cresta: 52.5 kA.
- Intensidad Nominal (CGBT Norte / CGBT Sur) 1250A.
- Embarrado General (CCM Norte / CCM Sur) 50x10 mm.
- Embarrado General Neutro (CCM Norte / CCM Sur) 40x5 mm.
- Embarrado de derivación (CCM Norte / CCM Sur) 2x25x5 mm.
- Embarrado de derivación Neutro (CCM Norte / CCM Sur) 25x5 mm.
- Barra de Tierra General / Derivaciones: 30x5 / 20x5 mm.
- Ejecución: Extraíble/Fija.
- Acceso: Frontal y Trasero.
- Grado de protección (externo) / Puertas abiertas: IP-42 / IP-20.
- Compartimentación: 4B.
- Espesor de Pintura: 60 μ .
- Color de Pintura: RAL-7035.
- Materiales Embarrados: Cobre electrolítico.
- Funda Embarrado / Uniones: SI / NO.
- Soportes de Barras: Aislador.
- Plateado Barras / Uniones: NO / SI.
- Tipo de cable control / tensión / Intensidad: H07Z-K.
- Tipo de cable fuerza: RZ1-K.
- Sección mínima de cables:
 - Fuerza: 4 mm² (Negro)
 - Secundario intensidad: 2,5 mm² (Negro)
 - Control: 1.5 mm² (Gris)
- Placas indicadoras: Material / Fijación: PVC/ Remaches.
- Sinóptico: Material / Fijación: PVC/ Adhesivo.
- Resistencias Anticondensación: 100 W/Celda Aparellaje.

En cada acometida al cuadro se dispondrá de la medida integrada en el propio interruptor automático que proporcionará la siguiente información: mínima tensión, intensidad, factor de potencia, frecuencia, potencia activa, reactiva, energía consumida, así como parámetros de funcionamiento, disparos, causas, etc. Dichos equipos comunicarán mediante protocolo MODBUS y serán conectados al Sistema de Control. Además, en cada acometida, también se incluirá un relé de presencia de tensión (27) que proporcionara una señal digital de mínima tensión que será cableada al Sistema de Control. Dicho relé también será comunicable mediante protocolo MODBUS.

Se emplearán los siguientes tipos de interruptores:

- Del tipo de bastidor abierto para intensidades asignadas superiores a 800A.
- Del tipo caja moldeada para intensidades inferiores a 800A.

Los interruptores de bastidor abierto serán en ejecución extraíble y podrán asumir las siguientes posiciones respecto a la parte fija asociada:

- Posición insertado.
- Posición seccionado en prueba.
- Posición seccionado completo.
- Posición extraído (fuera de la celda).

En la posición de seccionado en prueba, el interruptor estará conectado al cableado de control. Los interruptores de las acometidas se podrán operar tanto de manera local (pulsadores en el frente del cuadro) como en remoto (contactos recibidos desde el sistema de control) y llevara contactos auxiliares para enclavamientos y señalización de estado y defecto remoto. Se le asociaran los relés directos electrónicos para protección magnética y térmica que posibilite un ajuste del térmico entre $0,4-1 \times I_n$ y desplazar la curva para evitar disparos en los arranques de los motores.

Las salidas irán dotadas con interruptores automáticos de protección y relés diferenciales (64) regulables en sensibilidad (0,3 A-10 A) y en tiempo (0-10 seg).

Los arrancadores de los motores de los ventiladores serán del tipo directo, con interruptor de protección magnética, dos contactores para los dos sentidos de giro, relé térmico independiente y protección diferencial (64) regulables en sensibilidad (0,3A-10A) y en tiempo (0-10 seg).

La selectividad será total entre los interruptores de salidas y el de acometida, hasta el valor de I_{cc} indicado. Todos los indicadores luminosos del cuadro serán de tipo LED (230 Vca) de bajo consumo.

Cableado interior:

El cableado se realizará con cable flexible (Clase 5) de Cu, de los siguientes tipos:

- Cableado de fuerza del cuadro de 400Vca: aislamiento 750V, tensión de prueba 2.500V.
- Cableado de control, tensiones de 230Vca: aislamiento 750V, tensión de prueba 2.500V.

El cableado de los cuadros cumplirá las siguientes características:

- Ensayos de comportamiento al fuego.
- No propagador de la llama.
- No propagador del incendio.
- Emisión de humos.
- Nula emisión de halógenos.
- Sin emisión de gases tóxicos
- Sin emisión de gases corrosivos.
- Sin desprendimiento de humos opacos.

Identificaciones en cuadros:

En la parte superior de los cuadros se pondrá un letrero de plástico con letras grabadas con el nombre del mismo.

Así mismo, todos los cubículos de salida irán identificados con el código de la carga correspondiente y una descripción en texto. Todos los aparatos, bien en el frente o en el

interior del cuadro irán identificados mediante placas de aluminio negro de 0,5 mm de grueso, grabados en blanco o formica fondo blanco letras negras. Los cables se fijarán en la entrada del cuadro para evitar transmitir movimientos y tensiones mecánicas a las bornas y se identificarán a la llegada al mismo en la cabeza del cable, que se protegerá con una funda termoretráctil, donde se identificará y en cada vena por medio de un ferrul.

Control y mando:

Los circuitos de mando, control y auxiliares (alumbrado y tomas de corriente interiores, resistencias de calefacción, etc.) de los CCM's serán alimentados desde sub-embarrados dedicados instalados en el mismo cuadro. Se dispondrán de forma independiente 3 sub-embarrados distintos por cada embarrado general de potencia del CCM:

- Sub-embarrado auxiliar de mando y protección.
- Sub-embarrado auxiliar de señalización.
- Sub-embarrado de auxiliares.

El mando de cada cuadro se realizará normalmente de forma remota a través del equipo de telemando del sistema de Control, encontrándose la maneta local/remoto en la posición de remoto.

La operación local de cada uno de los cuadros se realizará, con dicha maneta en posición local, desde los mandos dispuestos en el frente de los propios cuadros.

Cubículo de centralización de bornas:

Todas las bornas con las señales de entrada/salida digitales y comunicaciones que se intercambian con el sistema de control estarán centralizadas en un cubículo en la columna de acometida correspondiente de cada sub-embarrado.

Puesta a tierra:

Cada cuadro llevará una barra independiente para puesta a tierra que se conectará a la red general de tierras en dos puntos.

Certificados:

El fabricante de los cuadros deberá presentar certificados garantizando la validez y cumplimiento del material frente a las solicitudes eléctricas de cortocircuito, calentamiento, propiedades dieléctricas, etc.

Así mismo, el fabricante entregará junto con la documentación propia del suministro un ajuste recomendado de todas las protecciones para garantizar las selectividades.

Esquemas eléctricos:

Ver diagramas unifilares en el capítulo de planos.

Los esquemas eléctricos as-built de cada cuadro se depositarán detrás de la puerta en una bandeja dispuesta para tal fin.

ARRANCADOR SUAVE

Arrancador suave para el control de la aceleración y deceleración de los ventiladores de 45 kW.

- Tensión nominal de aislamiento U_i 690 V.
- Tensión nominal de empleo U_e 208... 690 V.
- Capacidad de arranque a intensidad nominal máxima I_r 3 x I_r dur. 15 seg.
- Número de arranques / hora 30.
- Capacidad de sobrecarga, Clase de sobrecarga 10.
- Factor de servicio 115 %.
- Temperatura ambiente:
 - Funcionamiento 0... +50° C.
 - Almacenaje -25... +70°C.
- Altitudes:
 - Altitud máxima 4000 m.
- Grado de protección:
 - Circuito principal IP10, IP00.
 - Circuito de alimentación y mando IP20.
- Circuito principal:
 - Contactor de by-pass integrado No.
- Sist. de refriger. con ventiladores (controlado por un termostato) Si.
- Circuito de alimentación y mando, Amplio rango de tensión 100... 250 V 50/60 Hz +10 %/-15 %.
- HMI para ajustes (Interface máquina hombre):
 - Display 20 segmentos Si.
 - Teclado con 2 teclas de selección y dos teclas para navegar Si.
 - Texto claro en 10 idiomas Si.
- Relés de señalización:
 - Número de relés de señalización programables) 3.
 - K4 – Por defec. señala funcionamiento Si.
 - K5 – Por defecto señala by-pass Si.
 - K6 – Por defecto señala eventos Si.
 - Tensión nominal de empleo U_e 250 V.
 - Intensidad nominal térmica I_{th} 5 A.
 - Intensidad nominal de empleo I_e en AC-15 ($U_e = 250$ V) 1.5 A.
- Circ. de control / entr. de hardware:
 - Internas 24 V DC (10 mA cerrado) Si.
 - Entradas inicio/paro Si.
 - Dos entradas programables extras Si.
- LED's de señalización:
 - Alimentación On - Verde Si.
 - Fallo - Rojo Si.
 - Protección - Amarillo Si.
- Protecciones:
 - Relé de sobrecarga electrónico Si.
 - Clases de disparo seleccionables Si.
 - Rampa doble (func. de sobrecarga sep. para arranque y func. normal) Si.
 - Conexión PTC Si.

- Protección contra rotor bloqueado Si.
- Protección contra subcarga Si.
- Desequilibrio de fases Si.
- Sobreintensidad ($8 \times I_e$) Si.
- Protec. contra inversión de fases Si.
- Avisos (antes de que ocurra el fallo):
 - Sobreintensidad Si.
 - Subintensidad (subcarga) Si.
 - Disparo por sobrecarga Si.
 - Sobretemp. de tiristores (SCR) Si.
- Arranque de varios motores:
 - Posibilidad de ajuste y arranque de tres motores diferentes Si.
- Conexión a bus de campo:
 - Por MODBUS

CUADROS SECUNDARIOS DE ALUMBRADO Y FUERZA

Los cuadros secundarios de alumbrado y fuerza tendrán una configuración de simple barra con una acometida desde el cuadro de cabecera correspondiente.

Características eléctricas:

- Normativa: UNE EN 61439.
- Tensión de Servicio: 400 Vca (3F+N+T).
- Tensión máxima: 440 Vca.
- Tensión auxiliar (alumbrado, caldeo y ventilación): 230 Vca.
- Tensión auxiliar (mando): 230 Vca.
- Índice de protección ambiental: IP 42 para armarios de interior: IP 55 para armarios de exterior.
- Tensión nominal de aislamiento: 1000 V.
- Tensión soportada a frec. Industrial durante 1 min.: 2500 V.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Intensidad nominal en servicio permanente: según esquemas unifilares.
- Intensidad nominal mínima corta duración (1 seg) asignada: 25 kA (CMA, CSA, CSE) / 10 kA (AFA, APL).
- Poder de corte en servicio de interruptores (I_{cs}): 25 kA (CMA, CSA, CSE) / 10 kA (AFA, APL).

Estos cuadros deberán ser capaces de soportar sin daño ni deformación permanente las solicitudes dinámicas y térmicas producidas por el paso de la intensidad nominal de cortocircuito durante 1 segundo.

El número de interruptores por cuadro, así como las intensidades nominales de cada uno de ellos figurarán en las tablas incluidas en el Anexo 4 de “Cálculos justificativos”.

Características constructivas:

Los cuadros y sus componentes simples estarán contruidos y proyectados de acuerdo con las siguientes normas y recomendaciones:

- UNE EM 610439.

- UNE EN 60947.

Los cuadros eléctricos estarán realizados en calderería especial, auto-soportados, montados sobre bastidores apoyados en el suelo y con acceso exclusivamente delantero.

La calderería especial estará constituida con chapa de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor pintada con pintura epoxi con secado al horno. El color será definido por la Dirección de obra.

La construcción será funcional, formado por conjuntos de apartamentada que comprendan todos los elementos mecánicos como eléctricos que contribuyan a la ejecución de una sola función.

Cada cuadro quedará compartimentado de forma que cada panel esté constituido por dos zonas diferenciadas:

- Una albergará los interruptores automáticos, los cuales, se colocarán sobre perfiles de forma que su frente quede en un mismo plano geométrico.
- La otra incorporará los regleteros con las bornas de salida para conectar los cables de potencia y los de control.

Toda la apartamentada sobre la cual se deba actuar estará ubicada en guías o carriles tipo DIN, accesibles desde el frente de los cuadros. Los espacios entre apartamentada irán tapados con placas atornilladas de protección que eviten contactos directos con elementos en tensión. Los elementos de medida tales como analizadores de redes, voltímetros y amperímetros así como pilotos de señalización etc quedarán visibles desde el exterior sin necesidad de abrir las puertas.

Se dejará un espacio libre en el cuadro de al menos un 25% para reservas. Así mismo, las canaletas de cables interiores estarán dimensionadas para todo el cableado interior más un 25% de reserva.

Las entradas y salidas de cables a cada cuadro se efectuarán por la parte inferior del mismo. Cada cuadro se diseñará de modo que sea totalmente accesible por la parte delantera para todas las operaciones de mantenimiento. La parte frontal llevará marco fijo y puerta plena con cerradura de llave.

La conexión de todos los cables de salida se realizará en bornes de interconexión en la parte baja del cuadro, no admitiéndose la conexión directa a los equipos de protección. En aquellos que por su sección y/o número de cables no se pueda realizar, se colocarán pletinas de conexión unidas rígidamente al equipo que alimenta. Las bornas de conexión colocadas para la conexión de los cables de campo se definirán de tamaño adecuado al cable que reciban. No se permitirá la reducción de la sección del cable en el punto de interconexión. Las bornas se situarán en la parte baja del cuadro con suficiente espacio para su correcta manipulación con seguridad y comodidad. La colocación de los borneros en otra posición deberá ser debidamente justificada.

Los embarrados de los cuadros se pintarán con diferentes colores por fase (marrón para la fase R, negro para la fase S, gris para la fase T y azul para el neutro). No se admitirán embarrados forrados con termoretráctil de colores para diferenciar las fases. Los embarrados y todas las partes activas estarán debidamente protegidas con metacrilatos

de tal forma que durante las labores de mantenimiento (conexión de equipos, cambio de equipos averiados, etc.) no sean accesibles evitando los contactos accidentales.

Todos los accesorios de plástico serán de material auto-extinguible a 960°C según normas CEI-695.2.1 y clase VO (UL94).

Las barras del neutro serán de la misma sección que las fases.

Dispondrá de una pletina independiente de puesta a tierra longitudinalmente a lo largo de todo el cuadro y en las verticales.

Aparellaje:

La acometida estará equipada con un interruptor tetrapolar con mando eléctrico en el Cuadro de Servicios Esenciales (CSE), en ejecución fija.

Este interruptor se podrá operar tanto de manera local (pulsadores en el frente del cuadro) como en remoto (contactos recibidos desde el sistema de control) y llevará contactos auxiliares para enclavamientos y señalización de estado y defecto remoto. Se le asociaran bloque de relés standard, para protección magnética y térmica que proporcione una selectividad total con relación al resto de interruptores de protección de sub-embarrados y cuadros secundarios alimentados desde este cuadro.

Se dejará espacio en el cuadro para posibles futuras motorizaciones de interruptores de otros servicios.

Las salidas irán dotadas con interruptores automáticos modulares de protección.

La selectividad será total entre los interruptores de salidas y el de acometida, hasta 10 kA.

Las características de todos los interruptores, calibres, ensayos, etc. deberán estar de acuerdo con la norma EN 60898.

Todos los indicadores luminosos serán de tipo LED (230 Vca) de bajo consumo.

Para los cuadros de mando de alumbrado del presente artículo se atenderá a lo especificado en el artículo correspondiente a Centros de Mando de Alumbrado del presente pliego en lo relativo al aparellaje, reductor de flujo, etc.

Cableado interior:

El cableado se realizará con cable flexible (Clase 5) de Cu, de los siguientes tipos:

- Cableado de fuerza del cuadro de 400 Vca: aislamiento 750 V, tensión de prueba 2.500 V.
- Cableado de control, tensiones de 230 Vca: aislamiento 750 V, tensión de prueba 2.500 V.

El cableado de los cuadros cumplirá las siguientes características:

- Ensayos de comportamiento al fuego.
- No propagador de la llama.
- No propagador del incendio.

- Emisión de humos.
- Nula emisión de halógenos.
- Sin emisión de gases tóxicos.
- Sin emisión de gases corrosivos.
- Sin desprendimiento de humos opacos.

Identificaciones en cuadros:

En la parte superior de los cuadros se pondrá un letrero de plástico con letras grabadas con el nombre del mismo.

Todos los aparatos, bien en el frente o en el interior del cuadro irán identificados mediante placas de aluminio negro de 0,5 mm de grueso, grabados en blanco o formica fondo blanco letras negras.

Los cables se fijarán en la entrada del cuadro para evitar transmitir movimientos y tensiones mecánicas a las bornas y se identificarán a la llegada al mismo en la cabeza del cable, que se protegerá con una funda termoretráctil, donde se identificará y en cada vena por medio de un ferrul.

Control y mando:

Los circuitos de mando y control de los cuadros serán alimentados desde un respectivo transformador de aislamiento 230/230 Vca, instalado en el mismo cuadro.

Cada cuadro incorporará en su interruptor de acometida una maneta local/remoto para seleccionar el modo de operación de cada uno de los cuadros.

La operación local de cada uno de los cuadros se realizará, con dicha maneta en posición local, desde los mandos dispuestos en el frente de los propios cuadros.

Puesta a tierra:

Cada cuadro llevará una barra independiente para puesta a tierra que se conectará a la red general de tierras en dos puntos.

Certificados:

El fabricante de los cuadros deberá presentar certificados garantizando la validez y cumplimiento del material frente a las solicitudes eléctricas de cortocircuito, calentamiento, propiedades dieléctricas, selectividades etc.

Esquemas eléctricos:

Ver diagramas unifilares en el capítulo de planos.

Los esquemas eléctricos as-built de cada cuadro se depositarán detrás de la puerta en una bandeja dispuesta para tal fin.

ADECUACIÓN DE CUADRO EXISTENTE EN BOMBEO KATIA

La adecuación del cuadro existente en el bombeo Katia comprende el suministro e instalación de las protecciones y cableado necesarios para el suministro eléctrico a los nuevos equipos (SAT y UPD) que deben alimentarse desde dicho cuadro.

Incluye todos los accesorios de montaje, transporte, descarga, instalación en campo y supervisión de puesta en marcha.

2.6.3. Ejecución de las obras

Los cuadros de distribución se colocarán en el lugar indicado en los planos. La colocación en lugar distinto al indicado deberá ser aprobada por el Director de Obra. El instalador deberá en este caso, realizar los planos de montaje necesarios donde se indiquen en detalle las modificaciones requeridas de diseño. El conjunto de las nuevas instalaciones deberán ser aprobadas por el Director de Obra.

La colocación de los cuadros se coordinará tanto a nivel de proyecto como de construcción y montaje con el proyectista de la envolvente de los equipos.

Los cuadros de baja tensión serán montados sobre bastidores, de modo que queden realizados del suelo.

Los cuadros vendrán equipados con su aparellaje, de fábrica o del taller del instalador. Tanto los materiales como su montaje e instalación cumplirán con la normativa vigente.

El transporte y colocación de los cuadros o celdas se hará con elementos de transporte útiles adecuados como carretilla de horquillas o dispositivos de elevación. Los cuadros, durante los trabajos de colocación, serán arrastrados sobre el suelo lo menos posible y en caso de hacerlo, se asegurará que los mismos no sufren deterioro alguno. Se seguirán las recomendaciones del fabricante.

El nivelado de los cuadros será total a fin de que todos los elementos móviles puedan ser operados con facilidad.

La barra de puesta a tierra se conectará a lo largo de todos los cuadros y a la misma deberán conectarse todas las envolventes de los elementos metálicos que tengan acceso directo. En los extremos de la barra, se conectará el cable principal de tierra, con elementos apropiados de conexión.

Especial precaución deberá tenerse en la secuencia de fases y en el marcado de los cables.

El CONTRATISTA deberá cuidar y responsabilizarse de que por parte del personal que realiza los trabajos, se cumplan la normativa vigente de Seguridad y Salud.

2.6.4. Ensayos

Documentación a entregar con cada cuadro:

Los planos a entregar con cada equipo serán:

- Portada de plano donde se indique el cuadro de que se trata.
- Índice de planos en el que figure su número, título de cada plano y revisión en el que se encuentra.
- Esquemas unifilares.
- Esquemas trifilares y del control en función del aparellaje y relés utilizados.

- Disposición física de aparatos, con indicación de números funcionales, marca, tipo y características de fabricación y denominaciones para cableado.
- Borneros de fuerza con su identificación.
- Borneros de control con su identificación
- Listas de cables con referencia de las bornas de los cuadros a los que se conectan y referencia de los equipos a los que alimentan.
- Hojas de cableado del interior de los cuadros, con sistemas de cableado de doble entrada que requiere la identificación cruzada de origen y destino en ambos extremos del cable, sección de cable y color de identificación.

Certificados de ensayos tipo:

Si los cuadros son considerados como serie (CS), es decir, con la misma estructura, disposición y elementos que otros cuadros ya probados, se presentarán los certificados correspondientes a los siguientes ensayos tipo:

- Verificación de los límites de calentamiento.
- Verificación de las propiedades dieléctricas.
- Verificación de la resistencia a los cortocircuitos.
- Verificación de la eficacia del circuito de protección.
- Verificación del grado de protección.
- Verificación de las distancias de aislamiento y fuga.
- Verificación del funcionamiento mecánico.

El fabricante proporcionará una colección de copias de los certificados de los ensayos sobre sus prototipos emitidos por un organismo competente y oficialmente reconocido.

Si los cuadros se consideran derivados de serie (CDS), se aportarán junto con los certificados los cálculos justificativos para validar los ensayos por extrapolación.

Si el fabricante no posee certificados de alguno de los ensayos indicados realizado sobre un cuadro tipo de su fabricación, se deberá valorar la realización de dicho ensayo.

Ensayos de rutina:

Se realizarán los siguientes ensayos y pruebas de rutina en fábrica y especificados en las normas:

- Inspección y cableado y de funcionamiento eléctrico, así como comprobación de marcas y etiquetas.
- Ensayos dieléctricos de los circuitos principales y auxiliares, salvo elementos que por sus características no puedan someterse a la tensión de ensayo, tales como circuitos electrónicos.
- Verificación de las medidas de protección y de la continuidad eléctrica de los circuitos de protección.

El fabricante adjuntará, a los planos e información técnica, así como los protocolos de los ensayos.

Ensayos en obra:

Comprobación de dimensiones en los planos.

Comprobación de correspondencia de los componentes de los planos y las listas de material:

- Funcionamiento mecánico de los interruptores.
- Apriete de la tornillería.

Ensayos de funcionamiento eléctrico según esquemas funcionales:

- Circuitos de maniobra local.
- Circuitos de maniobra de acción remota.
- Circuitos de señalización con salida a circuitos exteriores.
- Circuitos de los relés de protección.
- Circuitos de medida.

Medida de la resistencia de aislamiento:

- Circuito principal.
- Circuitos de control e instrumentación

Comprobaciones varias:

- Ausencia de defectos de pintado.
- Dispositivo de cierre de puertas y tapas.
- Señalizaciones generales.

2.6.5. Medición y abonos

Los cuadros de baja tensión se medirán por unidad completa, totalmente instalada, en funcionamiento, incluyendo elementos accesorios, conexiones y pruebas.

Los cuadros de baja tensión se abonarán según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo de cuadro.

2.7. Red de Tierras

2.7.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para las redes de tierras previstas en el presente proyecto. Cumplirán con el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Una vez realizada la instalación y completadas las tierras en cada instalación, con todas las conexiones a cada equipo eléctrico y elemento metálico definido, se realizarán las mediciones de resistencia de puesta a tierra y tensiones de paso y contacto en los puntos acordados. Si las mediciones no dieran por debajo de los límites establecidos, una vez estudiado sus posibles causas, se procederá a reparar y/o corregir los posibles defectos tanto de la red aérea como de la enterrada.

2.7.2. Materiales

CABLE DE COBRE

El conductor empleado será cable de cobre de 50 mm² de sección.

Se incluirá todo el pequeño material necesario para sujeción de éste, así como las soldaduras aluminotérmicas para derivación de la red de tierra y grapas para su unión a la columna o estructura metálica.

Serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE-EN 60228.

CAJAS DE SECCIONAMIENTO

Sobre las puestas a tierra principales de servicio y de protección debe preverse en el interior del edificio y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo podrá estar combinado con el borne principal de tierra, deberá ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tendrá que ser mecánicamente seguro y deberá asegurar la continuidad eléctrica.

Estará formado por una caja de policarbonato con tapa transparente y equipada con puente de pruebas con pletina de cobre de 30x5 mm de sección mínima, convenientemente señalizada con un letrero identificativo: “No desconectar con el centro de transformación en servicio”.

DERIVADORES Y DISTRIBUIDORES

Para constituir la red de tierras aérea y poder conectar todos los equipos y elementos metálicos con la malla de tierras enterrada se dispondrán derivadores y embarrados de conexión (distribuidores) de puesta a tierra en el interior de los locales técnicos.

Los embarrados de conexión estarán constituidos por pletina de cobre electrolítico de características según Norma UNE 20003, mecanizada y tratada contra la corrosión mediante galvanizado o cadmiado electrolítico de espesor mínimo 10 micras, aplicado después del mecanizado, de dimensiones 400 x 60 x 6 mm. Provistos de 2 taladros y 2 tornillos M12x150 electrogalvanizados (10 micras) para fijación. Irán equipados con 4 ó 6 bridas aptas cada una para 2 cables de cobre de 50 mm². Las bridas irán provistas de tornillería de acero inoxidable 18/8.

Las pletinas de derivación serán de acero inoxidable 18/8 y dimensiones 150 x 60 x 6 mm, con un taladro de 12,5 mm de diámetro centrado a 30 mm de un extremo.

ABRAZADERAS

Serán de aleación Custan-2 según UNE-EN 1982 con tornillo de amarre en U (M-10) de acero inoxidable 18/8 y aptas para una intensidad permanente de 400 A. Intensidad de corta duración (1 segundo) 10 kA.

TERMINALES PARA CABLES

Se emplearán terminales de bayoneta de cobre electrolítico según Norma UNE 20003, aptos para conductores de cobre desnudo de 50 mm² y soldadura aluminotérmica

o fijación por compresión. Estarán protegidos contra corrosión y oxidación mediante recubrimiento electrolítico de zinc o cromo (bicromado). El diámetro del taladro será de 12,8 mm.

GRAPAS

Serán de aleación rica en cobre con tornillos de acero inoxidable. Tipo Apolo o similar.

SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA

Se suministrarán los moldes y cartuchos para soldadura aluminotérmica de conductores cobre- cobre, conductores de cobre a pletinas y/o embarrados, conductores de cobre a estructuras de acero, galvanizado o no. En sus precios incluirán la parte proporcional de moldes, mangos, pistola de ignición masilla, etc. Tipo Cadweld o similar.

2.7.3. Ejecución de las obras

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra:

- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.

- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm². La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía suministradora de la electricidad.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte de la Dirección de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique la Dirección de Obra., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

2.7.4. Ensayos

Se requerirá la presentación de certificados de cumplimiento de la normativa referenciada en este pliego de prescripciones.

Los ensayos o pruebas a los cuales serán sometidos los diferentes elementos que se incluyen en este Artículo, se describen a continuación:

- Medida de la resistencia óhmica de los conductores.
- Medida de las tensiones de paso (Vp) y contacto (Vc) en cada local técnico y puntos intermedios señalados por la Dirección de obra.

Se medirá la continuidad de los conductores de la red, una vez instaladas y realizadas las uniones. Se comprobará la equipotencialidad de red de tierras aérea de la instalación mediante la realización de mediciones en presencia del personal competente para verificar su continuidad.

Se garantizará la continuidad de las tierras aéreas mediante las interconexiones necesarias entre los distintos tramos de bandejas y el tendido de conexiones entre los distintos puntos.

2.7.5. Medición y abonos

Las redes de tierra se medirán por unidad completa, totalmente instalada, en funcionamiento, incluyendo elementos accesorios, conexiones y pruebas.

Las redes de tierra se abonarán según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo de red.

2.8. Tomas de Corriente

2.8.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para las tomas de corriente previstas en el presente proyecto. Cumplirán con el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Cada toma de corriente se suministrará con todos los accesorios requeridos, fijaciones, auxiliares (bornas y elementos de protección donde corresponda), marcos y embellecedores.

2.8.2. Materiales

TOMAS DE CORRIENTE EN LOCALES TÉCNICOS

Las tomas de corriente en locales técnicos serán P+N+T de 16A tipo SHUKO y 3P+N+T de 25A tipo CETAC, con caja estanca IP55 para montar en superficie, e incluirán con los siguientes elementos:

- Base.
- Caja de empotrar.
- Soporte.
- Placa.
- Tapa (en zonas húmedas).

CAJA DE ENCHUFES PUESTO DE TRABAJO

Serán porta mecanismos para el montaje de 9 mecanismos en 3 cubetas GB2 en suelos técnicos para sujetar en placas de hasta 50 mm de espesor para alojar 4 mecanismos, 3 salidas dobles de voz y 2 tapas ciegas. Marco protector de moqueta, tapa abatible y salida de cables de poliamida. Con tapa abatible y salida de cables.

2 mecanismos serán blancos servicio normal y 2 mecanismos serán rojos servicio SAI.

COFRET DE TOMAS DE CORRIENTE EN TÚNEL

Las tomas de corriente en túneles irán instaladas en cajas aislantes tipo industrial, estancas IP55 para montar en superficie y conteniendo en su interior totalmente instalados y cableados los siguientes elementos:

- Protección diferencial tetrapolar 40 A - 30 mA.
- Protección magnetotérmica 4Px25 A, curva K.
- Protección magnetotérmica 2Px16 A, curva C.

- Base 3P+N+T 25 A 400 Vca tipo Cetac con interruptor de bloqueo y Base P+N+T 16 A 230 Vca tipo Shucko.

Las cajas se instalarán en el interior de los nichos/galerías de túnel e incluirán los prensaestopas para la entrada de los cables.

2.8.3. Ejecución de las obras

Los enchufes irán colocados donde se indique en los planos, tomándose esta posición como orientativa. Previamente a la instalación, se presentará para aprobación a la dirección de obra una propuesta de disposición de los enchufes, teniendo en cuenta las paredes donde irán empotrados y consideraciones estéticas de cada local.

En general, las bases de enchufe se instalarán a 0,30 m sobre el nivel del suelo.

2.8.4. Ensayos

La recepción de las tomas de corriente se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas u disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

2.8.5. Medición y abonos

Las tomas de corriente se medirán por unidad totalmente instalada, incluyendo los auxiliares, elementos de anclaje y parte proporcional por caja de derivación, tubo y cable desde la caja hasta la toma.

Las tomas de corriente se abonarán según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo de toma.

2.9. Elementos de Seguridad

2.9.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para los elementos de seguridad y señalización requeridos en los centros de transformación previstos en el presente proyecto.

Se suministrará una panoplia completa para centro de transformación.

2.9.2. Materiales

El centro de transformación deberá disponer de los siguientes elementos de seguridad y señalización:

- Banqueta aislante.

- Pértiga detectora de tensión.
- Pértiga de salvamento.
- Guantes aislantes.
- Esquemas unifilares plastificados con enclavamientos.
- Letreros de seguridad y riesgo eléctrico.
- Cartel 5 reglas de oro.
- Cartel primeros auxilios.
- Extintor eficacia 89B de 5KG.
- Carteles de identificación y rotulado del centro de transformación y sus elementos de maniobra y protección.

Las banquetas aislantes serán utilizadas como medio complementario de protección por los operarios que efectúen maniobras en apartada de alta tensión, en instalaciones eléctricas no de intemperie.

Serán de clase 4, que corresponde a 36 kV de tensión nominal.

Cada banqueta deberá llevar grabadas en caracteres indelebles y fácilmente legibles, sin que afecten a las características de la misma, las indicaciones que establece el apartado 4.1.3 de la norma UNE 204001.

Las pértigas aislantes cumplirán con lo especificado en la UNE 50508 y su tensión nominal será acorde al nivel de tensión del centro de transformación donde se instale.

Los guantes aislantes cumplirán lo especificado en la UNE 60903. Cada par de guantes tendrá una bolsa, funda o caja que los proteja de vapores, gases perjudiciales, productos químicos, aceites, golpes y elementos punzantes y que los mantengan al abrigo del sol, de la humedad y de temperaturas superiores a los 65°C. Se almacenarán en su posición normal, sin doblar y enrollar y sin estar sometidos a tensiones o presiones de ningún tipo. Deberán mantenerse claras y legibles las marcas correspondientes a:

- Tensión de utilización.
- Sello de homologación.
- Nombre del fabricante o marca de fábrica.
- Fechas de fabricación.

Los centros de transformación objeto del presente proyecto son de tipo abonado. No obstante, en cuanto a la señalización de seguridad se atenderá a las indicaciones de la compañía eléctrica en lo que respecta a la señalización de seguridad, cumpliendo con lo especificado en su NI 29.00.00 “Señales de seguridad”.

El extintor cumplirá con lo indicado en el artículo específico para extintores portátiles del presente pliego.

2.9.3. Ejecución de las obras

Se colocará una panoplia completa de elementos de seguridad y señalización en cada centro de transformación, garantizando la buena visibilidad y acceso a todos los elementos.

2.9.4. Ensayos

Las banquetas aislantes cumplirán con las características y ensayos previstos al efecto en la norma UNE 204001.

Las verificaciones y ensayos a cumplir por las pértigas aislantes serán los indicados en la norma UNE 50508.

Los guantes almacenados no deberán ponerse en servicio si no han sido ensayados en los 12 meses anteriores. Los ensayos de recepción de los guantes aislantes son objeto de la norma UNE 60903.

El extintor cumplirá con lo indicado en el artículo específico para extintores portátiles del presente pliego.

2.9.5. Medición y abonos

Los elementos de seguridad y señalización se medirán por conjuntos totalmente instalados, incluyendo elementos accesorios y pruebas.

Los elementos de seguridad y señalización se abonarán según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada conjunto.

2.10. Mediciones de Tensiones de Paso y de Contacto

2.10.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas y forma de medición y abono para la medición de las tensiones de paso y contacto en los Centros de Transformación previstos en el presente proyecto.

2.10.2. Ejecución

El Director de Obra deberá verificar que las tensiones de paso y contacto aplicadas están dentro de los límites admitidos con un voltímetro de resistencia interna de mil ohmios.

Los electrodos de medida para simulación de los pies deberán tener una superficie de 200 cm² cada uno y deberán ejercer sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N cada uno.

Los equipos de medición deberán tener la opción de medir tensiones de paso y contacto aplicadas, tanto para el caso de que la persona esté calzada o descalza, mediante la inserción de las resistencias correspondientes en el circuito en cada caso.

Se emplearán fuentes de alimentación de potencia adecuada para simular el defecto, de forma que se evite que las medidas queden falseadas como consecuencia de corrientes vagabundas o parásitas circulantes por el terreno.

Consecuentemente, y a menos que se emplee un método de ensayo que elimine el efecto de dichas corrientes parásitas la intensidad inyectada no será inferior a 50 A para centrales y subestaciones y 5 A para centros de transformación. Se admitirán, no obstante, medidores de tensiones de paso y contacto que inyecten una corriente inferior, siempre que se demuestre mediante ensayos comparativos que disponen de filtros o

sistemas especiales capaces de eliminar las tensiones de perturbación con el fin de lograr medidas con una fiabilidad y exactitud equivalente a la que se obtendría con una inyección de corriente elevada. En cualquier caso la incertidumbre asociada a las medidas será inferior al 20%.

Los cálculos para determinar las tensiones posibles máximas se harán suponiendo que existe proporcionalidad entre la corriente inyectada por el electrodo durante la medición, y la corriente drenada a tierra por el electrodo en caso de defecto.

2.10.3. Medición y abono

La medición de tensiones de paso y contacto se medirá por unidad de Centro de Transformación ensayado.

Las pruebas se abonarán a los precios consignados en el correspondiente Cuadro de Precios.

En los precios correspondientes se encuentran incluidos todos los conceptos para la preparación, ejecución y documentación de todas las pruebas a realizar hasta su finalización con resultados satisfactorios, no siendo de abono ningún otro concepto en relación con dichas pruebas.

2.11. Ensayo de Calentamiento en Transformador

2.11.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas y forma de medición y abono para el ensayo de calentamiento de los transformadores de potencia previstos en el presente proyecto.

En ensayo se llevará a cabo según lo especificado en la norma IEC 60076-11, de aplicación a transformadores de potencia de tipo seco.

2.11.2. Medición y abono

Los ensayos de calentamiento se medirá por unidad de transformador de potencia ensayado. Las pruebas se abonarán a los precios consignados en el correspondiente Cuadro de Precios.

En los precios correspondientes se encuentran incluidos todos los conceptos para la preparación, ejecución y documentación de todas las pruebas a realizar hasta su finalización con resultados satisfactorios, no siendo de abono ningún otro concepto en relación con dichas pruebas.

2.12. Legalización de Instalaciones

2.12.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas y forma de medición y abono para la legalización de las instalaciones de Alta Tensión y la legalización de las instalaciones de Baja Tensión previstas en el presente proyecto.

La legalización de las instalaciones comprende el certificado de dirección de obra, visado, confección de anexos complementarios al presente proyecto si procede, tramitación, presentación ante organismos oficiales, certificado por parte del organismo de inspección, visita con delegación de industria, y toda aquella confección y tasas de boletines que fueran necesarios.

2.12.2. Medición y abono

La legalización de instalaciones se medirá por unidad de Centro de Transformación, correspondiéndole a cada Centro de Transformación una legalización para la parte de la instalación en Alta Tensión y otra legalización para todas las instalaciones en Baja Tensión asociadas a dicho Centro de Transformación.

Se abonará a los precios consignados en el correspondiente Cuadro de Precios.

En los precios correspondientes se encuentran incluidos todos los conceptos para la preparación, ejecución y documentación de todas las pruebas a realizar hasta su finalización con resultados satisfactorios, no siendo de abono ningún otro concepto en relación con dichas pruebas.

2.13. Derechos de Acometida

2.13.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas y forma de medición y abono correspondientes a los derechos de acometida a considerar en el presente proyecto.

Estos derechos comprenden los derechos de acceso, enganche y actuaciones en los equipos de medida y control necesarios para la conexión de las instalaciones de cliente a las instalaciones de la compañía suministradora (red de distribución).

2.13.2. Medición y abono

Los derechos de acometida se medirán por kW de potencia contratado con la compañía suministradora y se abonarán a los precios consignados en el correspondiente Cuadro de Precios, actualizados, ya que están regulados por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, pudiendo ser modificados por la normativa.

3. Alumbrado

3.1. Báculos de Alumbrado

3.1.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para los báculos de alumbrado exterior.

3.1.2. Materiales

Las columnas para alumbrado exterior podrán ser de dos tipos, según lo indicado en los planos y presupuesto del proyecto, y cumplirán al menos con las siguientes características técnicas:

COLUMNAS METÁLICAS

Columna fabricada en acero al carbono según Directiva de la Construcción 89/106/CEE del Consejo de las Comunidades Europeas, del 21 de diciembre de 1988 y en base a la norma armonizada EN 40-5:2002 y galvanizadas por inmersión en caliente. Los fustes serán troncocónicos de sección circular de una sola pieza, con placa de anclaje, con puerta de registro y pletina para la fijación de caja de conexión y protección, incluso caja de conexión. El hueco de la puerta estará reforzado mediante un marco de pletina soldado al fuste. Todas las soldaduras serán de características mecánicas superiores a las del material base. La unión entre la placa de anclaje y la cimentación se realizará mediante cuatro (4) pernos de acero S 235 Jr, ocho (8) tuercas y ocho (8) arandelas, todo ello cincado.

Protección

Para evitar la corrosión de los soportes en toda su superficie, se protegerán mediante galvanizado en caliente, cumpliendo con las especificaciones técnicas de recubrimientos galvanizados en la norma ISO 1461:99.

Cálculo

El dimensionamiento de los postes cumplirá con lo dispuesto por las normas EN 40-3-1 y EN 40-3-3.

En cada columna se fijará una chapa identificativa de acero inoxidable con el código del centro de mando correspondiente, el circuito de alumbrado y el número de punto de luz.

Las dimensiones principales de las columnas deberán ser las siguientes:

- Altura total: 12 m.
- Espesor: 4 mm.
- Diámetro en punta: 76 mm.
- Diámetro en base: 220 mm.
- Placa de anclaje: 400 x 400 mm.
- Longitud pernos de anclaje: 700 mm.
- Diámetro pernos de anclaje: 22 mm.
- Distancia entre pernos de anclaje: 285 mm.
- Altura caja de registro: 440 mm.
- Tamaño caja de registro: 200 x 150 mm.

COLUMNAS DE P.R.F.V.

Columna de P.R.F.V. modelo SE-1200-SV de ADHORNA o similar, altura total 12 m, diámetro en punta 78 mm (adaptándose a luminarias con acople a 76 mm sin afección alguna a la instalación), fabricada según normativa Europea:

- UNE-EN 40-7 sobre “Requisitos para columnas y báculos de alumbrado de materiales compuestos poliméricos reforzado con fibra de vidrio” y;
- Norma de Seguridad Vial UNE-EN 12767 sobre “Seguridad pasiva de las estructuras soporte del equipamiento de la carretera. Requisitos y métodos de ensayo”, siendo NE nivel 2.

El color se definirá según criterio de la Dirección de Obra.

Las características principales del material P.R.F.V. es el siguiente:

- Seguridad eléctrica: El material P.R.F.V. es aislante eléctrico (clase II), se evita completamente el riesgo de electrocución. Tiene además un importante ahorro económico ya que no es necesaria la toma a tierra.
- Durabilidad: el material no puede corroerse y soporta las más adversas condiciones climáticas (ambiente marino, humedad,...) y atmosféricas (ambientes químicos).
- Esto supone además unos bajos costes de mantenimiento.
- Ligereza: su reducido peso permite un manejo manual con grandes ventajas en su manipulación y transporte.
- Estética: se fabricarán pigmentadas en masa con acabado liso.

Las dimensiones principales de las columnas deberán ser las siguientes:

- Altura total: 12 m.
- Conicidad: 18 mm/m
- Peso aproximado: 126 Kg.
- Color: a definir por la Dirección de Obra.
- Material aislante: C-II.
- Grado de protección: IP44.
- Protección contra impacto mecánico: IK-10

Su instalación se realizará mediante sistema de anclaje placa de anclaje.

La unidad deberá incluir la placa de anclaje, puerta de registro y pletina para la fijación de caja de conexión y protección, incluso caja de conexión.

3.1.3. Ejecución de las obras

No existirán uniones ni soldaduras transversales.

Se dispondrá una puerta de registro provista de cerradura. Esta puerta y la cavidad a que dé acceso, deberá ser de dimensiones suficientes para permitir el alojamiento de la caja de acometida y derivación.

Tanto las superficies interiores como las exteriores, serán lisas y homogéneas, sin presentar irregularidades o defectos que indiquen la mala calidad de los materiales, imperfecciones de la ejecución o proporcionen un mal aspecto exterior. Las aristas serán de trazo regular.

La protección, tanto interior como exterior, se realizará por galvanizado por inmersión en caliente en baño de zinc, previo decapado y desengrase, con dosificación de 640-680 gramos/m², cumpliendo la Norma AAM-3A1-2.

Las columnas resistirán como mínimo, una carga vertical de treinta (30) Kgs, aplicada en el extremo del brazo y una fuerza horizontal de cincuenta (50) Kgs a cuatro (4) m.

Hasta una altura de dos metros con cincuenta centímetros (2,50 m) sobre el suelo, las columnas resistirán, sin que se produzcan perforaciones, grietas o deformaciones

notables, el choque de un cuerpo duro que origine una energía de impacto de 0,4 Kg/m, y el de un cuerpo blando que dé lugar a una energía de impacto de 60 Kg/m.

Las soldaduras serán por lo menos, de calidad 21/n UNE 14.011.

3.1.4. Ensayos

Los ensayos mecánicos, se realizarán con la columna ya instalada en las condiciones previstas.

El ensayo de resistencia al choque de cuerpos duros, se realizará golpeando normalmente la superficie del elemento que se prueba con una bola de acero de un (1) Kg (diámetro 6,25) sometida a un movimiento pendular de radio igual a un metro (1). La altura de caída, es decir, la distancia vertical entre el punto en que la bola es soltada sin velocidad inicial y el punto del impacto será de 0,4 m.

Las columnas no serán emplazadas antes de siete (7) días del recibido de los anclajes, cuidándose de que no sufran, durante las operaciones del transporte e izado, abolladuras o deformaciones, debiendo quedar perfectamente aplomadas y orientadas.

Las luminarias se fijarán al extremo de la columna firmemente y en su correcta posición con relación a sus ejes. La colocación de las luminarias será en cada caso, la que corresponda a las características de la misma y del punto de luz, debiendo efectuarse con gran precisión para favorecer su buen rendimiento.

Las luminarias serán colocadas de forma que no sufran esfuerzo que pueda producir su rotura o disminuir su duración.

Se deberán adjuntar certificados de conformidad y homologación por el Ministerio de Industria y Energía.

3.1.5. Medición y abono

Las columnas metálicas se medirán por unidades (Ud) completamente instaladas y aprobadas por la Dirección de Obra.

El precio incluye los anclajes de las luminarias, los accesorios y pequeño material necesarios para su instalación hasta su total y perfecto funcionamiento. No se encuentra incluido en el precio la cimentación ni la arqueta adosada.

Las columnas se abonarán según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo de columna.

3.2. Luminarias Alumbrado Exterior

3.2.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para las luminarias del exterior de los túneles. Cumplirán con el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT), el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 aprobado en el Real Decreto 1890/2008, las Normas

UNE 1706, UNE 38016, e Instrucciones Técnicas de Seguridad y Explotación en Túneles de Carreteras aprobadas según Decreto Foral de la Diputación Foral de Bizkaia 91/2012, de 24 de abril.

Cada luminaria se suministrará con todos los accesorios requeridos, herrajes de fijación, lámparas, auxiliares (balastos, arrancadores y fusibles donde corresponda) y prensaestopas de entradas de cables.

Antes de la aceptación del modelo de luminaria se deberán entregar a la Dirección de Obra los cálculos luminotécnicos para cada sección tipo donde se indiquen claramente la posición de las luminarias y observador en el cálculo, factor de mantenimiento, índices de reflexión y flujos de las lámparas aplicados, valores de luminancias, deslumbramientos, uniformidades, efecto flicker, etc. según normativa de aplicación.

Si por cualquier causa se modifica la implantación de luminarias de proyecto (tomada con la base de los resultados lumínicos con el modelo Euro 2 de General Electric) los cálculos luminotécnicos deberán ir acompañados de los cálculos de balances de potencia por cada transformador y de cableado desde cada cuadro de baja tensión, así como la distribución propuesta de circuitos y los esquemas corregidos correspondientes a los cuadros de alumbrado y fuerza, de manera que la Dirección de Obra pueda valorar todas las afecciones introducidas.

3.2.2. Materiales

Luminarias LED alumbrado exterior viario

Las luminarias serán de tecnología LED (Light Emitting Diode) de alta potencia, y en todo caso, de marca acreditada aprobada en última instancia por la Dirección Facultativa (PHILIPS, CARANDINI, SOCELEC, THORN o similar).

El fabricante e instalador de las luminarias LED, deberá cumplir con lo indicado en el documento de REQUERIMIENTOS TECNICOS EXIGIBLES PARA LUMINARIAS CON TECNOLOGÍA LED DE ALUMBRADO EXTERIOR redactado por el Comité Español de la Iluminación y el IDAE.

En el suministro deben ser incluidos aquellos elementos necesarios para la correcta instalación, adaptación y conexionado de la luminaria, tanto a columna como a brazo.

La temperatura de color máxima permitida será de 4000°K (blanco neutro) y el índice de reproducción cromática será mayor o igual a 70.

Las luminarias serán herméticas, IP66 e IK08, para instalar en columna troncocónica.

Las luminarias se instalarán precableadas con 2 hilos desde la salida DALI del driver, a la caja de fusibles de la columna para facilitar una posible reprogramación de la luminaria desde la caja de registro.

La luminaria será equivalente en calidad, prestaciones, precio y resultados lumínicos a los modelos LUMA de Philips y V MAX de Carandini.

Las luminarias se suministrarán con driver adecuado para permitir una regulación de flujo en cabecera, desde los Centros de Mando correspondientes.

Se instalarán de acuerdo al criterio de diseño definido en Proyecto con la inclinación y azimut previstas en el estudio fotométrico. Una vez finalizado el montaje quedarán rígidamente sujetos impidiendo su giro u oscilamiento.

Las luminarias cumplirán al menos con las siguientes características técnicas:

LUMINARIAS

Luma 3 (Philips)

- Grado IP mínimo IP66.
- Elemento óptico vidrio plano.
- Material carcasa y acoplamiento a columna en aluminio LM6 inyectado a alta presión, no corrosivo; cierre de vidrio plano templado.
- Vida (L80F10) 100.000 h.
- Temperatura de color 4000 K.
- Pot. Lámpara estimada y flujo inicial:
 - 205 W, 30.000 Lm.
 - 243 W, 35.000 Lm.
 - 282 W, 40.000 Lm.
 - 324 W, 45.000 Lm.
- Regulación Driver AmpDim.
- Protección contra sobretensiones 10 kV.

V Max (Carandini)

- Rendimiento: s/ IEC 62722-2-1.
- Grado IP mínimo IP66.
- Elemento óptico vidrio plano.
- Armadura de fundición inyectada de aluminio LM6 bajo contenido en cobre < 0,1%.
- Vida (L70F50) 100.000 h.
- Pot. Lámpara estimada y flujo inicial:
 - 129 W, 16.450 Lm.
 - 177 W, 20.520 Lm.
 - 210 W, 24.340 Lm.
 - 243 W, 28.790 Lm.
 - 273 W, 32.690 Lm.
- Temperatura de color 4000 K.
- Flujo inicial desde 6.000 hasta 40.000 Lm.
- Driver para regulación en cabecera.
- Protección contra sobretensiones 10 KV.

R2L2 (Thron)

- Grado IP mínimo IP66.
- Elemento óptico vidrio plano.
- Armadura de aluminio.
- Vida (L90F25) 100.000 h.
- Temperatura de color 4000 K.

- Pot. Lámpara estimada y flujo inicial:
 - 105 W, 19.156 Lm.
 - 111 W, 24.846 Lm.
 - 183.W, 19156 Lm.
 - 223 W, 24846 Lm.
 - 265 W, 27.426 Lm.
- Temperatura de color 4000 K.
- Driver para regulación en cabecera.
- Protección contra sobretensiones 10 KV.

La construcción general de las lámparas eléctricas será muy esmerada, reuniendo los materiales empleados en la misma y aquellas características que aseguren su máxima duración y rendimiento luminoso.

El diseño de la carcasa de la luminaria no permitirá la acumulación de suciedad u otros elementos del medio ambiente que podrían perjudicar su eficiencia, de forma que se garantice su funcionamiento sin requerir labores de conservación y limpieza distintas de las programadas para las luminarias normalizadas. El diseño de la luminaria permitirá, la reposición del sistema óptico y el dispositivo de control electrónico de manera independiente, de forma que el mantenimiento de los mismos no implique el cambio de la luminaria completa.

Las uniones eléctricas de la lámpara en sus distintas partes, presentarán la necesaria resistencia mecánica para que el conjunto tenga la solidez debida, y al mismo tiempo la superficie de contacto sea suficiente, de modo que no sean de temer elevaciones de temperatura perjudiciales.

GARANTÍA

Se establece una garantía mínima para el material suministrado, contra defecto de fabricación y/o funcionamiento (incluidos los causantes de incumplimiento de normativa vigente para la luminaria LED) de DIEZ años, para cualquier elemento o material de la instalación que provoque un fallo total o una pérdida de flujo superior a la prevista en la propuesta (factor de mantenimiento y vida útil), garantizándose las prestaciones luminosas de los productos. Estas garantías se basarán en un uso de 4.100 horas/año, para una temperatura ambiente inferior a 35°C en horario nocturno y no disminuirá por el uso de controles y sistemas de regulación.

Los aspectos principales a cubrir por la garantía son:

- Fallo del LED: Se considerará fallo total de la luminaria LED, cuando al menos un porcentaje del 10% de los LEDs totales que componen una luminaria no funcionaran.
- Reducción indebida del flujo luminoso: La luminaria deberá mantener el flujo luminoso indicado en la garantía.
- Fallo del sistema de alimentación: Los drivers o fuentes de alimentación, deberán mantener su funcionamiento sin alteraciones en sus características, durante el plazo de cobertura de la garantía.
- Los defectos mecánicos debidos a fallas de material, ejecución o fabricación por parte del fabricante.

Todos los términos de garantía deben ser acordados entre el suministrador y el fabricante, considerándose necesario que todos los aspectos y componentes a los que afecte la misma queden reflejados y recogidos en el documento de garantía.

Durante el periodo de garantía, la empresa adjudicataria estará obligada a la reparación o sustitución de los componentes dañados o defectuosos por causas imputables al suministrador o al fabricante.

Finalizado el plazo de garantía sin que se haya producido incidencia alguna, la empresa adjudicataria quedará exenta de responsabilidad por razón del material suministrado.

Luminarias VSAP alumbrado exterior viario

Serán de tecnología VSAP (Vapor de Sodio de Alta Presión), según las potencias indicadas y en todo caso, de marca acreditada aprobada en última instancia por la Dirección Facultativa (PHILIPS, CARANDINI, SOCELEC, GENERAL ELECTRIC o similar).

Lámpara de flujo luminoso de 33.000 lúmenes para la luminaria de 250 W.

Las luminarias serán herméticas, IP66 e IK08, para instalar en columna troncocónica.

La luminaria será equivalente en calidad, prestaciones, precio y resultados lumínicos al modelo Euro 2 de GENERAL ELECTRIC.

Las luminarias se suministrarán con driver adecuado para permitir una regulación de flujo en cabecera, desde los Centros de Mando correspondientes.

Se instalarán de acuerdo al criterio de diseño definido en Proyecto con la inclinación y azimut previstas en el estudio fotométrico. Una vez finalizado el montaje quedarán rígidamente sujetos impidiendo su giro u oscilamiento.

Las luminarias cumplirán al menos con las siguientes características técnicas:

- Pot. Lámpara estimada 250 W.
- Grado IP mínimo IP66.
- Grupo óptico sellado herméticamente compuesto de:
 - Cierre de vidrio curvo templado transparente.
 - Conjunto óptico con sellado entre reflector y cierre de vidrio, con alta resistencia a la temperatura.
 - Reflector de aluminio facetado.
 - Alojamiento del portalámparas de poliamida reforzado con fibra de vidrio con alta resistencia a la temperatura.
 - Dispositivo para regulación horizontal y en altura del portalámparas.
- Driver con funcionalidad de regulación por amplitud.
- Flujo inicial 33.000 Lm.

La construcción general de las lámparas eléctricas será muy esmerada, reuniendo los materiales empleados en la misma y aquellas características que aseguren su máxima duración y rendimiento luminoso.

El diseño de la carcasa de la luminaria no permitirá la acumulación de suciedad u otros elementos del medio ambiente que podrían perjudicar su eficiencia, de forma que se

garantice su funcionamiento sin requerir labores de conservación y limpieza distintas de las programadas para las luminarias normalizadas. El diseño de la luminaria permitirá, la reposición del sistema óptico y el dispositivo de control electrónico de manera independiente, de forma que el mantenimiento de los mismos no implique el cambio de la luminaria completa.

Las uniones eléctricas de la lámpara en sus distintas partes, presentarán la necesaria resistencia mecánica para que el conjunto tenga la solidez debida, y al mismo tiempo la superficie de contacto sea suficiente, de modo que no sean de temer elevaciones de temperatura perjudiciales.

3.2.3. Ejecución de las obras

Las luminarias serán suministradas con todos sus elementos conexiónados y montadas.

Las luminarias irán colocadas donde se indique en los planos, tomándose esta posición como orientativa. Previamente a la instalación de las luminarias, se presentará para aprobación a la dirección de obra, una propuesta de disposición de luminarias conjuntamente con los cálculos lumínicos que avalen dicha propuesta.

Las luminarias irán ancladas a las cimentaciones de alumbrado con el tipo de fijación recomendada por el fabricante. La fijación a los apoyos se realizará con los materiales auxiliares adecuados, de manera que queden instaladas con la inclinación prevista. Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado, la luminaria quedará rígidamente sujeta de modo que no puede girar u oscilar.

Cuando las luminarias tengan que ser mecanizadas para su montaje, se realizarán operaciones y se utilizarán los elementos auxiliares necesarios de forma que se mantenga el grado de protección ambiental original de diseño.

Las luminarias se conectarán a tierra mediante el conductor de protección al tornillo de puesta a tierra de las luminarias.

Todos los receptores de alumbrado deberán cumplir las normas indicadas en la instrucción ITC BT 044. Para su instalación se seguirá en general las indicaciones de la misma instrucción.

Las luminarias al montarlas se etiquetarán con el número indicado en los planos de implantación de luminarias. Después, al cablear y conectar las luminarias según los esquemas de distribución de circuitos se identificarán todas las cajas de derivación y todos los cables según el código de circuito indicado en los esquemas

3.2.4. Ensayos

La recepción de las luminarias, se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las Instrucciones Técnicas de Seguridad y Explotación en Túneles de Carreteras aprobadas según Decreto Foral de la Diputación Foral de Vizcaya 91/2012, de 24 de abril, en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas u disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o, en su defecto, las normas UNE.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán los fijados en la norma tecnológica citada anteriormente.

Además, la Dirección de Obra podrá someter a las pruebas que considere oportunas cualquier elemento o parte de la luminaria, para lo que el Contratista deberá poner a su disposición el personal que sea necesario. Igualmente, podrá exigir pruebas emitidas por laboratorios competentes donde se indiquen las características de los ensayos.

En los datos facilitados por el Contratista a la Dirección de Obra, se incluirán las características fotométricas obtenidas en un laboratorio oficial y la pureza del aluminio utilizado en la fabricación de los reflectores, si son de ese material.

Las lámparas deberán someterse a los siguientes ensayos y medidas:

- Medida de consumo de la lámpara.
- Medida del flujo luminoso inicial.
- Ensayo de duración para determinar la vida media.
- Ensayo de depreciación, midiendo el flujo luminoso emitido al final de la vida útil indicada por el fabricante.

Para realizar los ensayos y medidas se tomarán, como mínimo, 10 lámparas, considerando como resultado de los mismos el promedio de los distintos valores obtenidos.

Con objeto de que no sea necesario ensayar las características eléctricas de funcionamiento del equipo de encendido, el Contratista entregará a la Dirección de Obra los ensayos de aprobación y homologación de los equipos suministrados y firmados por el fabricante. Se incluirán en este documento los elementos del equipo como reactancias, condensadores, relés de conmutación y cualquier otro material. En caso de no cumplirse este requisito, el Ingeniero Director podrá pedir al Contratista que, por su cuenta, realice al equipo de encendido cuantas pruebas se consideren necesarias.

Finalmente, se procederá a realizar las medidas de luminancias medias en calzadas (cd/m^2) y del factor de uniformidad, los cuales estarán de acuerdo con los valores de diseño del proyecto y los cálculos luminotécnicos entregados por el fabricante. Los puntos de medición se realizarán de acuerdo a las Instrucciones Técnicas de Seguridad y Explotación en Túneles de Carreteras aprobadas según Decreto Foral de la Diputación Foral de Vizcaya 91/2012, de 24 de abril y serán acordados con la Dirección de Obra.

Las luminarias serán suministradas con todos sus elementos conexiónados y con certificado de Origen- Industrial que acredite el cumplimiento de sus características, normas y disposiciones.

Así mismo, el Contratista deberá entregar con la instalación la documentación requerida según el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior en su instrucción ITC- EA-05.

3.2.5. Medición y abono

Las luminarias se medirán por unidades colocadas (ud) al precio establecido en el Cuadro de Precios para cada una de las potencias, entendiéndose incluida su colocación y prueba así como todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento tales como lámparas, equipos de encendido, conectores, elementos de anclaje y parte proporcional por caja de derivación y cable desde la caja hasta la luminaria.

Las luminarias se abonarán según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo de luminaria.

3.3. Luminarias de Túnel y Locales Técnicos

3.3.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para las luminarias del interior y exterior de los túneles. Cumplirán con el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT), el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 aprobado en el Real Decreto 1890/2008, las Normas UNE 1706, UNE 38016, e Instrucciones Técnicas de Seguridad y Explotación en Túneles de Carreteras aprobadas según Decreto Foral de la Diputación Foral de Vizcaya 91/2012, de 24 de abril.

Cada luminaria se suministrará con todos los accesorios requeridos, herrajes de fijación, lámparas, auxiliares (balastos, arrancadores y fusibles donde corresponda) y prensaestopas de entradas de cables.

En el caso particular de la unidad de montaje de luminarias, aplica únicamente a su transporte desde almacén, instalación y pruebas.

Antes de la aceptación del modelo de luminaria se deberán entregar a la Dirección de Obra los cálculos luminotécnicos para cada tramo de cada túnel (umbral, transiciones, interior-base en regímenes de soleado, nublado y reducido-nocturno) donde se indiquen claramente la posición de las luminarias y lo observado en el cálculo, factor de mantenimiento, índices de reflexión y flujos de las lámparas aplicados, valores de luminancias, deslumbramientos, uniformidades, efecto flicker y seguimiento de la curva CIE conforme a los requerimientos y métodos de cálculo indicados en las Instrucciones Técnicas de Seguridad y Explotación en Túneles de Carreteras aprobadas según Decreto Foral de la Diputación Foral de Vizcaya 91/2012, de 24 de abril.

Si por cualquier causa se modifica la implantación de luminarias de proyecto (tomada con la base de los resultados lumínicos con el modelo TubePoint LED y NEXUS IZT VSAP de Philips) los cálculos luminotécnicos deberán ir acompañados de los cálculos de balances de potencia por cada transformador y de cableado desde cada cuadro de baja tensión, así como la distribución propuesta de circuitos y los esquemas corregidos correspondientes a los cuadros de alumbrado y fuerza, de manera que la Dirección de Obra pueda valorar todas las afecciones introducidas.

3.3.2. Materiales

Luminarias LED iluminación permanente túnel

Las luminarias serán de tecnología LED (Light Emitting Diode) de alta potencia, y en todo caso, de marca acreditada aprobada en última instancia por la Dirección Facultativa (PHILIPS, CARANDINI, THORN, SOCELEC o similar).

Será un aparato pensado especialmente para su utilización en túneles con un elevado grado de hermeticidad para resistir la humedad y polvo, estando constituido además por aleaciones de aluminio resistentes a las duras condiciones ambientales dentro de un túnel tanto desde el punto de vista de la corrosión como de la resistencia mecánica.

El fabricante e instalador de las luminarias LED, deberá cumplir con lo indicado en el documento de REQUERIMIENTOS TECNICOS EXIGIBLES PARA LUMINARIAS CON TECNOLOGÍA LED DE ALUMBRADO EXTERIOR redactado por el Comité Español de la Iluminación y el IDAE.

Asimismo, el fabricante e instalador de las luminarias LED, deberá cumplir con lo indicado en el documento de OITB-5_D0027-02I GUÍA DE INTERPRETACIÓN DE INSTRUCCIONES TÉCNICAS DF91/2012, en su Apartado 5.1 sobre Alumbrado Base mediante tecnología LED.

En el suministro deben ser incluidos aquellos elementos necesarios para la correcta instalación, adaptación y conexionado de la luminaria. La fijación de las luminarias se hará anclada al hastial del túnel mediante soportes de fijación adecuados.

La temperatura de color máxima permitida será de 4000°K (blanco neutro) y el índice de reproducción cromática será mayor o igual a 70.

Además, el diseño de la luminaria permitirá la reposición del sistema óptico y del dispositivo de control electrónico de manera independiente, de forma que el mantenimiento de los mismos no implique el cambio de la luminaria completa.

La relación entre los lúmenes emitidos por la luminaria y la potencia total consumida, incluyendo el DRIVER será superior o igual a los 100 lm/W.

La temperatura de color máxima permitida será de 4000°K (blanco neutro) y el índice de reproducción cromática será mayor o igual a 70.

Las luminarias serán herméticas, IP66 e IK08.

La luminaria será equivalente en calidad, prestaciones, precio y resultados lumínicos al modelo TubePoint LED de Philips.

Las luminarias se suministrarán con driver adecuado para permitir una regulación mediante sistema DALI.

Se instalarán de acuerdo al criterio de diseño definido en Proyecto con la inclinación y azimut previstas en el estudio fotométrico. Una vez finalizado el montaje quedarán rígidamente sujetos impidiendo su giro u oscilamiento.

Las luminarias cumplirán al menos con las siguientes características técnicas:
LUMINARIAS

- Grado IP mínimo IP66.
- Material óptico plástico (PC).
- Material carcasa en aluminio LM6 inyectado a alta presión, no corrosivo; acabado en pintura en polvo.
- Cubierta óptica vidrio plano templado.
- Vida útil : L80 B10 > 60.000 h;
- Pot. Lámpara estimada 82 W.
- Temperatura de color 4000 K.
- Flujo inicial 10.000 Lm.
- Regulación Driver DALI.
- Protección contra sobretensiones 10 kV.

La construcción general de las lámparas eléctricas será muy esmerada, reuniendo los materiales empleados en la misma y aquellas características que aseguren su máxima duración y rendimiento luminoso.

El diseño de la carcasa de la luminaria no permitirá la acumulación de suciedad u otros elementos del medio ambiente que podrían perjudicar su eficiencia, de forma que se garantice su funcionamiento sin requerir labores de conservación y limpieza distintas de las programadas para las luminarias normalizadas. El diseño de la luminaria permitirá, la reposición del sistema óptico y el dispositivo de control electrónico de manera independiente, de forma que el mantenimiento de los mismos no implique el cambio de la luminaria completa.

Las uniones eléctricas de la lámpara en sus distintas partes, presentarán la necesaria resistencia mecánica para que el conjunto tenga la solidez debida, y al mismo tiempo la superficie de contacto sea suficiente, de modo que no sean de temer elevaciones de temperatura perjudiciales.

GARANTÍA

Se establece una garantía mínima para el material suministrado, contra defecto de fabricación y/o funcionamiento (incluidos los causantes de incumplimiento de normativa vigente para la luminaria LED) de DIEZ años, para cualquier elemento o material de la instalación que provoque un fallo total o una pérdida de flujo superior a la prevista en la propuesta (factor de mantenimiento y vida útil), garantizándose las prestaciones luminosas de los productos. Estas garantías se basarán en un uso de 4.100 horas/año, para una temperatura ambiente inferior a 35°C en horario nocturno y no disminuirá por el uso de controles y sistemas de regulación.

Los aspectos principales a cubrir por la garantía son:

- Fallo del LED: Se considerará fallo total de la luminaria LED, cuando al menos un porcentaje del 10% de los LEDs totales que componen una luminaria no funcionaran.
- Reducción indebida del flujo luminoso: La luminaria deberá mantener el flujo luminoso indicado en la garantía.

- Fallo del sistema de alimentación: Los drivers o fuentes de alimentación, deberán mantener su funcionamiento sin alteraciones en sus características, durante el plazo de cobertura de la garantía.
- Los defectos mecánicos debidos a fallas de material, ejecución o fabricación por parte del fabricante.

Todos los términos de garantía deben ser acordados entre el suministrador y el fabricante, considerándose necesario que todos los aspectos y componentes a los que afecte la misma queden reflejados y recogidos en el documento de garantía.

Durante el periodo de garantía, la empresa adjudicataria estará obligada a la reparación o sustitución de los componentes dañados o defectuosos por causas imputables al suministrador o al fabricante.

Finalizado el plazo de garantía sin que se haya producido incidencia alguna, la empresa adjudicataria quedará exenta de responsabilidad por razón del material suministrado.

Luminarias VSAP refuerzo túnel

Las luminarias serán de tecnología VSAP (Vapor de Sodio de Alta Presión), según las potencias indicadas, y en todo caso, de marca acreditada aprobada en última instancia por la Dirección Facultativa (PHILIPS, CARANDINI, THORN, SOCELEC o similar).

Será un aparato pensado especialmente para su utilización en túneles con un elevado grado de hermeticidad para resistir la humedad y polvo, integrable en las bóvedas de los túneles, y aptos para lámparas de vapor de sodio alta presión hasta 400W.

En el suministro deben ser incluidos aquellos elementos necesarios para la correcta instalación, adaptación y conexionado de la luminaria. La fijación de las luminarias se hará anclada al hastial del túnel mediante soportes de fijación adecuados.

Además, el diseño de la luminaria permitirá la reposición del sistema óptico y del dispositivo de control electrónico de manera independiente, de forma que el mantenimiento de los mismos no implique el cambio de la luminaria completa.

Las luminarias serán herméticas, IP66 e IK10.

La luminaria será equivalente en calidad, prestaciones, precio y resultados lumínicos a los modelos NEXUS IZT3 e IZT7 de Philips.

Se instalarán de acuerdo al criterio de diseño definido en Proyecto con la inclinación y azimut previstas en el estudio fotométrico. Una vez finalizado el montaje quedarán rígidamente sujetos impidiendo su giro u oscilamiento.

Las luminarias cumplirán al menos con las siguientes características técnicas:

Cuerpo y soporte de vidrio

Estarán fabricados con carcasa de aleación de aluminio. Cumplirá los siguientes valores:

- Estanqueidad mínima IP-66.
- Resistencia a los impactos IK-10.
- Prensaestopas para el cable de entrada.

- Montaje adosado a pared.
- Interior: Con bandeja portaequipos de acero galvanizado.

Difusor óptico

Vidrio plano.

Reflector y Bloque óptico

El reflector será de aluminio anodizado.

El acceso a la lámpara se realizará a través del marco, mediante el abisagrado conjunto que se realiza entre cuerpo y marco. Todo ello sin herramientas.

Lámparas

Las lámparas serán de las mejores características en cuanto a rendimiento lumínico y vida media. Como referencia se tomarán las siguientes de PHILIPS o equivalentes en calidad, prestaciones y precio:

Lámpara de vapor de sodio alta presión tipo MASTER SON-T PIA PLUS de 100/150/250/ 400 W de potencia. (Alumbrado de refuerzo).

- Nombre del producto: MASTER SON-T PIA PLUS /220 E40 1 SL.
- Descripción del sistema: Arrancador externo.
- Base/casquillo: E40.
- Forma de la lámpara: T46 (16 mm).
- Pot. Lámpara estimada: 100/ 150/250/400 W.
- Regulable: Si.
- Código color: 220.
- Índice de reproducción cromática: 25 Ra 8.
- Temperatura de color : 2000 K .

Auxiliares

El bloque de encendido estará formado por balasto y arrancador para VSAP 100-400W de alta frecuencia, de una marca de primera línea como ELT.

La entrada de cables se realizará a través de prensaestopas adecuados a la manguera de alimentación.

La construcción general de las lámparas eléctricas será muy esmerada, reuniendo los materiales empleados en la misma y aquellas características que aseguren su máxima duración y rendimiento luminoso.

El diseño de la carcasa de la luminaria no permitirá la acumulación de suciedad u otros elementos del medio ambiente que podrían perjudicar su eficiencia, de forma que se garantice su funcionamiento sin requerir labores de conservación y limpieza distintas de las programadas para las luminarias normalizadas. El diseño de la luminaria permitirá, la reposición del sistema óptico y el dispositivo de control electrónico de manera independiente, de forma que el mantenimiento de los mismos no implique el cambio de la luminaria completa.

Las uniones eléctricas de la lámpara en sus distintas partes, presentarán la necesaria resistencia mecánica para que el conjunto tenga la solidez debida, y al mismo tiempo la superficie de contacto sea suficiente, de modo que no sean de temer elevaciones de temperatura perjudiciales.

Luminarias LED evacuación de túnel

Las luminarias serán de tecnología LED (Light Emitting Diode), y en todo caso, de marca acreditada aprobada en última instancia por la Dirección Facultativa (TECASEM o similar).

Será un aparato pensado especialmente para su utilización en túneles con un elevado grado de hermeticidad (IP68) para resistir la humedad y polvo, y aptos para lámparas de tubos LED de hasta 25W. Será además de tipo permanente para garantizar el cumplimiento normativo vigente (permanentemente encendida), pudiendo el explotador mantenerla encendida o apagada por defecto en función de sus necesidades.

La luminaria será equivalente en calidad, prestaciones, precio y resultados lumínicos al modelo SPOTLIGHT TEC LED de Tecasem. . En fase obra, se comprobará que las luminarias seleccionadas, no provoquen deslumbramientos.

Cumplirá con los siguientes requisitos:

- Diseño mayorizado en función de un coeficiente de suciedad y envejecimiento de 0,8.
- IP68. Acorde con la norma internacional IEC 60529, UNE 20304.
- IK10 acorde con la norma internacional UNE-EN 50102.
- Resistente al fuego euro clase A2 según EN 13501-1.
- Capaz de soportar humedad relativa de al menos el 95%.
- Fijación dimensionada para resistir al menos una fuerza de tracción perpendicular de 3 KNw.
- Alimentación 230 V_{AC}.
- Consumo 22 W.

Los elementos principales de la luminaria son:

Fuente de alimentación

- Tensión de entrada de 230 V_{AC}.
- Salida en corriente constante 350 mA.
- Protección contra sobretensiones y cortocircuitos.
- Aislamiento IP30.
- Potencia 25 W.

Equipos LED

- COB LED dotados de reflector de ángulo cerrado.
- Corriente de entrada de 350 mA.
- Resistencia térmica de 2.8 °C/W.
- Color 4000 K.
- Tensión de alimentación de 26 V.

- Flujo lumínico total de 2040 lm, datos obtenidos por fotometría realizada por el fabricante de los COB LED con la casuística del foco fabricado.
- CRI >85.
- 2x9 W de potencia.
- Dispone de disipador de aluminio anodizado AL1070 tipo PIN y resistencia térmica de $R_{th} 4^{\circ}C/W$.

Las luminarias próximas a las galerías de evacuación y entrada y salida de túnel serán suministradas, además, con una tira frontal LED de color verde.

Cuerpo de la luminaria y fijación

Están fabricados mediante envolvente metálica de aluminio anodizado, policarbonato de extrusión y mecanizado.

La fijación se efectuará mediante un sistema de soporte-orientación articulado, formado por dos piezas de material, convenientemente tratado contra la corrosión. Dos ranuras en la parte posterior del aparato, permitirán el deslizamiento y anclaje de las cabezas de bulones, con lo cual no hay comunicación alguna entre el interior y exterior del aparato.

El soporte de fijación será de acero galvanizado que permita su regulación.

El aparato permitirá asimismo, la incorporación de los auxiliares propios de la lámpara en un espacio totalmente independiente del que contiene el sistema óptico, y montados sobre una placa extraíble.

Varios

Las luminarias estarán dotadas de un prensaestopas IP68 en su parte inferior con 1 m de cable AS+ para su conexionado.

En el caso de luminarias que además incorporen un tira frontal LED de color verde, las luminarias estarán dotadas de dos prensaestopas IP68 en su parte inferior con 1 m de cable AS+ para su conexionado.

Luminarias LED en interior de Galerías de Evacuación

Las luminarias serán de tecnología LED (Light Emitting Diode), y en todo caso, de marca acreditada aprobada en última instancia por la Dirección Facultativa (PHILIPS o similar).

Será un aparato pensado especialmente para su utilización en túneles con un elevado grado de hermeticidad (IP66) para resistir la humedad y polvo, y aptos para lámparas de tubos LED de 31 W. Será además de tipo permanente para garantizar el cumplimiento normativo vigente (permanentemente encendida), pudiendo el explotador mantenerla encendida o apagada por defecto en función de sus necesidades.

La luminaria será equivalente en calidad, prestaciones, precio y resultados lumínicos al modelo PACIFIC LED WT460C de Philips.

Tendrán las siguientes características básicas:

- Estanqueidad del bloque óptico: IP-66.

- Resistencia a los impactos: IK-08.
- Temperatura de color 840.
- Índice de reproducción del color inicial > 80.
- Flujo lumínico inicial 4200 lm.
- Vida útil (L80B50) 50.000 h.
- Eficacia de la luminaria LED inicial 138 lm/W.
- Material carcasa y cubierta de PC.
- Clase eléctrica: I.
- Regulable No.
- Fijación a través de horquilla de acero fijada a los laterales del cuerpo de la luminaria sobre un sistema de orientación adecuado.
- Prensaestopas para el cable de entrada.
- Montaje adosado a pared o clave de galería.
- Lámparas: LED 31 W (galerías peatonales).

Proyectores LED en puertas galerías de evacuación y exterior de Locales Técnicos

Los proyectores serán de tecnología LED (Light Emitting Diode), y en todo caso, de marca acreditada aprobada en última instancia por la Dirección Facultativa (PHILIPS o similar).

Será un aparato pensado especialmente para su utilización en túneles con un elevado grado de hermeticidad (IP65) para resistir la humedad y polvo, y aptos para lámparas de tubos LED de 40 W. Será además de tipo permanente para garantizar el cumplimiento normativo vigente (permanentemente encendida), pudiendo el explotador mantenerla encendida o apagada por defecto en función de sus necesidades.

La luminaria será equivalente en calidad, prestaciones, precio y resultados lumínicos al modelo CORELINE TEMPO LED de Philips.

Tendrán las siguientes características básicas:

- Estanqueidad del bloque óptico: IP-65.
- Resistencia a los impactos: IK-08.
- Temperatura de color NW.
- Índice inicial de temperatura de color 4.000 K.
- Flujo lumínico inicial 4000 lm.
- Vida útil (L80B10) 50.000 h.
- Material carcasa ALU, óptica Policarbonato y cubierta vidrio.
- Material de fijación aluminio.
- Protector de vidrio plano.
- Clase eléctrica: I.
- Regulable No.
- Fijación a través de horquilla de acero fijada a los laterales del cuerpo de la luminaria sobre un sistema de orientación adecuado.
- Prensaestopas para el cable de entrada.
- Montaje adosado a pared.
- Lámparas: LED 40 W (acceso a galerías peatonales).

Luminarias fluorescente estancia 2x36 W en interior de Locales Técnicos

Las luminarias serán de tecnología fluorescente, y en todo caso, de marca acreditada aprobada en última instancia por la Dirección Facultativa (OSRAM, PHILIPS o similar).

Tendrán las siguientes características básicas:

Cuerpo de la luminaria

- Fabricado en poliéster con fibra de vidrio.
- Estanqueidad IP-65.
- La conexión eléctrica se realiza sin necesidad de herramientas.
- Prensaestopas para el cable de entrada.
- Montaje suspendido desde bandeja o adosado a pared o techo. Bloque óptico.
- Reflector interior de chapa de acero termoesmaltada en color blanco.
- Difusor conformado en una sola pieza de policarbonato transparente.
- Fuente de luz: lámpara fluorescente lineal 2 TL de 36 W, de una marca de primera línea como Osram o Phillips.

Auxiliares

- Reactancia electrónica de alta frecuencia, clase A2 de bajas pérdidas, para más de 10 reencendidos / hora, alto factor de potencia ($\cos\phi \geq 0,95$) y de una marca de primera línea como Osram o Phillips.

Luminarias autónomas de emergencia estancia 11 W en interior de Locales Técnicos

Las luminarias serán de tecnología fluorescente, y en todo caso, de marca acreditada aprobada en última instancia por la Dirección Facultativa (OSRAM, PHILIPS o similar).

Tendrán las siguientes características básicas:

Cuerpo de la luminaria

- Fabricado en policarbonato.
- Estanqueidad IP-66.
- La conexión eléctrica se realiza sin necesidad de herramientas.
- Prensaestopas para el cable de entrada.
- Montaje suspendido desde bandeja o adosado a pared o techo.

Bloque óptico.

- Difusor conformado en una sola pieza de policarbonato transparente.
- Fuente de luz: lámpara fluorescente 11W, de una marca de primera línea como Osram o Phillips.

Auxiliares

- Baterías incorporadas para 1 hora de autonomía recargable de Ni-Cd.

3.3.3. Ejecución de las obras

Las luminarias serán suministradas con todos sus elementos conexiónados y montadas.

Las luminarias irán colocadas donde se indique en los planos, tomándose esta posición como orientativa. Previamente a la instalación de las luminarias, se presentará para aprobación a la dirección de obra, una propuesta de disposición de luminarias conjuntamente con los cálculos lumínicos que avalen dicha propuesta.

Las luminarias irán adosadas a los hastiales del túnel con el tipo de fijación recomendada por el fabricante. La fijación a los apoyos se realizará con los materiales auxiliares adecuados, de manera que queden instaladas con la inclinación prevista. Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado, la luminaria quedará rígidamente sujeta de modo que no puede girar u oscilar.

Cuando las luminarias tengan que ser mecanizadas para su montaje, se realizarán operaciones y se utilizarán los elementos auxiliares necesarios de forma que se mantenga el grado de protección ambiental original de diseño.

Las luminarias se conectarán a tierra mediante el conductor de protección al tornillo de puesta a tierra de las luminarias.

Todos los receptores de alumbrado deberán cumplir las normas indicadas en la instrucción ITC BT 044. Para su instalación se seguirá en general las indicaciones de la misma instrucción.

Las luminarias al montarlas se etiquetarán con el número indicado en los planos de implantación de luminarias. Después, al cablear y conectar las luminarias según los esquemas de distribución de circuitos se identificarán todas las cajas de derivación y todos los cables según el código de circuito indicado en los esquemas.

3.3.4. Ensayos

La recepción de las luminarias, se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las Instrucciones Técnicas de Seguridad y Explotación en Túneles de Carreteras aprobadas según Decreto Foral de la Diputación Foral de Vizcaya 91/2012, de 24 de abril, en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas u disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o, en su defecto, las normas UNE indicadas en la NTE-IEI/1975: "Instalaciones de electricidad: alumbrado interior".

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán los fijados en la norma tecnológica citada anteriormente.

Además, la Dirección de Obra podrá someter a las pruebas que considere oportunas cualquier elemento o parte de la luminaria, para lo que el Contratista deberá poner a su disposición el personal que sea necesario. Igualmente, podrá exigir pruebas emitidas por laboratorios competentes donde se indiquen las características de los ensayos.

En los datos facilitados por el Contratista a la Dirección de Obra, se incluirán las características fotométricas obtenidas en un laboratorio oficial y la pureza del aluminio utilizado en la fabricación de los reflectores, si son de ese material.

Las lámparas deberán someterse a los siguientes ensayos y medidas:

- Medida de consumo de la lámpara.
- Medida del flujo luminoso inicial.
- Ensayo de duración para determinar la vida media.
- Ensayo de depreciación, midiendo el flujo luminoso emitido al final de la vida útil indicada por el fabricante.

Para realizar los ensayos y medidas se tomarán, como mínimo, 10 lámparas, considerando como resultado de los mismos el promedio de los distintos valores obtenidos.

Con objeto de que no sea necesario ensayar las características eléctricas de funcionamiento del equipo de encendido, el Contratista entregará a la Dirección de Obra los ensayos de aprobación y homologación de los equipos suministrados y firmados por el fabricante. Se incluirán en este documento los elementos del equipo como reactancias, condensadores, relés de conmutación y cualquier otro material. En caso de no cumplirse este requisito, el Ingeniero Director podrá pedir al Contratista que, por su cuenta, realice al equipo de encendido cuantas pruebas se consideren necesarias.

Finalmente, se procederá a realizar las medidas de luminancias medias en calzadas (cd/m^2) y del factor de uniformidad, los cuales estarán de acuerdo con los valores de diseño del proyecto y los cálculos luminotécnicos entregados por el fabricante. Los puntos de medición se realizarán de acuerdo a las Instrucciones Técnicas de Seguridad y Explotación en Túneles de Carreteras aprobadas según Decreto Foral de la Diputación Foral de Vizcaya 91/2012, de 24 de abril y serán acordados con la Dirección de Obra.

Las luminarias serán suministradas con todos sus elementos conexiónados y con certificado de Origen- Industrial que acredite el cumplimiento de sus características, normas y disposiciones.

Así mismo, el Contratista deberá entregar con la instalación la documentación requerida según el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior en su instrucción ITC- EA-05.

3.3.5. Medición y abono

Las luminarias se medirán por unidades colocadas (ud) al precio establecido en el Cuadro de Precios para cada una de las potencias, entendiéndose incluida su colocación y prueba así como todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento tales como lámparas, equipos de encendido, conectores, elementos de anclaje y parte proporcional por caja de derivación y cable desde la caja hasta la luminaria.

Se excluyen las cajas de derivación asociadas al alumbrado permanente, de refuerzo y evacuación del túnel, las cuales serán objeto de abono independiente.

Las luminarias se abonarán según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo de luminaria.

3.4. Cajas y Mecanismos

Conector rápido tipo harting

Los conectores serán de marca acreditada aprobada en última instancia por la Dirección Facultativa (Conector compacto ONC de TDISA o similar).

Tendrán las siguientes características básicas:

- Fabricado en material termoplástico cargado de fibra de vidrio.
- Estanqueidad IP-66.
- Resistentes a los agentes corrosivos.
- Cableado y montaje rápido.
- Tensión de aislamiento 5 kV.
- Polaridad: 5 polos.
- Diámetro de cable: de 11 a 15 mm.

Detector de presencia y movimiento

Los detectores de presencia para el túnel de Urdinbide hay que adquirirlos y luego hay que tener en cuenta únicamente su transporte desde almacén, instalación y pruebas tanto de los detectores de presencia y movimientos como de los elementos asociados.

Los detectores de presencia serán de marca acreditada aprobada en última instancia por la Dirección Facultativa.

Tendrán las siguientes características básicas:

- El detector debe disponer de al menos 2 tecnologías, Infrarrojos y microondas.
- Alcance mínimo de 11 x 11 m.
- El detector dispondrá de detección de ángulo 0 regulable.
- Alcances IR regulables.
- Alcance microondas regulable.
- Capacidad de detección de enmascaramiento (Antimasking).
- El elemento dispondrá de diferentes posibilidades de montaje, techo, pared, esquina, ángulo, etc.
- Compensación Automática de temperatura.
- Inmunidad a interferencias radioeléctricas.
- Cámara para protección óptica.
- Resistencias de támara y alarma incorporadas y montadas.

Interruptores, conmutadores y pulsadores

Los modelos serán de marca acreditada aprobada en última instancia por la Dirección Facultativa (serie PLEXO 55 MONOBLOC de LEGRAND o equivalente en calidad, prestaciones y precio).

Los mecanismos serán del tipo interruptor, pulsador o conmutador bipolar de 10/ 16A; 230 Vca, con caja estanca IP55 para montar en superficie.

3.4.1. Ejecución de las obras

Los enchufes y mecanismos irán colocados donde se indique en los planos, tomándose esta posición como orientativa. Previamente a la instalación, se presentará para aprobación a la dirección de obra una propuesta de disposición de los mecanismos y enchufes, teniendo en cuenta las paredes donde irán empotrados y consideraciones estéticas de cada sala.

En general, las bases de enchufe se instalarán a 0,30 m sobre el nivel del suelo, mientras que los mecanismos se instalarán a 1,10 m del suelo.

3.4.2. Ensayos

La recepción de las tomas de corriente y de mecanismos, se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas u disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

3.4.3. Medición y abono

Las tomas de corriente y mecanismos se medirán por unidad totalmente instalada, incluyendo los auxiliares, elementos de anclaje y parte proporcional por caja de derivación, tubo y cable desde la caja hasta la toma.

Las tomas de corriente se abonarán según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo de toma.

3.5. Sistema de Control Alumbrado de Túnel

3.5.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para el sistema de control del alumbrado de los túneles.

Cumplirá con las Normas UNE-EN 50172, UNE-EN 61131 e Instrucciones Técnicas de Seguridad y Explotación en Túneles de Carreteras aprobadas según Decreto Foral de la Diputación Foral de Vizcaya 91/2012, de 24 de abril.

El Sistema de Control del alumbrado se recibirá totalmente probado y puesto en servicio en cada instalación. El suministrador de los equipos supervisará en todo momento la instalación del sistema. Además deberá comunicarse, integrarse y coordinarse con el integrador del Sistema de Control.

3.5.2. Materiales

LUMINANCÍMETROS

Los luminancímetros para el túnel de Urdinbide hay que adquirirlos y luego hay que tener en cuenta únicamente su transporte desde almacén, instalación y pruebas tanto de los luminancímetros como de los elementos asociados. Se instalarán en columnas suministradas para las cámaras de CCTV.

Los luminancímetros serán de valor medio en el cono de 20°, según normativa CIE, introducidos en carcasas de aluminio anodizado extrusionado con soportes orientables en elevación y acimut. Dispondrán de un sistema de calefacción interno para evitar empañamientos de la ventana y de la óptica interna, con valores de conexión y desconexión de 10 y 25°C respectivamente.

En la interfase de salida existirán varias opciones: Digital serie de dos hilos en estándar RS-485, Digital serie de tres hilos en estándar RS-232, Analógica en bucle de corriente 4-20 mA.

Irán montados sobre columnas de 5 metros a una distancia de cada boca de entrada igual a la distancia de seguridad.

LUXÓMETROS

Los luxómetros para el túnel de Urdinbide hay que adquirirlos y luego hay que tener en cuenta únicamente su transporte desde almacén, instalación y pruebas tanto de los luxómetros como de los elementos asociados. Se instalarán sobre estructura.

SISTEMA DE REGULACIÓN ALUMBRADO PERMANENTE (DALI)

El sistema de regulación DALI será suministrado por una firma de primera calidad, tales como SIEMENS, WAGO, PHILIPS, OSRAM o equivalente en precio, calidad y prestaciones.

Controladores

El sistema de control de alumbrado será solución SIEMENS o similar en características y precio.

Los controladores se instalarán en los armarios de Nichos SOS del interior de los túneles. Aunque cada canal de salida DALI (2 canales por controlador) podrá físicamente controlar hasta 64 balastos y sensores, la funcionalidad se recomienda cubrir hasta 50-55 balastos direccionados individualmente.

Cada controlador se instalará en cuadros sobre carril DIN y se suministrará con una fuente de alimentación y router IP para la conexión de una línea o zona bus con internet protocolo IP.

Si una luminaria no se conectara a una central de control, o se estropeará la comunicación entre ambos, automáticamente regulará su flujo luminoso al 100% de su potencia.

La solución está basada en los siguientes módulos si bien pueden contemplarse y proponerse otros de similares características y precio:

- Router IP, N146, tipo 5WG1146-1AB02, para la conexión de una línea o zona bus con Internet protocolo IP.
- Fuente de alimentación, N125/01, tipo 5WG1125-1AB02. Genera y supervisa la tensión del sistema necesaria para el instabus EIB. Para cada línea de bus se necesita al menos una fuente de alimentación N125.
 - En una línea de bus puede haber un máximo de dos fuentes de alimentación y un máximo de 64 aparatos EIB. La fuente de alimentación dispone de regulación en tensión e intensidad, por lo que es resistente a cortocircuitos.
 - Es inmune a fallos en red de menos de 200 ms.
 - Tensión de entrada: 120...230 V, 50...60 Hz. Tensión de salida 29 V_{DC}.
 - Corriente de salida: 160 mA.
- KNX/DALI Gateway (controlador maestro doble), TWIN N141/31, tipo 5WG1141-1AB31. Se trata de un dispositivo KNX con dos interfaces DALI independientes. Podrá físicamente controlar hasta 64 balastos y sensores por canal, si bien se recomienda cubrir hasta 50-55 balastos direccionados individualmente.

3.5.3. Ejecución de las obras

Los luminancímetros se colocarán en el arcén derecho y a una distancia de cada boca de entrada igual a la distancia de seguridad. Previamente a la instalación de los luminancímetros, se presentará para aprobación a la dirección de obra, una propuesta de la disposición y montaje de los equipos.

Los luxómetros se colocarán anclados al hastial del túnel. Previamente a la instalación de los luxómetros, se presentará para aprobación a la dirección de obra, una propuesta de la disposición y montaje de los equipos.

Las centrales de la regulación DALI se colocarán ancladas en un cuadro de rack de comunicaciones sobre carril DIN. Se deberá recoger la situación de todos los balastos DALI en una hoja de datos que servirá para la programación del sistema.

Los pasos para la realización de la instalación y conexión del sistema DALI serán los siguientes:

- Realización de hojas de datos por cuadros de controladores, indicando la posición del nicho SOS de cada controlador, nº de luminarias que controla y nos dé la serie de los balastos que controla.
- Entrega de los datos del punto anterior al suministrador del sistema y encargado de realizar la programación y puesta en marcha.
- Antes de la programación verificar las correctas conexiones de los diferentes equipos del sistema.
- Programación por secciones de los equipos accediendo directamente a los controladores ubicados en nichos SOS y verificación de la correcta comunicación entre balasto y controlador.
- Una vez programadas todas las secciones del túnel, verificación de la correcta comunicación entre el sistema de control y los diferentes controladores

distribuidos por el túnel, forzando diferentes regulaciones de las secciones del túnel.

- Una vez realizada la comprobación anterior, verificar la comunicación con el centro de control y forzar las regulaciones de las secciones del túnel.
- Una vez realizadas todas las comprobaciones en todos los túneles comprobación del 100 % del sistema.
- Levantar acta del correcto funcionamiento del sistema de regulación DALI del túnel.

3.5.4. Ensayos

Los luminancímetros y luxómetros a instalar contarán con todos sus elementos conexiónados y con certificado de Origen-Industrial que acredite el cumplimiento de sus características, normas y disposiciones. Una vez instalados deberán regularse y someterse a pruebas funcionales y medidas contrastadas en diferentes momentos del día.

El sistema de regulación DALI será finalmente aceptado cuando una vez realizados todos los pasos del punto anterior, se realice la comunicación correcta con todo el sistema conectado, levantando acta del ensayo final, siendo favorable.

En cuanto a los reguladores del alumbrado exterior, se dispondrán de los dispositivos más idóneos y eficaces para regular el nivel lumínico y permitir la reducción del flujo luminoso emitido, conservando en todo momento los parámetros de calidad de las mismas. Estos equipos irán alojados bien en un mismo armario con la medida y maniobra, o en armario independiente, junto a éste, siendo recomendable en ambos casos que el armario sea de material aislante sin rejillas de ventilación, con una hermeticidad mínima IP-54.

3.5.5. Medición y abono

Los luminancímetros y luxómetros se medirán por unidad totalmente instalada, incluyendo elementos de anclaje, auxiliares y columna.

Los luminancímetros y luxómetros se abonarán según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto.

El sistema de regulación DALI se medirá por unidades totalmente instaladas, incluyendo los controladores de planta y locales, conexiónado, programación, configuración y puesta en marcha.

El sistema de regulación DALI se abonará según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto.

3.6. Elementos de Balizamiento en Interior de Túnel

3.6.1. Definición

Se entiende por balizamiento el conjunto de elementos capaces de producir una ayuda visual a los conductores, especialmente de noche y en condiciones de baja visibilidad, formando un sistema óptico continuo de guía, coordinado con la señalización horizontal de borde.

El alcance de las siguientes unidades de obra incluye las siguientes actividades:

- El suministro de los correspondientes hitos captafaros, completamente terminados, así como todos los elementos auxiliares, su almacenamiento y conservación hasta el momento de su colocación.
- Los elementos de soporte.
- La colocación de los hitos, incluyendo todos los elementos de sujeción, como adhesivos, tornillos, arandelas, tuercas, etc.
- La limpieza y preparación de superficies en el caso de aplicación de pinturas reflectantes, así como el suministro y aplicación de la misma.

3.6.2. Materiales

Hitos captafaros en barreras de seguridad

Serán de chapa de acero blanca de un milímetro (1 mm) de espesor, con un tratamiento realizado por galvanizado por inmersión en caliente.

Ambas caras serán reflexivas, una de color blanco y la otra de color ámbar, estando formadas por filas paralelas de prismas acrílicos moldeados. Los elementos reflectantes tendrán una superficie reflectante entre cincuenta y sesenta centímetros cuadrados (50-60 cm²) por cada cara y cumplirán el nivel R-1 de reflexión.

3.6.3. Ejecución de las obras

Hitos captafaros en barreras de seguridad

Se sujetarán a las barreras por medio de piezas especiales galvanizadas en caliente, acopladas al poste de barrera, a una altura de cincuenta y cinco centímetros (55 cm) del suelo.

Los captafaros se colocarán en el eje de la barrera, manteniendo una separación constante de cuatro metros (4 m), entre los cinco primeros en el sentido de la circulación de los vehículos por el carril más cercano y de ocho metros (8 m) entre los restantes.

3.6.4. Ensayos

Los hitos serán fabricados por un fabricante que haya realizado ensayos y muestras aprobadas y contrastados oficialmente por el Ministerio de Fomento en cuanto a resistencia al agua de lluvia y agua salina, humedad, intensidad luminosa, perfecta adherencia de los materiales, flexibilidad y duración.

Las pinturas serán fabricadas por un fabricante que haya realizado ensayos y muestras aprobadas y contrastados oficialmente por el Ministerio de Fomento.

En cualquier caso los materiales y tratamientos a emplear deberán cumplir con las condiciones de calidad exigidas en el presente Pliego.

El Director de la Obra podrá exigir en cualquier momento la presentación de los correspondientes certificados oficiales, así como la realización de cualquiera de los ensayos citados.

3.6.5. Medición y abono

Los hitos captafaros se medirán por unidades (ud) realmente colocadas en obra, siempre que hayan sido expresamente aprobados por el Director de la Obra, abonándose de acuerdo con los precios indicados en el Cuadro de Precios N° 1.

Los elementos de sustención, incluidos los anclajes y protección, ya sea galvanizado u otro tipo, se consideran incluidos en el precio unitario de los hitos captafaros.

3.7. Centros de Maniobra para Alumbrado Exterior

3.7.1. Definición

La presente unidad comprende el suministro, montaje y conexionado del centro de maniobra, control y protección.

Esta unidad incluye el conjunto formado por los armarios necesarios para el alojamiento de los diferentes componentes, fusibles y bases portafusibles, termostatos, sonda ambiente, resistencias de caldeo, interruptores de encendido y de protección (con rearme automático), contactos auxiliares, toma de corriente y punto de luz, programador astronómico, fotocélula, accesorios de los cuadros, contactores, conmutadores, reguladores de flujo y estabilización de corriente, y todos los componentes necesarios para el correcto funcionamiento de los centros de maniobra.

El sistema de control de alumbrado exterior se realizará mediante sensor crepuscular (fotocélula) y programador astronómico y estará conectado al sistema de control de los túneles permitiendo su mando y control remoto.

Se incluye así mismo el suministro, montaje e instalación de estos elementos así como el correspondiente cableado.

3.7.2. Materiales

Los cuadros para la distribución de alumbrado y fuerza serán de chapa de acero inoxidable metálica de 1,5 mm de espesor, disponiendo de llave o candado de seguridad para el acceso al mismo. Teniendo el cuadro un grado de protección IP-65 o superior.

El cuadro se dimensionará de forma que quede un 30% de espacio libre para futuras ampliaciones.

Estarán provistos de un compartimento para alojar los equipos de mando, protección, circuitos de control y gobierno de la regulación de flujo.

Asimismo, estará prevista la toma de tierra mediante un triángulo de picas de tierra en el interior de arquetas de registro. Las arquetas formarán un triángulo equilátero de 3 m de lado. El triángulo estará conectado por dos de sus vértices al centro de mando.

Todo el material y mecanismo eléctrico constitutivo de los centros de mando será de primera calidad y adecuados a la función que desarrollen.

El cuadro contendrá al menos:

- Envolvente de protección.

- Interruptor automático de entrada.
- Interruptor automático tetrapolar por cada circuito, con bobina auxiliar de disparo. Se utilizarán para protección de líneas y equipos contra sobrecargas y cortocircuitos. Estarán provistos de un disparo por sobrecarga con retardo térmico y de un disparo rápido por cortocircuito. Serán del tipo modular para la intensidad de cortocircuito adecuada (mínimo 10 kA) y cumplirán normas UNE-EN 60.898 e IEC 947-2.
- Interruptor diferencial superinmunizado (si) y con rearme automático. Se utilizarán para protección de las personas contra los contactos directos e indirectos y para proteger las instalaciones contra los defectos de aislamiento. Se instalarán siempre aguas abajo del interruptor magnetotérmico correspondiente. Dispondrán de pulsador de prueba y estarán protegidos contra disparos intempestivos debido a sobretensiones pasajeras. La sensibilidad y número de polos se indica en planos. La desconexión en caso de fugas de corriente alterna se producirá antes de 40 mseg.
- Contactor de fuerza general.
- Estabilizador- reductor de tensión trifásico.
- Contactor de mando para reducción de flujo.
- Conmutador manual de accionamiento de fuerza.
- Conmutador manual de reducción de flujo.
- Sistema de calefacción con termostato.
- Sistema de iluminación interior con interruptor.
- Interruptores automáticos bipolares para alumbrado y calefacción.
- Transformador de aislamiento 380/220 V.
- Programador astronómico.
- Célula fotoeléctrica.
- Bypass manual de sistema de regulación.
- Protección contra sobretensiones transitorias y permanentes.

El adjudicatario, antes de instalar los materiales, los someterá a la aprobación de la Dirección de Obra.

3.7.3. Ejecución de las obras

Se instalará en una primera etapa el armario, que quedará fijado firmemente al suelo y nivelado. Posteriormente se colocarán los equipos mencionados en el interior del armario, debiendo quedar en orden y perfectamente montados. Se realizará la instalación de la puesta a tierra y el cableado subterráneo protegido para la conexión con los equipos de regulación y estabilización de tensión. Se sellarán los tubos de entrada y salida con un material que permita futuros cableados.

El Contratista instalará, ensamblará y suministrará, según lo indicado en el presente Proyecto, los distintos paneles descritos siendo de su responsabilidad su ensamblaje eléctrico y mecánico con las tolerancias específicas, así como el suministro y tendido de los cables de interconexión entre los mismos según se relaciona en los documentos anexos.

Deberá así mismo seguir las recomendaciones del fabricante a efectos de fijación y nivelación de los mismos.

Cuando por causas de limitación en el transporte, los envíos se realicen en diversas partidas, se deberá proceder a su acoplamiento y conexionado, tanto eléctrico como mecánico.

Se deberá limpiar todo el interior y se deberá proceder a los retoques de pintura necesarios.

Todas las protecciones serán debidamente reguladas, y todos los enclavamientos verificados cuando proceda.

Las conexiones de los cables de potencia y de mando se realizarán fijando el cable al interior del cuadro y dejando un bucle o lira en cada hilo de manera que los bornes o terminales de conexión no puedan ser sometidos a esfuerzo por el conductor.

Se verificará el apriete de todos los tornillos de conexión, así como la existencia de todos los puentes indicados en los esquemas aplicables.

Todos los conductores de potencia deberán conservar el mismo orden de conexión, fase-identificación del conductor de manera que este orden de las fases sea el mismo en cualquier punto de la instalación.

Para los conductores de interconexión, éstos deberán llevar la referencia y el número de borne en donde estará conectada la otra extremidad del conductor.

Antes de realizar las pruebas de cualquier tipo, se deberá verificar que el calibre y regulación de los interruptores automáticos son los indicados en el esquema correspondiente, así como que la sección del cable y dimensionado de los bornes son correctos.

Las entradas de cables se realizarán a través de anillos para cables adecuados.

Las regletas terminales deberán estar montadas en lugares accesibles, con suficiente espacio para la inspección, mantenimiento y conexionado de los cables exteriores.

Los terminales de conexión, serán los adecuados a la sección de cada conductor y quedarán debidamente engastados al objeto de asegurar el contacto eléctrico en los puntos de conexión. Todos los conductores irán equipados con sus terminales correspondientes.

Las pantallas de cables, se instalarán mediante macarrón hasta los puntos de conexión en las regletas de bornas correspondientes.

3.7.4. Ensayos

De acuerdo a los art. 15 y 18 del REBT:

- APARELLAJE
 - Ensayo de aislamientos y tensión.
 - Verificación de temperatura.
 - Ensayo de propagación de la llama.
- RESTO
 - Identificación de fases y neutro.
 - Comprobación de las caídas de tensión.

- Comprobación del equilibrio de fases.
- Verificación del sistema de control de encendido mediante sensor crepuscular (fotocélula) y reloj astronómico.
- Medida del factor de potencia.
- Medida de tierras.

3.7.5. Medición y abono

Se medirá por unidades (ud) totalmente terminadas, entendiéndose que cada unidad incluye el conjunto formado por los armarios necesarios para el alojamiento de los diferentes componentes, fusibles y bases portafusibles, termostatos sonda ambiente, resistencias de caldeo, interruptores de encendido y de protección, toma de corriente y punto de luz, programador astronómico, fotocélula, accesorios de los cuadros, contactores, conmutadores, reguladores de flujo y estabilización de corriente, arquetas y picas de puesta a tierra y todos los componentes necesarios para el correcto funcionamiento de los centros de maniobra, según las especificaciones descritas.

El abono se realizará aplicando a la medición de las unidades realmente ejecutadas, el correspondiente precio del Cuadro de Precios N° 1.

4. Cableado y Canalizaciones

4.1. Cableado Eléctrico

4.1.1. Cables de Media Tensión

4.1.1.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para los cables de Media Tensión y sus terminaciones de interior previstos en el presente proyecto. Cumplirán con el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, las Normas CEI 60502 y UNE HD 620.

Incluye el tendido por canalización, tubo, pared, zanja o tendido aéreo, el conexionado y encintado a las bornas de paso correspondientes y aparatos o aparellaje, así como los empalmes en arquetas, numerado e identificado.

4.1.1.2. Materiales

CABLE HEPRZ1 12/20 kV ALUMINIO

- Tipo: AL HEPRZ1
- Tensión: 12/20 kV
- Norma de diseño: UNE HD 620-9E
- Los cables satisfarán los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Composición

- Conductor: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.
- Semiconductora interna: capa extrusionada de material conductor.

- Aislamiento: etileno propileno de alto gradiente, (HEPR, 105 °C).
- Semiconductora externa: capa extrusionada de material semiconductor separable en frío.
- Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 16 mm².
- Separador: cinta de poliéster.
- Cubierta exterior: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo).

Características eléctricas

- Tensión nominal simple, U₀: 12 kV.
- Tensión nominal entre fases, U: 20 kV.
- Tensión máxima entre fases, U_m: 24 kV.
- Tensión a impulsos, U_p: 125 kV.
- Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente: 105 °C.
- Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito: 250 °C.

CABLE HEPRZ1 18/30 kV ALUMINIO

- Tipo: AL HEPRZ1.
- Tensión: 18/30 kV.
- Norma de diseño: UNE HD 620-9E.
- Los cables satisfarán los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Composición

- Conductor: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.
- Semiconductora interna: capa extrusionada de material conductor.
- Aislamiento: etileno propileno de alto gradiente, (HEPR, 105 °C).
- Semiconductora externa: capa extrusionada de material semiconductor separable en frío.
- Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 25 mm².
- Separador: cinta de poliéster.
- Cubierta exterior: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo).

Características eléctricas

- Tensión nominal simple, U₀: 18 kV.
- Tensión nominal entre fases, U: 30 kV.
- Tensión máxima entre fases, U_m: 36 kV.
- Tensión a impulsos, U_p: 170 kV.
- Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente: 105 °C.
- Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito: 250 °C.

TERMINAL MODULAR DE INTERIOR PARA CABLE 12/20 kV y 18/30 kV

Los terminales para cables de Media Tensión serán del tipo flexible y de interior, aptos para celdas convencionales y homologadas para Compañías Eléctricas y conforme a las Normas UNE-EN 61442 y HD 629 (correspondencia con IEC 60502-4).

Composición Terminal Interior enchufable acodado o recto:

- Dispositivo de acero inoxidable que fija el terminal a otros accesorios.
- Pantalla semiconductor interna EPDM que actúa como una jaula de faraday evitando la ionización del aire ocluido en su interior.
- Contacto de varilla de cobre para la conexión del conductor al equipo.
- Ojal de toma de tierra que permite conectar la capa semiconductor externa a la pantalla del cable.
- Divisor capacitivo de tensión que permite comprobar la ausencia de tensión en el cable antes de la desconexión de la borna.
- Capa semiconductor externa premoldeada EPDM diseñada para dar continuidad a la pantalla del cable.
- Cuerpo aislante premoldeado EPDM para la reconstitución integral del aislamiento.
- Reductor premoldeado EPDM que permite la total adaptación del accesorio a las diferentes secciones y tensiones de los cables.
- Protector premoldeado EPDM que asegura la estanqueidad y protege la toma de tierra.

4.1.1.3. Ejecución de las obras

Todos los cables se enviarán a obra en bobinas normalizadas y debidamente protegidas con duelas. Las bobinas serán transportadas al lugar del tendido, cuidando que no sufran deterioros, ni sea dañado el cable contenido en las mismas. En las bobinas especiales que contengan longitudes >1100 m, la protección de los cables en las mismas se realizará de forma adecuada de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

En caso de tener que almacenar las bobinas, no se apilarán de forma que las alas/platos de unas puedan clavarse en las duelas de las otras.

No se quitarán las duelas de protección o las protecciones especiales hasta el momento en que vaya a realizarse el tendido.

Las duelas se quitarán extrayendo las fijaciones del ala/plato de la bobina.

Antes de iniciar el tendido de un cable se comprobará la limpieza de las proximidades de la bobina y puntos por donde debe transcurrir el cable, con el fin de evitar posibles daños.

Antes de tender los cables por las canalizaciones, el Contratista procederá a la limpieza de los tubos, pasando cepillos de cerdas duras de forma que se garantice que no queden en el interior de los mismos, sustancias extrañas. Una vez realizada la limpieza se pasarán testigos o mandrinos para asegurar que los tubos no se encuentran aplastados.

Los cables se desenrollarán de la bobina estando estas sobre útiles apropiados que le permitan girar sobre su eje.

Se situará el personal necesario a lo largo del tendido, especialmente en las zonas más difíciles, como son las arquetas de cambio de dirección, con objeto de comprobar el correcto desplazamiento del cable.

Con objeto de facilitar el desplazamiento del cable dentro del tubo se permitirá el uso de productos como polvo de talco, siempre y cuando éstos no ataquen o dañen la cubierta exterior del cable.

El tendido de los cables se hará con sumo cuidado, con medios adecuados al tipo de cable, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales que pudieran deteriorar la cubierta de protección y las tracciones exageradas.

El cable no estará sometido a radios de curvatura inferiores a los que se indican a continuación:

- Durante la operación de tendido, el radio de curvatura será, al menos, de 15 veces el diámetro exterior del cable.
- Una vez colocado, el radio de mínimo de curvatura será de 10 veces el diámetro exterior del cable más el diámetro del conductor.

Durante la operación de tendido se empleará un dinamómetro de tiro continuo, con objeto de no superar la tensión de tiraje máxima: 3 kg/mm^2 para conductores de aluminio.

Los cambios de dirección en las arquetas o cámaras se producirán sobre rodillos, con objeto de evitar radios de curvatura inferiores a los admisibles. Además se garantizará el empleo del número suficiente de rodillos para que la presión radial sobre el cable no sea superior a la máxima admisible y recomendada por el fabricante.

No se colocarán cables durante las heladas, ni estando éstos demasiado fríos, debiendo, por lo menos, permanecer doce horas en almacén a 20 grados centígrados antes de su colocación, sin dejarlos a la intemperie más que el tiempo preciso para su instalación.

Los cables para cada uno de los circuitos, estarán convenientemente señalizados en su recorrido, es decir, entrada y salida de tubo y en los pasos de muros, arquetas y en los puntos de conexión. La identificación se realizará con bridas y placas UNEX rotuladas o similar indicando circuito y fase.

Los cables se instalarán en los conductos utilizando guías adecuadas y no sometiendo los cables a tensiones ni rozaduras que puedan perjudicar el aislamiento y cubierta de los mismos.

En las canalizaciones entubadas, una vez terminado el tendido de los cables, se procederá al taponamiento de todos y cada uno de los tubos ocupados que constituyen la canalización, de forma que se evite la entrada de roedores, aguas fangosas o materias extrañas por el interior de los mismos. El taponamiento se realizará con espuma de poliuretano tipo EP-750 y aplicador AMEP.

Durante el tendido de los cables sobre las bandejas de los Centros de Transformación se verificará que los tornillos de unión de bandejas y soportes estos tienen la cabeza hacia el interior, (cabeza gota de sebo), con objeto de evitar el dañado de las cubiertas de los cables.

Una vez tendidos los cables por las canalizaciones enterradas, bandejas en locales técnicos, tubos DIN2440 desde la arqueta a pie de torre y fijación mediante grapas adecuadas a la torre final de línea se protegerán las puntas de los cables con capuchones termoretráctiles hasta la ejecución de los terminales acodados en las celdas y Elasticfit de exterior en las torres final de línea.

Los cables de un mismo circuito se montarán sobre la bandeja formando una terna, en contacto mutuo, y estarán sujetas entre sí y a la bandeja mediante bridas UNEX o similar. Las bridas se montarán a una interdistancia aproximada de 70 cm.

Cada una de las ternas que forman los circuitos de acometida estará separada en la bandeja, de otros circuitos o conductores, el espacio de un diámetro equivalente de la terna.

La realización de empalmes requerirá la aprobación expresa del Director de Obra o cuando la longitud del cable supere los 1.150 metros.

Las pantallas de los cables serán puestas a tierra en ambos extremos en cada celda de MT y cuando la longitud del cable supere los 2.000 metros.

Los conductores de cada circuito estarán identificados a la entrada de las celdas, en el interior de las celdas debajo de los conectores acodados y en las arquetas. Esta identificación se realizará con manguitos termoretráctiles de los siguientes colores: verde para la fase R, amarillo para la fase S y marrón para la fase T.

Para la confección de kit terminales de MT se seguirán las instrucciones de montaje que facilita el fabricante con cada kit terminal.

La instalación y conexionado de los terminales de MT será realizada utilizando las herramientas y medios auxiliares, como cintas, recomendados por el fabricante de los terminales.

4.1.1.4. Ensayos

Una vez terminado el tendido e instalación de los empalmes y terminales, el cable será sometido a un ensayo de rigidez dieléctrica.

Antes de empezar la prueba, se asegurará que ambos extremos de los cables estén sueltos y aislados, de forma que la tensión aplicada no dañe al personal y a los aparatos.

La prueba será efectuada a la temperatura ambiente con corriente alterna y una curva sinusoidal de 25 a 100 ciclos ambos inclusive.

El valor de la tensión aplicada será el doble de la tensión nominal del sistema más 1000 voltios. La tensión irá aumentando gradualmente y mantenida al valor máximo durante 1 minuto.

Después de aplicada la tensión de prueba, se medirá la resistencia de aislamiento entre conductores y entre éstos y la pantalla. El valor mínimo de la resistencia de aislamiento será de 12 M Ω como mínimo.

Una vez finalizada la prueba, y conectado el cable, se comprobará la adecuada conexión a tierra de las pantallas.

Se inspeccionará la cubierta de los cables, los posibles daños mecánicos, en los puntos donde los cables salen de los tubos.

Estarán identificadas además con colores:

- (1) Fase R o U o “0” Verde
- (2) Fase S o V o “4” Amarillo
- (3) Fase T o W o “8” Marrón.

Ensayos individuales:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Ensayo de tensión del aislamiento.
- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayo de tensión de la cubierta exterior Spark-Test.

Ensayos especiales (Sobre una muestra)

- Examen del conductor.
- Control dimensional.

Una vez terminado el tendido e instalación de los empalmes y terminales, el cable será sometido a un ensayo de rigidez dieléctrica (ensayo único para terminal y cables).

Antes de empezar la prueba, se asegurará que ambos extremos de los cables estén sueltos y aislados, de forma que la tensión aplicada no dañe al personal y a los aparatos.

La prueba será efectuada a la temperatura ambiente con corriente alterna y una curva sinusoidal de 25 a 100 ciclos ambos inclusive.

El valor de la tensión aplicada será el doble de la tensión nominal del sistema más 1000 voltios. La tensión irá aumentando gradualmente y mantenida al valor máximo durante 1 minuto.

Después de aplicada la tensión de prueba, se medirá la resistencia de aislamiento entre conductores y entre éstos y la pantalla. El valor mínimo de la resistencia de aislamiento será de 12 M Ω como mínimo.

Una vez finalizada la prueba, y conectado el cable, se comprobará la adecuada conexión a tierra de la pantalla.

Se inspeccionará la cubierta de los cables, los posibles daños mecánicos, en los puntos donde los cables salen de los tubos.

4.1.1.5. Medición y abonos

Los cables eléctricos se medirán por metro lineal, totalmente instalado, incluyendo accesorios de fijación y montaje, inspecciones y pruebas. El precio incluye el suministro, bobinas de transporte, transporte a obra, limpieza y acondicionamiento de canalizaciones existentes, tendido, fijación de cables en ternas cuando corresponda mediante bridas, inspecciones y pruebas, retirada de bobinas a fábrica y restos de

montaje y en general todos aquellos trabajos no indicados que sean necesarios para la correcta ejecución y terminación de esta unidad de obra.

Los cables eléctricos se abonarán por metro lineal, según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto.

4.1.2. Cables de Baja Tensión

4.1.2.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para los cables de baja tensión necesarios en la distribución de energía eléctrica de las instalaciones asociadas al presente proyecto. Cumplirán con el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, las Normas UNE 60228, UNE 21123, UNE 50267, UNE 60332, UNE 61034, UNE 50200 e IEC 60331.

Incluye el tendido por canalización, tubo, pared, zanja o tendido aéreo, el conexionado y encintado a las bornas de paso correspondientes y aparatos o aparellaje, así como los empalmes en columnas y acometidas, numerado e identificado y agrupado mediante bridas de poliamida según circuitos.

4.1.2.2. Materiales

CABLE RZ1-K (AS) 0,6/1 kV COBRE

- Conductor: cobre pulido flexible clase 5.
- Aislamiento: polietileno reticulado tipo XLPE.
- Cubierta exterior: compuesto de poliolefina tipo ST8, color estándar verde.
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de prueba: 3500 V.
- Temperatura de servicio: -15°C a +90°C.
- Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C (máx. 5 s).
- Radio de curvatura: 5 veces el diámetro.
- Resistencia al agua: AD7, según IEC 60364-3.
- Resistencia a hidrocarburos: cumple, según ICEA S-73-532.
- No propagación de la llama: cumple, según EN 60332-1-2 e IEC 60332-1.
- No propagación del incendio: cumple, según EN 50266-2-4 e IEC 60332-3-24.
- Emisión de humos: cumple transmitancia >60%, según EN 61034-2 e IEC 61034-2.
- Emisión de halógenos: cumple <0,5%, según EN 50267-2-1 e IEC 60754-1.
- Determinación de acidez de los gases: $\text{pH} \geq 4,3$ y conductividad $\leq 10 \mu\text{S}/\text{mm}$, según EN 50267- 2-3 e IEC 60754-2.

CABLE SZ1-K (AS+) 0,6/1 kV COBRE

- Conductor: cobre pulido flexible clase 5.
- Aislamiento: silicona tipo EI2.
- Cubierta exterior: compuesto de poliolefina tipo DMZ-E, color estándar naranja.
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de prueba: 3500 V.

- Temperatura de servicio: -15°C a +90°C.
- Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C (máx. 5 s).
- Radio de curvatura: 5 veces el diámetro.
- Resistente al fuego: cumple 90 mins a 840 °C con impactos, según IEC 60331-1 y -2, UNE-EN 50200, UNE-EN 50362.
- Resistente al fuego: NF C-32-070, Categoría CR1-C1.
- Resistencia 2 h a 400 °C: UNE-EN 12101-3, clase F400.
- No propagación de la llama: cumple, según UNE-EN 60332-1-2 e IEC 60332-1.
- No propagación del incendio: cumple, según UNE-EN 50266-2-4 e IEC 60332-3-24.
- Emisión de humos: cumple transmitancia >60%, según EN 61034-2 e IEC 61034-2.
- Emisión de halógenos: cumple <0,5%, según EN 50267-2-1 e IEC 60754-1.
- Determinación de acidez de los gases: según UNE-EN 50267-2-3 e IEC 60754-2, pH ≥ 4,3 y conductividad ≤ 10 μS/mm, según EN 50267-2-3 e IEC 60754-2.

CABLE DN 0,6/1 kV COBRE

- Conductor: cobre electrolítico recocido flexible clase 5.
- Aislamiento: Elastómero termoestable de Etileno- Propileno.
- Cubierta exterior: Neopreno.
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de prueba: 3500 V.
- Temperatura de servicio: -40°C a +90°C.
- Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C (máx. 5 s).
- Resistente al agua: Resistente a la absorción de agua.
- No propagación de la llama: cumple, según UNE-EN 60332-1-2 e IEC 60332-1.

CABLE DE COBRE DESNUDO PARA PUESTA A TIERRA

- Conductor: cobre desnudo.
- Construcción y resistencia eléctrica: Clase 2 según UNE 21.022.
- Sección 35 mm², según ITC-BT-09.
- Se incluirá todo el pequeño material necesario para sujeción de este, así como soldaduras aluminotérmicas para derivación de la red de tierra y grapas para su unión a la columna o estructura metálica.

CABLE TIPO XZ-1 0,6/1 kV ALUMINIO

Homologado por Iberdrola.

4.1.2.3. Ejecución de las obras

Todos los cables se enviarán a obra en bobinas normalizadas y debidamente protegidas con duelas.

- 4 veces su diámetro para diámetros exteriores <25mm,
- 5 veces su diámetro para diámetros exteriores entre 25mm y 50mm,
- 6 veces su diámetro para diámetros exteriores >50mm.

Tampoco se enrollarán con diámetros más pequeños que el de la capa inferior asentada sobre bobina de fábrica.

No se colocarán cables durante las heladas, ni estando éstos demasiado fríos, debiendo, por lo menos, permanecer doce horas en almacén a 20 grados centígrados antes de su colocación, sin dejarlos a la intemperie más que el tiempo preciso para su instalación.

Los aislamientos de la instalación deberán ser los reglamentados en función de la tensión del sistema.

Los cables para cada uno de los distintos sistemas de alimentación, estarán convenientemente identificados y separados en el trazado, de manera que sean fácilmente localizables.

Los cables estarán canalizados en bandejas o en tubos, según los sistemas previstos en la instalación. No se permitirá más de un nivel de cables en cada bandeja, debiendo ir correctamente peinados uniendo las ternas de cada circuito.

Las secciones serán las indicadas en el Proyecto. Cualquier cambio de sección de conductores deberá ser aprobado por el Director de Obra.

Las bridas empleadas para sujeción de cables en el interior del túnel deberán ser de polipropileno especiales para ambientes químicos corrosivos.

Se utilizarán colores de cubiertas normalizados. Los cables correspondientes a cada circuito se identificarán convenientemente en el inicio del circuito al que corresponde y durante su recorrido, cuando las longitudes sean largas o cuando por los cambios de trazado, sea difícil su identificación. Para ello, se utilizarán cinta aislante, etiquetas y otros elementos de identificación adecuados. El marcado de los cables se realizará cada 2 metros en el tendido en bandeja y en cada arqueta.

Los empalmes y conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones, por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, cuidando siempre de que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

En general, para la instalación de conductores se seguirán las normas indicadas en la el reglamento de baja tensión y la norma UNE 211435.

4.1.2.4. Ensayos

Se requerirá la presentación de certificados de cumplimiento de la normativa referenciada en este pliego de condiciones.

4.1.2.5. Medición y abonos

Los cables eléctricos se medirán por metro lineal, totalmente instalado, incluyendo accesorios de fijación, montaje, identificación y conexión. El precio incluye el suministro, bobinas de transporte, transporte a obra, limpieza y acondicionamiento de

canalizaciones existentes, tendido, inspecciones y pruebas, y en general todos aquellos trabajos no indicados que sean necesarios para la correcta ejecución y terminación de esta unidad de obra.

Los cables eléctricos se abonarán por metro lineal, según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo y sección de los cables.

4.2. Canalizaciones y Bandejas

4.2.1. Bandejas

4.2.1.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para las bandejas previstas para el transporte del cableado de las instalaciones eléctricas y de comunicaciones. Cumplirán con el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, las Normas UNE 60695, UNE 23727, UNE 61537, DIN 50976 y Normas BAT.

Las bandejas podrán ir instaladas en los falsos suelos y sótanos de cables de los locales técnicos, falsos techos y suelos de edificios y en el interior de los túneles en las paredes de los hastiales y suspendidas del techo en posición cenital.

Cada tramo de bandeja se suministrará y montará incluyendo sus accesorios correspondientes (curvas, codos, T's, tapas, separadores), herrajes de fijación, uniones, soportes, etc.

4.2.1.2. Materiales

BANDEJA TIPO RANURADA DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE

La bandeja será de ala vuelta de acero laminado en frío y galvanizada en caliente según DIN 50976, después de fabricada, con un grosor de 50-60 micras.

Será del tipo perforada, con la base embutida con perforaciones, borde de seguridad y perfil lateral para tapa encastrable. La tapa irá a presión sin tornillos ni fijaciones.

La chapa de acero de las bandejas y de las tapas será de un espesor mínimo de 1,5 mm. La tornillería será de acero galvanizado en caliente con un baño de grosor máximo de 40 micras s/DIN 267.

En todos los tramos verticales las bandejas quedarán protegidas con tapas. Además, en el interior de los túneles, las bandejas deberán ser cortadas y dobladas in situ para poder seguir perfectamente la curvatura de los hastiales y que no sobresalgan de las hendiduras practicadas en la pared.

El suministro de bandeja y tapa será en tramos rectos de 1 m o 1,5 m para poder seguir la curvatura sin dificultad e incluirá la parte proporcional de tornillería, piezas unión y de fijación.

Los soportes y todos los accesorios de bandeja serán igualmente galvanizados por inmersión después de ser fabricados.

El instalador realizará los cálculos de carga necesarios para asegurar que las cargas en N/m no superan los valores admisibles, en función de la separación entre apoyos establecida (los valores deberán estar conforme a la norma UNE-EN 61537).

Las dimensiones serán las siguientes:

- Anchura: 100, 200, 300, 400 o 600 mm.
- Altura ala: 60 o 100 mm .

Sujeción

En el caso del montaje de la línea cenital en el interior de los túneles, las bandejas irán suspendidas del techo según lo indicado en planos y soportadas por una estructura formada por perfiles dobles de soporte y ménsulas de apoyo. Estos perfiles tendrán un espesor mínimo de 2,5 mm y una placa de fijación según planos de detalle. Así mismo incluirán unos tirantes de fijación en el sentido de la circulación.

BANDEJA TIPO REJILLA DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE

Estarán contruidos en chapa de acero galvanizada de 1,5 mm de espesor y solapadas sus partes laterales para conseguir una mayor resistencia a la compresión.

Las bandejas de rejilla serán de acero galvanizado en caliente según DIN 50976, después de fabricada, con un grosor de 50-60 micras.

El instalador realizará los cálculos de carga necesarios para asegurar que las cargas en N/m no superan los valores admisibles, en función de la separación entre apoyos establecida (los valores deberán estar conforme a la norma UNE-EN 61537).

Las dimensiones serán las siguientes:

- Anchura: 100, 200, 300, 400 o 600 mm.
- Altura ala: 60 o 100 mm.

BANDEJA DE PVC

Las bandejas se montarán con una cubierta de PVC con grado de combustibilidad M1, conforme al REBT (RD 842/2002) ITC-BT-21, protegiendo a los cables contra el fuego y contra impactos.

Las bandejas y las cubiertas serán de PVC rígido M1, de sección suficiente en función del número de cables y de la carga lineal que aguanta la bandeja por el peso de los cables.

El material de las bandejas y cubiertas deberá cumplir con la norma de reacción al fuego UNE 23727, y del ensayo del hilo incandescente a 960°C sin inflamación en bandejas, según UNE-EN 60695-2-1/1:1997.

El material de las bandejas y cubiertas debe ser aislante, no precisando puesta a tierra.

Las bandejas y cubiertas deben ser aislantes, no inflamables y no propagadoras de las llama.

Las bandejas deberán proporcionar una protección mecánica de 20 J según la norma UNE EN 61537 de pruebas de cargas admisibles de bandejas, soportes, montantes, etc.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias de 1,5 m, de tal modo que no se produzcan flechas longitudinales superiores a 30 mm y flechas transversales superiores de 15 mm. Las bandejas estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

La unión entre bandejas se realizará mediante unión mecánica por pernos.

Las bandejas se soportarán del techo o pared mediante soportes horizontales, perfiles de 0,5 m y conectores en acero inoxidable. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

4.2.1.3. Ejecución de las obras

Las canalizaciones se instalarán siguiendo los planos de canalizaciones del proyecto. Antes de la instalación de las canalizaciones, se deberán presentar para su aprobación por la Dirección de Obra los planos necesarios para definir correctamente la situación y formación de todos los puntos de apoyo de la bandeja, anclajes de tubos, así como las piezas especiales que sean necesarias. Nunca las bandejas deben ser ocupadas por más del 80% de su capacidad.

Los empalmes de bandeja nunca deben estar separados de los soportes más de 1/10 de la longitud o separación de dichos soportes.

Una vez instaladas las bandejas y antes de colocar los cables, la Dirección de obra podrá pedir una prueba de carga de las mismas para comprobar su seguridad. Para admitir el peso de acuerdo a la capacidad de cada bandeja, las flechas anteriormente indicadas pueden alcanzar valores superiores, aunque nunca deberán superar los 10 mm.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de 3 cm, por lo menos.

Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar el aplastamiento de suciedad, yeso u hojarasca en el interior de los conductos, tubos, accesorios y cajas durante la instalación. Los tramos de conductos que hayan quedado taponados se limpiarán perfectamente hasta dejarlos libres de dichas acumulaciones, o se sustituirán conductos que hayan sido aplastados o deformados.

Las bandejas metálicas del interior del túnel se pondrán a tierra en los extremos conectándose a las mallas de tierra enterradas y se garantizará la continuidad entre las diferentes secciones de las bandejas.

4.2.1.4. Ensayos

La Dirección de Obra comprobará que los materiales son de fabricante conocido, realizando una inspección visual, para comprobar que se trata de material de nuevo uso. El material será suministrado acompañado de los documentos que acrediten al menos el ensayo de espesor en micras del galvanizado en el caso de las bandejas.

La recepción de las canalizaciones, se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las Normas BAT, en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas u disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

4.2.1.5. Medición y abonos

Las bandejas se medirán por metro lineal, totalmente instalado, incluyendo accesorios, estructura de fijación y montaje.

Las bandejas se abonarán por metro lineal, según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo y anchura.

4.2.2. Tubos

4.2.2.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para los tubos previstos para llevar el cableado de las instalaciones asociadas al Túnel de Urdinbide. Cumplirán con el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT), las Normas UNE 61386, UNE 60695, UNE 50267 y Normas BAT.

Los tubos podrán ir instalados en las paredes, falsos techos y suelos de los locales técnicos y de edificios y en el interior de los túneles en las paredes de los hastiales.

Cada tubo se suministrará y montará incluyendo sus accesorios correspondientes (curvas, codos, etc.), grapas de fijación, uniones, etc.

4.2.2.2. Materiales

TUBO FLEXIBLE REFORZADO LIBRE DE HALÓGENOS (LHF)

Para la alimentación o comunicaciones de todos los sistemas necesarios en el interior de los túneles se utilizarán tubos libre de halógenos, flexible, blindado y enchufable, del tipo LHF.

Estos tubos tendrán las siguientes características:

- No emiten gases tóxicos ni corrosivos (cero halógenos), según UNE 50267.
- Al arder emiten muy pocos humos, siendo estos claros y translúcidos.
- No propagador de la llama, según UNE 60695-2-4.
- Resistencia al aplastamiento 320 N, según UNE 61386.
- Resistencia al impacto a -5°C de 2 Julios, según UNE 61386.
- Temperatura de trabajo entre -5°C y 90°C.
- Las dimensiones serán las siguientes:
 - Diámetros nominales: 16, 20, 25, 32, 40 o 50 mm.

- Diámetros interiores mínimos correspondientes: 11,5 - 15 - 19 - 26 - 32,5 - 42 mm
- Longitud de cada tramo de tubo: 3 metros.

TUBO RÍGIDO LIBRE DE HALÓGENOS (LHR)

Para la alimentación o comunicaciones de todos los sistemas necesarios en el interior de los túneles se utilizarán cuando se requiera tubos libre de halógenos, rígido, blindado y enchufable, del tipo LHR.

Estos tubos tendrán las siguientes características:

- No emiten gases tóxicos ni corrosivos (cero halógenos), según UNE 50267.
- Al arder emiten muy pocos humos, siendo estos claros y translúcidos.
- No propagador de la llama, según UNE 60695-2-4.
- Resistencia al aplastamiento 1250 N, según UNE 61386.
- Resistencia al impacto a -5°C de 6 Julios, según UNE 61386.
- Temperatura de trabajo entre -5°C y 105°C.
- Las dimensiones serán las siguientes:
 - Diámetros nominales: 16, 20, 25, 32, 40 o 63 mm.
 - Diámetros interiores mínimos correspondientes: 11,5 - 15,4 - 19,9 - 26,3 - 33,9 - 53 mm
 - Longitud de cada tramo de tubo: 3 metros.

TUBO DE ACERO GALVANIZADO DIN2440

Para la alimentación o comunicaciones de todos los sistemas necesarios en el interior de los túneles se utilizarán cuando se requiera tubos de acero galvanizado estirados sin soldaduras, tipo DIN 2440.

Estos tubos tendrán las siguientes características:

- Material: acero galvanizado en caliente por inmersión después de construido, estirado sin soldadura, según norma DIN2440.
- Montaje: mural mediante fijaciones.
- Temperatura de utilización: -5°C a +60°C
- Resistencia a la compresión: > 4000 N
- Resistencia al impacto: > 20 J a -5°C
- Resistencia a la corrosión: Media.
- No propagador de la llama.
- Norma: UNE 61386
- Accesorios: Curvas, manguitos, fijaciones, etc.
- Las dimensiones serán las siguientes:
 - Diámetros nominales: ½", ¾", 1", 1 ½", 2".
 - Diámetro exterior nominal equivalente en mm: 21,3 - 26,9 - 33,7 - 48,3 - 60,3 mm.
 - Diámetros interiores mínimos correspondientes: 16 - 21,6 - 27,2 - 41,8 - 53 mm.
 - Longitud de cada tramo de tubo: 3 metros.

4.2.2.3. *Ejecución de las obras*

Las canalizaciones se instalarán siguiendo los planos de canalizaciones del proyecto. Antes de la instalación de las canalizaciones, se deberán presentar para su aprobación por la Dirección de Obra, los planos necesarios para definir correctamente la situación y formación de todos los puntos de apoyo de la bandeja, anclajes de tubos, así como las piezas especiales que sean necesarias. Los tubos nunca deben estar ocupados por más del 50% de su capacidad interior cuando lleven un circuito, 33% cuando lleven 2, 40% cuando lleven 3-4, y 33% cuando lleven 5 o más circuitos.

Separación con otros servicios

Las instalaciones de cables subterráneos de AT deben cumplir las condiciones que puedan imponer otros Organismos Competentes afectados, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de AT.

- Paralelismo. Es el caso cuando la canalización discurre sensiblemente paralela a la de otros servicios, pudiendo ser tanto en sentido horizontal como vertical. La separación mínima requerida será la siguiente:
 - Líneas de alta o baja tensión: 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.
 - Cables de telecomunicaciones: 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386.
 - Canalizaciones de agua, gas, etc.: 25 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386.
 - Canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar): 100 cm.
- Cruces. La separación mínima requerida será la siguiente:
 - Calles y carreteras: Los cables se colocarán en el interior de tubos hormigonados en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,50 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial
 - Líneas de alta o baja tensión: 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá

separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.

- Con cables de telecomunicación: 25 cm. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE 61386. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.
- Canalizaciones de agua, gas, etc.: 25 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otras a una distancia superior a 1 m del punto de cruce.
- Conducciones de alcantarillado: Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas.
- No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de una adecuada resistencia mecánica.
- Depósitos de carburante: Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

4.2.2.4. *Ensayos*

La Dirección de Obra comprobará que los materiales son de fabricante conocido, realizando una inspección visual, para comprobar que se trata de material de nuevo uso. El material será suministrado acompañado de los documentos que acrediten al menos el ensayo de espesor en micras del galvanizado en el caso de las bandejas.

La recepción de los canalizaciones, se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las Normas BAT, en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas u disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

4.2.2.5. *Medición y abonos*

Los tubos se medirán por metro lineal totalmente instalado, incluyendo accesorios de fijación y montaje. Los tubos se abonarán por metro lineal, según los precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo y diámetro de tubo.

4.2.3. Cajas de Derivación

4.2.3.1. Definición

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para las cajas de derivación previstas en el presente proyecto. Cumplirán con el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, las Normas UNE 60695, UNE 50267, UNE 50102 y Normas BAT.

Las cajas de derivación podrán ir instaladas sobre las bandejas en el interior del túnel / galerías, en las paredes, falsos techos y suelos de los locales técnicos y de edificios.

Cada caja se suministrará y montará incluyendo sus accesorios correspondientes (fijaciones, prensaestopas, bornas de conexión interiores, etc.). En general y exceptuando las cajas especiales y las que específicamente se indique, se medirán y abonarán como parte proporcional del equipo al que realizan el servicio (luminaria, toma de corriente, etc.).

4.2.3.2. Materiales

CAJA DE DERIVACIÓN LIBRE DE HALÓGENOS

Para la instalación de alumbrado normal, tomas de corriente y equipos auxiliares se utilizarán cuando se requiera cajas de derivación libre de halógenos.

En general, siempre que sea preciso realizar derivaciones, éstas se efectuarán en cajas de conexión, estancas al agua, provistas de los correspondientes prensaestopas de entrada/salida de cables y las bornas de conexión en su interior.

Las cajas de derivación serán de las siguientes características:

- Material: plástico libre de halógenos.
- Grado de protección: IP-65.
- Protección mecánica a los choques: IK10.
- Juntas: neopreno.
- Tapa: atornillada.
- Entradas: inferior y lateral, con prensaestopas.

CAJA DE DERIVACIÓN RESISTENTE AL INCENDIO

Para la instalación de los circuitos de alumbrado SAI se utilizarán cajas de conexión (cofres) resistentes al incendio.

Las cajas se instalarán junto a una luminaria de emergencia (SAI) y les entrarán los cables de alimentación resistentes al incendio junto con el cable de comunicaciones del sistema de regulación DALI, entrando en cada caja un cable de control y saliendo manguera de 5 venas (F+N+T + pares de control) para la luminaria.

Las cajas de derivación serán de las siguientes características:

- Material: Poliéster con fibra de vidrio.
- Grado de protección: IP-66.

- Protección mecánica a los choques: IK 09.
- Tapa: atornillada con tornillería imperdible de acero inoxidable.
- Toma de tierra equipotencial exterior al cofre.
- Contactos en punta de plata y trenza metálica.
- Fijación en 4 puntos.
- Entradas y Salidas: inferior y lateral, con prensaestopas.
- Protección con fusibles interiores para los circuitos de derivación.
- Resistente al incendio (similar al cable, 842°C 90 minutos). Certificado de garantía de funcionamiento de la instalación, ensayado con cables funcionando según curva de fuego de al menos 920°C en 56 minutos y manteniendo el ensayo hasta los 90 minutos.

4.2.3.3. Ejecución

Antes de la instalación de las cajas, se deberán presentar para su aprobación por la Dirección de Obra los planos necesarios para definir correctamente la situación.

4.2.3.4. Pruebas y ensayos

La recepción de las cajas de derivación se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad indicadas.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

4.2.3.5. Medición y abono

Las cajas de derivación del tipo libres de halógenos estarán incluidas como parte proporcional dentro del equipo al que dan servicio (luminaria, tomas de corriente, etc.).

Las cajas de derivación del tipo resistentes al incendio se medirán por metro lineal totalmente instaladas, incluyendo accesorios de fijación, prensaestopas y montaje.

Las cajas de derivación del tipo resistentes al incendio se abonarán por metro lineal, según precios unitarios establecidos en el Presupuesto para cada tipo y diámetro de tubo.