



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



EUITZ

HUERTO SOLAR FOTOVOLTAICO DE 1 MW CON CONEXIÓN A RED DE M.T.

MEMORIA

AUTOR: EDUARDO PERIS BORAO

DIRECTOR: ANGEL SANTILLAN LAZARO

ESPECIALIDAD: ELECTRICIDAD

CONVOCATORIA: SEPTIEMBRE – 2010



ÍNDICE

MEMORIA

1. OBJETO Y ALCANCE DE LA INSTALACIÓN	1
1.1. CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN DEL PARQUE.....	1
1.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN	1
1.3. ANTECEDENTES	1
1.3.1. Energía solar	2
1.3.2. Radiación solar	3
1.3.2.1. Tipos de radiación solar.....	3
1.3.2.2. Movimiento del Sol.....	3
1.3.3. Efecto fotovoltaico.....	4
1.3.3.1. Conceptos básicos.....	4
1.3.3.2. Materiales semiconductores	4
1.3.3.3. Unión “p-n”	5
1.3.3.4. Ancho de banda prohibida.....	5
2. DEFINICIÓN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN	6
2.1. SISTEMA GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	6
2.2. SEGUIDOR SOLAR A DOS EJES	8
2.3. INVERSOR.....	9
2.4. PROTECCIONES.....	12
2.5. CABLEADO.....	12
2.6. PUESTA A TIERRA	13
2.7. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN	13
2.8. TRANSFORMADOR	14
3. CALCULOS DE LA INSTALACIÓN	16
3.1. CALCULO DEL CAMPO GENERADOR FOTOVOLTAICO	16
3.1.1. Número de módulos en serie	16

3.1.2. Número de ramas en paralelo.....	17
3.1.3. Número de grupos	17
3.2. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA	17
3.2.1. Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal	17
3.2.2. Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador.....	18
3.2.3. Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR	18
3.2.3.1. Pérdidas por dispersión de los parámetros entre los módulos (A1).....	18
3.2.3.2. Pérdidas por efecto del polvo y la suciedad depositada sobre los módulos solares (A2).....	18
3.2.3.3. Pérdidas por reflectancia angular y espectral (A3).....	18
3.2.3.4. Factor de sombras (A4)	19
3.2.3.5. Total de pérdidas en el generador (A)	19
3.2.3.6. Pérdidas en el cableado de la parte de corriente continua (B).....	19
3.2.3.7. Pérdidas en el cableado de la parte de corriente alterna (C)	19
3.2.3.8. Pérdidas por disponibilidad (D).....	19
3.2.3.9. Pérdidas por el rendimiento del inversor (E)	19
3.2.3.10. Pérdidas por rendimiento de seguimiento del punto de máxima potencia del generador (PMP)	20
3.2.3.11. Pérdidas por temperatura (P_{temp})	20
3.2.4. Estimación de la energía inyectada	22
3.2.5. Producción anual esperada.....	24
3.2.6. Distancia mínima entre filas de módulos.....	25
3.2.7. Distancia mínima entre módulos y caseta del inversor	26
3.3. CALCULO DEL CABLEADO	26
3.3.1. Circuito de corriente continua.....	27
3.3.2. Circuito de corriente alterna	38
3.3. Calculo de la toma de tierra	66
4. MANTENIMIENTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	67

4.1. GENERALIDADES	67
4.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	67
4.3. MODELO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	67
4.3.1. Mantenimiento del campo fotovoltaico	67
4.3.2. Mantenimiento del inversor	69
4.3.3. Mantenimiento de las instalaciones y equipo de medida	69
4.4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO	70
5. LEGISLACIÓN DE CONEXIÓN A RED	71
5.1. PROCEDIMIENTO PARA LA CONEXIÓN A RED DE INSTALACIONES FOTVOLTAICAS	71
5.1.1. Redacción de Documento Básico.....	72
5.1.2. Solicitud de Punto de Conexión de la Instalación Fotovoltaica a la Red de la Empresa Distribuidora (ED)	72
5.1.3..... Redacción del Documento Técnico Definitivo e Inclusión en el Régimen Especial	72
5.3.1.4.Realización del Montaje de la Instalación e Inscripción Definitiva en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial	73
5.2. INGRESOS POR VENTA DE ENERGÍA VERTIDA A LA RED	74
5.3. NORMATIVA QUE REGULA ESTE PROCEDIMIENTO	74
6. RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	75
7. CONCLUSIÓN	75
8. BIBLIOGRAFÍA.....	75

ANEXO 1: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	76
1.1. INTRODUCCIÓN	76
1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.....	76
1.2.1. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales.....	76
1.2.2. Principios de la acción preventiva	76

1.2.3. Evaluación de los riesgos.....	77
1.2.4. Equipos de trabajo y medios de protección.....	77
1.2.5. Información, consulta y participación de los trabajadores	78
1.2.6. Formación de los trabajadores.....	78
1.2.7. Medidas de emergencia.....	78
1.2.8. Riesgo grave e inminente.....	78
1.2.9. Vigilancia de la salud	78
1.2.10. Documentación	79
1.2.11. Coordinación de actividades empresariales.....	79
1.2.12. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos	79
1.2.13. Protección de la maternidad.....	79
1.2.14. Protección de los menores.....	79
1.2.15. Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal	79
1.2.16. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos ...	79
1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN	80
1.3.1. Protección y prevención de riesgos profesionales	80
1.3.2. Servicios de prevención	80
1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	80
1.4.1. Consulta de los trabajadores.....	80
1.4.2. Derechos de participación y representación	81
1.4.3. Delegados de prevención.....	81
2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO	81
2.1. INTRODUCCIÓN	81
2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO	82
2.2.1. Condiciones constructivas.....	82
2.2.2. Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización.....	83

2.2.3. Condiciones ambientales	83
2.2.4. Iluminación	84
2.2.5. Servicios higiénicos y locales de descanso.....	84
2.2.6. Material y locales de primeros auxilios.....	84
3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	85
3.1. INTRODUCCION	85
3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO	85
4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.....	86
4.1. INTRODUCCION	86
4.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO	86
4.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo	87
4.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles.....	87
4.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas	88
4.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general.....	88
4.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta.....	89
5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION	90
5.1. INTRODUCCION	90
5.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD	91
5.2.1. Riesgos más frecuentes en las obras de construcción	91
5.2.2. Medidas preventivas de carácter general	92
5.2.3. Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio.....	93
5.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS	99
6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA	

UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL 100

6.1. INTRODUCCION 100

6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO..... 100

6.2.1. Protectores de la cabeza..... 100

6.2.2. Protectores de manos y brazos..... 100

6.2.3. Protectores de pies y piernas..... 100

6.2.4. Protectores del cuerpo 100

ANEXO 2: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN

1. OBJETO Y ALCANCE DE LA INSTALACIÓN

El objeto del presente proyecto es realizar el dimensionado, el cálculo de prestaciones energéticas y la descripción funcional de la instalación de aprovechamiento de energía solar fotovoltaica situada en las parcelas Nº 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 del polígono Nº 2 de la localidad de Puente de Montañana en la provincia de Huesca.

El presente proyecto constará de dos secciones:

1. GENERADOR FOTOVOLTAICO EN BAJA TENSIÓN
2. INFRAESTRUCTURAS DE MEDIA TENSIÓN PARA CONEXIÓN

En el presente documento se recogen las dos secciones correspondientes mencionadas que servirán de base para la tramitación ante los diferentes organismos competentes de los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras, la puesta en marcha y la explotación de la instalación.

1.1. CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN DEL PARQUE

El parque solar fotovoltaico situado en la localidad de Puente de Montañana en la provincia de Huesca, quedara constituido por un conjunto de diez unidades de generador fotovoltaico de 100,8 kWp compuesto cada uno de ellos por un grupo de doce unidades de seguidor solar a dos ejes de 8,4 kW de potencia nominal y conectados a un inversor de 100 kW de potencia nominal.

La configuración antes señalada permitirá de acuerdo a la legislación vigente, dotar a cada grupo de doce seguidores con una potencia nominal de 100 kW, de su propio equipamiento para transformación y conexión a red.

De este modo cada uno de los conjuntos de doce seguidores de 8,4 kW de potencia nominal, constituirá una unidad de producción en baja tensión de 100 kW completa, por estar dotada de todos los elementos precisos para su funcionamiento. Con su propio equipo de control y un inversor de 100 kW de potencia nominal.

De acuerdo con ello, se tratara de un parque fotovoltaico de 1 MW compuesto por diez generadores fotovoltaicos de 100 kW cada uno con su inversor de 100 kW de potencia nominal.

1.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El titular del conjunto será una sociedad gestora elegida por los distintos propietarios de las parcelas en las que se sitúa el huerto solar, esta gestora será la encargada de llevar a cabo todas las operaciones correspondientes en el huerto solar y de comunicarlas a los distintos propietarios.

1.3. ANTECEDENTES

Las instalaciones objeto del presente proyecto pretenden la instalación de un sistema de aprovechamiento fotovoltaico de la radiación solar para generación de energía eléctrica conectado a la Red de Distribución de energía eléctrica en Media Tensión de ENDESA.

Durante los últimos años en el campo de la actividad fotovoltaica los sistemas de conexión a Red Eléctrica constituyen una aplicación en expansión. La extensión a gran escala de este tipo de aplicaciones, ha requerido el desarrollo de una ingeniería específica que permite, por un lado, optimizar su diseño y funcionamiento y por otro, evaluar su impacto en el conjunto del sistema eléctrico, siempre cuidando la integración de los sistemas y respetando el entorno arquitectónico y ambiental.

Hay que destacar la gran fiabilidad y larga duración de los sistemas fotovoltaicos. Por otra parte, no requieren apenas de mantenimiento y presentan una gran simplicidad y facilidad de instalación.

MEMORIA

En esta ocasión además se dispondrán los paneles sobre plataformas giratorias seguidoras del movimiento diario del sol, con lo cual se logra la optimización de la producción de energía eléctrica.

La instalación solar fotovoltaica de conexión a red responde a un sencillo esquema: el generador fotovoltaico, formado por una serie de módulos conectados entre sí que se encargan de transformar la energía del sol en energía eléctrica. Sin embargo, esta energía que está en forma de corriente continua tiene que ser transformada por el inversor en corriente alterna para acoplarse a la red eléctrica.

Así pues, los módulos fotovoltaicos generan una corriente continua proporcional a la irradiación solar que incide sobre ellos. Esta corriente se conduce al inversor que, utilizando la tecnología de potencia, la convierte en corriente alterna a la misma frecuencia que la de la red eléctrica y de este modo queda disponible para cualquier usuario.

1.3.1. Energía solar

La energía solar directa es la energía del Sol sin transformar, que calienta e ilumina.

Se necesitan sistemas de captación y de almacenamiento que aprovechan la radiación del Sol de varias maneras diferentes:

Utilización directa: mediante la incorporación de acristalamientos y otros elementos arquitectónicos con elevada masa y capacidad de absorción de energía térmica, es la llamada energía solar térmica pasiva.

Transformación en calor: es la llamada energía solar térmica, que consiste en el aprovechamiento de la radiación que proviene del Sol para calentar fluidos que circulan por el interior de captadores solares térmicos. Este fluido se puede destinar para el agua caliente sanitaria (ACS), dar apoyo a la calefacción para atemperar piscinas, etc.

Transformación en electricidad: es la llamada energía solar fotovoltaica que permite transformar en electricidad la radiación solar por medio de células fotovoltaicas integrantes de módulos solares. Esta electricidad se puede utilizar de manera directa, se puede almacenar en acumuladores para un uso posterior, e incluso se puede introducir en la red de distribución eléctrica. Es una de las energías renovables con mayores posibilidades.

Ventajas:

- Escaso impacto ambiental.
- No produce residuos perjudiciales para el medio ambiente.
- Distribuida por todo el mundo.
- No tiene más costes una vez instalada que el mantenimiento el cual es sencillo.
- No hay dependencia de las compañías suministradoras.

Inconvenientes:

- Se precisan sistemas de acumulación (baterías) que contienen agentes químicos peligrosos. Los depósitos de agua caliente deben protegerse contra la legionela.
- Puede afectar a los ecosistemas por la extensión ocupada por los paneles en caso de grandes instalaciones.
- Impacto visual negativo si no se cuida la integración de los módulos solares en el entorno.

Durante el presente año, el Sol arrojará sobre la tierra 4.000 veces más energía de la que se va a consumir.

1.3.2. Radiación solar

El Sol es una estrella que se encuentra a una temperatura media de 5.500 °C, en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones que producen una pérdida de masa que se transforma en energía. Esta energía liberada del Sol se transmite al exterior mediante la denominada radiación solar.

La radiación en el sol es 63.450.720 W/m². Si suponemos que el sol emite en todas direcciones y construimos una esfera que llegue hasta la atmósfera terrestre, es decir, que tenga un radio de la distancia de 149,6 millones de Km podremos determinar cuál es la radiación en este punto. Este valor de la radiación solar recibida fuera de la atmósfera sobre una superficie perpendicular a los rayos solares es conocida como constante solar (1.353 W/m²), variable durante el año un ± 3 % a causa de la elipticidad de la órbita terrestre.

A la tierra sólo le llega aproximadamente 1/3 de la energía total interceptada por la atmósfera, y de ella el 70 % cae en el mar. Aún así, es varios miles de veces el consumo energético mundial.

1.3.2.1. Tipos de radiación solar

En función de cómo inciden los rayos en la Tierra se distinguen tres componentes de la radiación solar:

- Directa: Es la recibida desde el Sol sin que se desvíe en su paso por la atmósfera.
- Difusa: Es la que sufre cambios en su dirección principalmente debidos a la reflexión y difusión en la atmósfera.
- Albedo Es la radiación directa y difusa que se recibe por reflexión en el suelo u otras superficies próximas.

Aunque las tres componentes están presentes en la radiación total que recibe la Tierra, la radiación directa es la mayor y más importante en las aplicaciones fotovoltaicas.

Cuando la radiación directa no puede incidir sobre una superficie debido a un obstáculo, el área en sombra también recibe radiación gracias a la radiación difusa.

Las proporciones de radiación directa, difusa y albedo que recibe una superficie dependen de:

- Condiciones meteorológicas: en un día nublado la radiación es prácticamente difusa, mientras que en uno soleado es directa.
- Inclinação de la superficie respecto al plano horizontal: una superficie horizontal recibe la máxima radiación difusa y la mínima reflejada.
- Presencia de superficies reflectantes: las superficies claras son las más reflectantes por lo que la radiación reflejada aumenta en invierno por el efecto de la nieve.

1.3.2.2. Movimiento del Sol

El Sol dibuja trayectorias diferentes según la estación del año. En invierno sube poco y en verano mucho, lo que hace que las sombras sean diferentes en unas estaciones y en otras.

Para conocer el movimiento del Sol se utilizará un sistema de coordenadas con dos ángulos, que permite saber en cada momento donde se encuentra.

- Altura solar: es el ángulo formado por la posición aparente del Sol en el cielo con la horizontal del lugar.
- Azimut solar: es el ángulo horizontal formado por la posición del Sol y la dirección del verdadero

sur.

Para obtener el azimut y la altura solar, se utilizan unas tablas que definen dichas coordenadas en función del día del año, de la hora solar y de la latitud, con las que se puede saber la posición del Sol en cada momento lo que permite calcular las sombras que producen los objetos en determinados momentos, o puede ayudar a programar un sistema de seguimiento solar.

Para conseguir la mayor producción de una instalación interesa que los paneles solares estén en todo momento perpendiculares a los rayos solares, para lo que el sistema de paneles deberá tener dos grados de libertad.

1.3.3. Efecto fotovoltaico

El efecto fotoeléctrico o fotovoltaico consiste en la conversión de luz en electricidad. Este proceso se consigue con algunos materiales que tienen la propiedad de absorber fotones y emitir electrones. Cuando los electrones libres son capturados, se produce una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad.

1.3.3.1. Conceptos básicos

La materia está constituida por átomos, que tienen dos partes bien diferenciadas:

- Núcleo: carga eléctrica positiva.
- Electrones: carga eléctrica negativa.

Los electrones giran alrededor del núcleo en distintas bandas de energía y compensan la carga positiva de éste, formando un conjunto estable y eléctricamente neutro.

Los electrones de la última capa se llaman electrones de valencia, y se interrelacionan con otros similares formando una red cristalina.

Eléctricamente hablando, existen tres tipos de materiales:

- Conductores: Los electrones de valencia están poco ligados al núcleo y pueden moverse con facilidad dentro de la red cristalina con un pequeño agente externo.
- Semiconductores: Los electrones de valencia están más ligados al núcleo pero basta una pequeña cantidad de energía para que se comporten como conductores.
- Aislantes: Tienen una configuración muy estable, con los electrones de valencia muy ligados al núcleo; la energía necesaria para separarlos de éste es muy grande.

Los materiales usados en las células fotovoltaicas son los semiconductores.

1.3.3.2. Materiales semiconductores

La energía que liga a los electrones de valencia con su núcleo es similar a la energía de los fotones (partículas que forman los rayos solares).

Cuando la luz solar incide sobre el material semiconductor, se rompen los enlaces entre núcleo y electrones de valencia, que quedan libres para circular por el semiconductor.

Al lugar que deja el electrón al desplazarse se le llama hueco y tiene carga eléctrica positiva (de igual valor que la del electrón pero de signo contrario).

Los electrones libres y los huecos creados por la radiación tienden a recombinarse perdiendo su actividad. Para que esto no ocurra, y poder aprovechar esta libertad de los electrones, hay que crear en el interior del semiconductor un campo eléctrico.

El material más utilizado en la fabricación de células solares es el silicio, que tiene cuatro electrones de valencia.

Para crear un campo eléctrico en este tipo de semiconductor se unen dos regiones de silicio tratadas químicamente (unión "p-n").

1.3.3.3. Unión "p-n"

Para conseguir un semiconductor de silicio tipo "n", se sustituyen algunos átomos del silicio por átomos de fósforo, que tiene cinco electrones de valencia.

Como se necesitan cuatro electrones para formar los enlaces con los átomos contiguos, queda un electrón libre.

De forma análoga, si se sustituyen átomos de silicio por átomos de boro que tiene tres electrones de valencia, se consigue un semiconductor tipo "p".

Al igual que el caso anterior, al formar los enlaces, falta un electrón, o dicho de otra forma, hay un hueco disponible.

Para conseguir una unión "p-n" se pone en contacto una superficie de semiconductor tipo "n" con la de un semiconductor tipo "p".

Los electrones libres del material tipo "n" tienden a ocupar los huecos del material tipo "p" y viceversa, creándose así un campo eléctrico que se hace cada vez más grande a medida que los electrones y los huecos continúan difundándose hacia lados opuestos.

El proceso continúa hasta que ya no se pueden intercambiar más electrones y huecos, consiguiéndose un campo eléctrico permanente sin la ayuda de campos eléctricos externos.

1.3.3.4. Ancho de banda prohibida

Para que se produzca el efecto fotovoltaico, es decir, para que se produzca una corriente eléctrica cuando incide energía sobre el material semiconductor, es necesario que los fotones tengan una energía mayor que un valor mínimo determinado, que se denomina ancho de banda prohibida (E_g).

A este valor mínimo también se le denomina "gap" de energía y se suele expresar en electrón-voltios.

$$1 \text{ eV (electrón-voltio)} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

- La energía que se aprovecha de cada fotón es la E_g . Si los materiales utilizados en la fabricación de las células fotovoltaicas tienen una E_g muy pequeña, se desaprovecharía mucha energía.
- Si la E_g es muy grande, las células se mostrarían transparentes a la mayoría de los fotones incidentes ya que el espectro de la luz solar se distribuye sobre un rango de longitudes de onda que va desde 0,35 μm hasta algo más de 3 μm .
- El valor óptimo de E_g está en torno a 1,5 eV.

2. DEFINICIÓN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN

Dentro del mundo de la energía solar, se abre un nuevo campo denominado "Instalaciones Conectadas a Red".

Estos sistemas consisten en captar la radiación solar emitida hacia la tierra todos los días del año y transformarla en energía eléctrica mediante la instalación de un campo fotovoltaico, compuesto por paneles solares.

Esa energía generada se vierte directamente en la red de distribución mediante un inversor de corriente específico para este tipo de instalaciones. Al contrario que los sistemas aislados, la energía captada no se almacena en acumuladores para aprovecharla en periodos de baja o nula radiación solar.

Esencialmente el sistema se compone de un campo de paneles y un inversor de características un poco especiales, y que es el elemento clave de la conexión.

Características de un Sistema de Conexión a Red

- No pueden contar con ningún mecanismo de acumulación de energía (baterías), por tanto:
 - No se pierde la energía generada cuando los acumuladores están llenos.
 - El mantenimiento de la instalación resulta más sencillo, y los costes de conservación son más baratos.
- El usuario no percibe ningún cambio en el servicio eléctrico, manteniendo la misma seguridad de suministro y sabiendo que cada kW que produzca el generador contribuye a disminuir la generación de energía eléctrica por otros medios contaminantes. Si la instalación se lleva a cabo en un emplazamiento que ya cuenta con consumos, éstos se atienden mediante el suministro convencional ya existente, mientras que la energía generada se vierte en su totalidad a la red de distribución.
- La conexión a red también se suele dar en forma de grandes huertas solares que permiten la recuperación de la inversión y la generación de beneficios continuos para el inversionista durante toda la vida de la instalación fotovoltaica. Este tipo de instalaciones han de ser proyectadas conforme a la normativa medioambiental, debido a su gran impacto en el entorno. Además, se deberá tener en cuenta la capacidad de las líneas de distribución y, en su caso, los centros de transformación a las que se pretende verter la energía generada.

Las condiciones de diseño que aquí se citan están recopiladas básicamente del pliego de condiciones del IDEA.

2.1. SISTEMA GENERADOR FOTOVOLTAICO

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, como por ejemplo:

- Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT.
- Join Research Centre Ispra.
- Etc.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble:

- Modelo y nombre o logotipo del fabricante.
- Identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 10 \%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas del encapsulante.
- Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.
- La estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos se conectarán a tierra cuando las tensiones nominales en continua superen los 48 V.
- Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Las células solares constituyen un producto intermedio: proporcionan valores de tensión y corriente limitados en comparación a los requeridos normalmente por los aparatos usuarios, son extremadamente frágiles, eléctricamente no aisladas y sin un soporte mecánico. Se ensamblan de la manera adecuada para formar una única estructura: el modulo fotovoltaico, que es una estructura sólida y manejable.

A continuación se definen las características y especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico utilizado en este proyecto:

CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO	
MODELO	EQS-M24
FABRICANTE	SUNENERGY Böhne GmbH
PARÁMETROS ELÉCTRICOS	
POTENCIA NOMINAL (P_{MPP})	175 Wp
TENSIÓN NOMINAL (U_{MPP})	35,80 V
CORRIENTE NOMINAL (I_{MPP})	4,89 A
TENSIÓN DE CIRCUITO ABIERTO (U_{OC})	44,40 V
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (I_{SC})	5,47 A
TENSIÓN MÁXIMA DEL SISTEMA	1.000 V
TOLERANCIA DE POTENCIA	$\pm 3 \%$
COEFICIENTE DE TEMPERATURA, POTENCIA NOMINAL	-0,46 %/°C
COEFICIENTE DE TEMPERATURA, TENSIÓN DE CIRCUITO ABIERTO	-0,34 V/°C
COEFICIENTE DE TEMPERATURA, CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	0,09 mA/°C
DIMENSIONES Y PESO	
LONGITUD	1.580 mm
ANCHURA	808 mm
ALTURA	45 mm
PESO	16 kg

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

- 72 células monocristalinas de alto rendimiento
- Tolerancia mínima de potencia de $\pm 3\%$ para máximos rendimientos del sistema
- Rendimiento garantizado por 10 años (90%)
- Rendimiento garantizado por 25 años (80%)
- Garantía de producto de 10 años
- 3 diodos integrados de derivación
- Listos para la conexión con cables y conectados Multi-Contact
- Cumplimiento de las normas CEI 61215 / producción según la norma ISO 9001:2000
- Clase de protección II hasta 1.000 V de tensión del sistema
- Control final completo con registro individual de los parámetros eléctricos
- Apto para sistemas de alimentación a la red

2.2. SEGUIDOR SOLAR A DOS EJES

Con el fin de optimizar la producción de energía obtenida mediante los paneles fotovoltaicos utilizados, se ha previsto su instalación en un conjunto de seguidores solares a dos ejes, de modo que el plano de proyección de cada panel al sol sea total a lo largo de las distintas posiciones del sol, obteniendo así un plano de exposición perpendicular al sol permanente.

Los seguidores solares son capaces de incrementar en más de un 35% la producción de energía solar fotovoltaica respecto a una instalación fija, lo que permite maximizar la rentabilidad al reducir la inversión en paneles solares.

Cimentación mediante zapata superficial que no requiere excavación. Solamente ha de realizarse una limpieza del terreno eliminando la primera capa de vegetación y posterior allanado de terreno.

Los seguidores se conectan a una estación meteorológica que con la ayuda de autómatas PLC, se orienta ante las diversas situaciones climatológicas. La programación del autómata permite actuar al seguidor ante nieve, tormenta eléctrica, niebla, oscuridad y viento. Es capaz de soportar vientos de hasta 140 km/h, programándose la posición horizontal a vientos superiores a 80 km/h.

Cada seguidor solar cuenta con su propio autómata PLC independiente y programable, mediante el cual el seguidor realiza el seguimiento solar astronómico, actúa en función del clima exterior y permite una operación a distancia.

A continuación se definen las características y especificaciones técnicas del seguidor solar utilizado en este proyecto:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SEGUIDOR SOLAR	
MODELO	MS-2 TRACKER 10
FABRICANTE	MECASOLAR
EJE DE SEGUIMIENTO	2 EJES: HORIZONTAL Y VERTICAL
POTENCIA FOTOVOLTAICA MÁXIMA	12 kWp
ACCIONAMIENTO AZIMUTAL	MEDIANTE MOTOREDUCTOR Y CORONA DENTADA

MEMORIA

ÁNGULOS DE GIRO AZIMUTAL	EJE VERTICAL: -120° A +120°
ACCIONAMIENTO INCLINACIÓN	GATO MECÁNICO DE ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO
INCLINACIÓN MOTORIZADA	REGULABLE DE 0° A 60°
ALTURA DEL SEGUIDOR A 60°	6700 mm (DESDE SUELO A MÓDULOS SUPERIORES)
CONSUMO DE MOTOR	100 kWh/año
ALIMENTACIÓN DE SEVICIO A MOTOR	400 V TRIFÁSICO
ESTRUCTURA	ACERO GALVANIZADO POR INMERSIÓN EN CALIENTE
DISEÑO ESTRUCTURA	ESTRUCTURA "V" SOBRE CORONA DENTADA
PESO SIN MODULOS Y SIN CIMENTACIÓN	3.000 kg
ARMARIOS ELÉCTRICOS DE AUTÓMATA Y PROTECCIÓN	METÁLICOS, ESTANCOS, TOTALMENTE CABLEADOS, IP66, INCLUYE AUTÓMATA, CABLEADO HASTA MOTOR Y PROTECCIÓN DEL MISMO
ARAMARIO DE ACOMETIDA	METÁLICOS, ESTANCOS, TOTALMENTE CABLEADOS, IP66. INCLUYE PROTECCIONES SOBRETENSIÓN AC, PIAS Y DIFERENCIAL
TECNOLOGÍA DE SEGUIMIENTO	PROGRAMACIÓN ASTRONÓMICA DE PLC INDEPENDIENTE
MONITORIZACIÓN	IN SITU, ETHERNET, INTERNET
MÓDULOS A INSTALAR	CUALQUIER TIPO DE MODULO FV
PESO MÁXIMO DE MODULOS	1.250 kg
SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA VIENTO	PROGRAMABLE. POSICIONAMIENTO EN HORIZONTAL Y EN VELETA A VELOCIDADES MAYORES DE 70 km/h
CIMENTACIÓN	CIMENTACIÓN SUPERFICIAL CIRCULAR, HORMIGÓN CON MALLAZO. PERNOS DE ANCLAJE OPCIONAL, ANCLAJE POR TORNILLO DIRECTO
CUMPLE NORMATIVA	NORMA UNE-ENV 1991 EUROCÓDIGO, CE, UL, DIN 1055-4 (8.86), DIN 1056 (10.84)
VIENTOS MÁXIMOS	140 km/h
GARANTÍA	HASTA 10 AÑOS EN PIEZAS Y MANO DE OBRA

2.3. INVERSOR

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Los inversores que se utilizan en instalaciones conectadas a red son específicos, puesto que deberán de asegurar el seguimiento de los valores de tensión y frecuencia de la red de distribución a la que están conectados, así como impedir el funcionamiento en modo isla en caso que se descargue la línea para realizar labores de mantenimiento.

Deberán de cumplir los requisitos especificados en el Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de distribución, en cuanto a:

- Forma de conexión.
- Rangos de tensión y frecuencia admitidos.
- Factor de potencia.
- Dispositivos y elementos de seguridad con que debe contar la instalación en general.

- Etc.

El IDAE en su pliego señala las siguientes pautas para inversores conectados a la red:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- El principio de funcionamiento será una fuente de corriente.
- Serán autoconmutados.
- Tendrán un seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.
- Cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:
 - Cortocircuitos en alterna.
 - Tensión de red fuera de rango.
 - Frecuencias de red fuera de rango.
 - Sobretensiones, mediante varistores o similares.
 - Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.
- Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.
- Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:
 - Encendido y apagado general del inversor.
 - Conexión y desconexión del inversor a la interfaz. Podrá ser externo al inversor.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiación solar un 10 % superiores a las condiciones estándar de medida (CEM). Además soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante periodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si le hubiera) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada, deberá ser superior a 0,95 entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá verter energía en red.
- Los inversores tendrán un grado de protección mínima:
 - IP20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles.
 - IP30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles.
 - IP65 para inversores instalados a la intemperie.

(En cualquier caso se cumplirá la legislación vigente).

- Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales:
 - Entre 0 °C y 4 °C de temperatura.
 - Entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

A continuación se definen las características y especificaciones técnicas del inversor utilizado en este proyecto:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
MODELO	SOLARMAX 100C
FABRICANTE	SOLARMAX
LADO DE ENTRADA (CC)	
POTENCIA CC MAXIMA	130 kW
RANGO DE TENSIONES MPP	430...800 V _{CC}
TENSIÓN DE ENTRADA MÁXIMA	900 V _{CC}
RANGO DE TENSIONES NOMINALES	540...635 V _{CC}
CORRIENTE DE ENTRADA	0...225 A _{CC}
RIZADO DE CORRIENTE	< 4 %
LADO DE SALIDA (CA)	
POTENCIA NOMINAL	100 kW
POTENCIA MÁXIMA	100 kW
TENSIÓN	3 · 400 + 10 % / - 15 % V _{CA}
CORRIENTE DE SALIDA	0...153 A _{CA}
FACTOR DE POTENCIA (PF)	> 0,98
NOMINAL DE RED	50 Hz / 45...52 Hz
DISTORSIÓN ARMÓNICA	< 3 %
DATOS DE SISTEMA	
CONSUMO NOCTURNO	2...7 W
RENDIMIENTO MÁXIMO	96%
RENDIMIENTO EUROPEO	94,80%
TEMPERATURA AMBIENTE	20 C...40 C
TIPO DE PROTECCIÓN	IP20
FORMA DE CONEXIÓN	PWM (IGBT) CON TRANSFORMADOR
HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE	0...98 % SIN CONDENSACIÓN
SEGÚN LA CE	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 50178
SIMBOLO DE VERIFICACIÓN	CERTIFICADO POR TÜV RHEINLAND
NORMAS ADICIONALES	DK 5940, RD 661
INDICACIÓN	DISPLAY LC DE DOS LÍNEAS CON ILUMINACIÓN DE FONDO
COMUNICACIÓN DE DATOS	INTERFAZ RS232 / RS485 INTEGRADO
DIMENSIONES	120 x 80 x 130 cm
PESO	935 kg

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Inversor compacto sinusoidal PWM
- Máxima eficiencia
- Eficiencia MPP mayor al 99 %
- Procesador de señales digitales (DSP)
- Atractiva relación precio/rendimiento
- Bajo peso y optimización de necesidad de espacio físico
- Garantía de 2 años, prolongable hasta 20 años
- Equipados de serie con puertos RS232 / RS485
- Opción MaxControl para alarma automática, supervisión del Inversor y evaluación de datos de rendimiento
- SolarMax ha sido certificado por TÜV Rheinland
- Plazos de entrega dentro del periodo planificado
- Hotline y rápida respuesta de servicio

2.4. PROTECCIONES

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

En conexiones a la red trifásicas, las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 V respectivamente) serán para cada fase.

Las protecciones quedaran definidas en el apartado 3.3. Cálculo del cableado y en el esquema unifilar.

2.5. CABLEADO

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos:

- Los conductores de la parte de continua deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1,5 %.
- Los conductores de la parte de alterna deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 2 %.

(En ambos casos se tomarán como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones).

- Se incluirá toda la longitud de cable de continua y de alterna, debiendo tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de engancho por el tránsito normal de personas.
- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

MEMORIA

El cableado quedara definido en el apartado 3.3. Cálculo del cableado y en el esquema unifilar.

2.6. PUESTA A TIERRA

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

La puesta a tierra vendrá calculada en el apartado 3.4. Cálculo de la toma a tierra.

2.7. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Se utilizaran celadas modulares de la empresa ORMAZABAL de la serie CGM.

Las celdas CGM forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para Media Tensión, con una función específica por cada módulo o celda. Cada función dispone de su propia envolvente metálica que alberga una cuba llena de gas SF6, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

La prefabricación de estos elementos, y los ensayos realizados sobre cada celda fabricada, garantizan su funcionamiento en diversas condiciones de temperatura y presión. Su aislamiento integral en SF6 las permite resistir en perfecto estado la polución e incluso la eventual inundación del Centro de Transformación, y reduce la necesidad de mantenimiento, contribuyendo a minimizar los costes de explotación.

El conexionado entre los diversos módulos, realizado mediante un sistema patentado, es simple y fiable, y permite configurar diferentes esquemas para los Centros de Transformación con uno o varios transformadores, seccionamiento, medida, etc. La conexión de los cables de acometida y del transformador es igualmente rápida y segura.

Escogeremos una celda de línea (CML) y una celda de protección con fusibles (CMP-F) para proteger el transformador y las colocaremos junto a este en el centro de transformación.

En la caseta de protección y medida colocaremos cinco celdas:

- 1 celda de medida (CMM)
- 1 celda de interruptor automático de corte en vacío (CMP-V)
- 1 celda de interruptor pasante (CMIP)
- 2 celdas de línea (CML)

Ahora haremos una breve descripción de cada celda:

- Celda de línea (CML): Dotada con un interruptor-seccionador de tres posiciones (en lo sucesivo interruptor), permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de Media Tensión.
- Celda de protección con fusibles (CMP-F): Además de un interruptor igual al de la celda de línea, incluye la protección con fusibles, permitiendo su asociación o combinación con el interruptor. Opcionalmente puede incorporar el sistema autónomo de protección RPTA.

MEMORIA

- Celda de interruptor automático de corte en vacío (CMP-V): Incluye un interruptor automático de corte en vacío y un seccionador de tres posiciones en serie con él. Está dotada del sistema autónomo de protección RPGM, que permite la realización de funciones de protección.
- Celda de interruptor pasante (CMIP): Dispone de un interruptor en el embarrado de la celda, con objeto de permitir la interrupción en carga del embarrado principal del Centro de Transformación. Opcionalmente se puede incluir un seccionador de puesta a tierra a uno u otro lado del embarrado.
- Celda de medida (CMM): Esta celda, de reducidas dimensiones, permite incluir en un bloque homogéneo con las otras funciones del sistema CGM los transformadores de medida de tensión e intensidad.

Elegiremos celdas para una tensión asignada de 24 kV, las características de estas celdas las podremos ver en el Anexo 2.

2.8. TRANSFORMADOR

Para este proyecto elegiremos un transformador de potencia 1000 kVA de la empresa COTRADIS con un nivel de aislamiento de 24 kV.

Estos transformadores cumplen las siguientes características:

- Transformadores trifásicos, 50 Hz para instalación en interior o en exterior.
- Sumergidos en aceite mineral de acuerdo a la norma UNE 21-320/5-IEC 296.
- Cuba de aletas.
- Refrigeración natural (ONAN).
- El color de la capa exterior será azul verdoso muy oscuro del tipo 8010-B10G según norma UNE 48103.

Accesorios de serie:

- Conmutador de regulación maniobrable sin tensión.
- Pasatapas MT de porcelana.
- Pasabarras BT de porcelana.
- 2 Terminales de tierra.
- Dispositivo de vaciado y toma de muestras.
- Dispositivo de llenado.
- Placa de características.
- Placa de seguridad e instrucciones de servicio.
- 2 Cáncamos de elevación.
- 4 Dispositivos de arriostamiento.
- 4 Dispositivos de arrastre.
- Dispositivo para alojamiento de termómetro.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
POTENCIA	1.000kVA
TENSIÓN PRIMARIO	TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL 24 Kv
TENSIÓN SECUNDARIO EN VACIO	420 V ENTRE FASES EN VACIO
REGULACIÓN SIN TENSIÓN	±2,5 ±5% ó +2,5 +5 +7 +10%
GRUPO DE CONEXIÓN	Dyn11
PÉRDIDAS EN VACÍO	1.700 W
PÉRDIDAS EN CARGA	10.500 W
IMPEDANCIA DE CORTOCIRCUITO % A 75 °C	6
INTENSIDAD DE VACÍO AL 100 % DE V _n	1,3

MEMORIA

Otras características eléctricas del transformador así como sus dimensiones estándar las localizaremos en el Anexo 2.

3. CALCULOS DE LA INSTALACIÓN

A diferencia de una instalación aislada, donde se deben satisfacer unas necesidades energéticas, las instalaciones conectadas a red tienen como objetivo la producción energética para, posteriormente, ser introducida en la red de distribución. Dado que no hay dichas necesidades energéticas, estas instalaciones buscan una buena producción energética para obtener en consecuencia unos resultados económicos tales que hagan atractivos los tiempos de retorno de la inversión inicial.

En consecuencia, el procedimiento de cálculo de estas instalaciones difiere con el de las instalaciones aisladas, aunque en ambos casos llegan a manejarse las mismas expresiones para el cálculo de algunos parámetros.

Básicamente, se busca conocer la producción energética de un campo solar, que estará definido por las características energéticas de un campo solar, que estará definido por las características técnicas del módulo solar y del inversor empleado.

El método de cálculo es el siguiente:

- Determinar la cantidad de energía incidente disponible en la ubicación de la instalación.
- Determinar las pérdidas por efecto de la orientación e inclinación del campo de captación, así como de las sombras, si las hubiese.
- Definir los principales elementos que constituyen la instalación.
- Determinar un valor que defina el rendimiento de la instalación y contemple la eficiencia de los elementos integrantes y su respuesta ante factores como la temperatura, el comportamiento de la red, factores ambientales, etc. (PR).
- Estimar la producción energética mensual y anual de la instalación.

3.1. CALCULO DEL CAMPO GENERADOR FOTOVOLTAICO

3.1.1. Número de módulos en serie

- Número de placas:

$$\begin{aligned} \text{Número de placas} &= \text{Potencia total} / \text{Potencia total de cada placa} = \\ &= 100 \text{ kW} / 175 \text{ W} = 571,43 \approx 572 \text{ placas} \end{aligned}$$

- Número de placas en serie:

$$\begin{aligned} \text{Número de placas en serie} &= \text{Tensión a la entrada del inversor} / \text{Tensión nominal de la placa} = \\ &= 540 \text{ V} / 35,80 \text{ V} = 15,08 \approx 16 \text{ placas} \end{aligned}$$

- Tensión por rama en punto de máxima potencia:

$$\begin{aligned} \text{Tensión máxima de entrada} &= \text{Número de placas en serie} \cdot \text{Tensión nominal de la placa} = \\ &= 16 \cdot 35,8 \text{ V} = 572,8 \text{ V} \end{aligned}$$

- Tensión en circuito abierto de la rama:

$$\begin{aligned} \text{Tensión en circuito abierto de la rama} &= \text{Número de placas en serie} \cdot \text{Tensión de circuito abierto de la} \\ &\text{placa} = 44,4 \cdot 16 = 710,4 \text{ V} \end{aligned}$$

MEMORIA

- Potencia por rama:

$$\begin{aligned} \text{Potencia por rama} &= \text{Número placas en serie} \cdot \text{Potencia máxima placa} / 1.000 = \\ &= 16 \cdot 175 / 1.000 = 2,8 \text{ kW} \end{aligned}$$

3.1.2. Número de ramas en paralelo

- Número de ramas en paralelo:

$$\begin{aligned} \text{Número de ramas en paralelo} &= \text{Número de placas totales} / \text{Número de placas en serie} = \\ &= 572 / 16 = 35,75 \approx 36 \text{ ramas en paralelo.} \end{aligned}$$

$$36 \text{ bloques de } 16 \text{ placas en serie} = 12 \text{ bloques de } 48 \text{ placas en serie}$$

- Potencia del campo solar para cada inversor:

$$\text{Potencia solar inversor} = \text{Número de ramas en paralelo} \cdot \text{Potencia por rama} = 36 \cdot 2,8 = 100,8 \text{ kW}$$

- Corriente máxima de entrada al inversor:

$$\begin{aligned} \text{Corriente máxima de entrada al inversor} &= \text{Número de ramas en paralelo} \cdot \text{Corriente de cortocircuito} \\ &\text{placa} = 36 \cdot 5,47 \text{ A} = 197,02 \text{ A} \end{aligned}$$

3.1.3. Número de grupos

- Potencia total instalada en campo solar:

$$\text{Potencia total instalada en campo solar} = 100,8 \text{ W} \cdot 10 = 1.008 \text{ kW}$$

- Potencia nominal de la instalación:

$$\text{Potencia nominal de la instalación} = 100 \text{ W} \cdot 10 = 1 \text{ MW}$$

3.2. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA

En la Memoria de Solicitud se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.

Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:

- Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal
- Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador
- Rendimiento energético de la instalación o "performance ratio", PR
- La estimación de la energía inyectada

3.2.1. Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal

El valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, $G_{dm}(0)$, en $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$, se ha obtenido a partir de los datos dados por "Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)" que cuentan con la aprobación de la comisión europea.

3.2.2. Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador

El valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador, $G_{dm}(\alpha, \beta)$, en $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$, se ha obtenido al igual que en el caso anterior a partir de los datos dados por "Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)" que cuentan con la aprobación de la comisión europea, el parámetro α representa el azimut y β la inclinación del generador, estos dos datos también son proporcionados por el PVGIS.

3.2.3. Rendimiento energético de la instalación o "performance ratio", PR

El "performance ratio", PR, es la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura
- La eficiencia del cableado
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia
- La eficiencia energética del inversor
- Otros

PR puede englobar tanto factores como el diseñador pueda cuantificar, a fin de establecer un valor de eficiencia de la instalación lo más aproximado a las condiciones reales, y se estima mediante la siguiente expresión, y su valor varía en el tiempo en función de las distintas condiciones a las que se ve sometida la instalación:

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F$$

Cada uno de los términos de la expresión de PR es complejo por lo que se explicarán por separado:

3.2.3.1. Pérdidas por dispersión de los parámetros entre los módulos (A1)

Estas pérdidas son debidas a que los módulos no operan normalmente en las mismas condiciones que las reconocidas como estándar de medida, CEM. Un rango de valores del 10 % es una dispersión elevada, un 5 % es un valor adecuado, y valores inferiores al 5 % se identifican con un buen campo solar en este aspecto. En nuestro caso hemos cogido una pérdidas de un 3 % que es el valor de tolerancia que nos ha dado el fabricante de los módulos.

3.2.3.2. Pérdidas por efecto del polvo y la suciedad depositada sobre los módulos solares (A2)

Éste es un valor muy variable, puesto que depende del emplazamiento de la instalación. Evidentemente, una instalación próxima a una vía no asfaltada se encontrará más afectada por el polvo que otra situada en una zona urbanizada. Lo mismo se puede esperar con la polución en las ciudades. La posibilidad de realizar mantenimientos periódicos en este aspecto influye a la hora de estimar este coeficiente. El rango de valores estaría entre el 1 % para instalaciones poco afectadas por el polvo y suciedad, hasta el 8 % donde este aspecto puede tener una mayor influencia. Nosotros hemos cogido unas pérdidas del 4 % que corresponden a una situación moderada de polvo y suciedad.

3.2.3.3. Pérdidas por reflectancia angular y espectral (A3)

El acabado superficial de las células tiene influencia sobre este coeficiente, presentando mayores pérdidas en aquellas células con capas antirreflexivas que las que están texturizadas. También la estacionalidad influye en este parámetro, aumentando las pérdidas en invierno, así como con la latitud. Un rango de valores puede ser entre el 2 % y el 6 %. Tomaremos unas pérdidas de un 3 % que es el valor medio anual estimado en el pliego de condiciones.

3.2.3.4. Factor de sombras (A4)

Un rango de valores puede ser entre el 1 % (valor mínimo por defecto) y el 10 %, que es el valor máximo a partir del cual las sombras pueden repercutir negativamente en el correcto funcionamiento de la instalación. Se tomara un factor de sombra de un 1 % debido a que el huerto solar no se ve afectado por edificios, arboles o otros obstáculos que puedan ocasionar sombras.

3.2.3.5. Total de pérdidas en el generador (A)

El total de pérdidas en el generador (A) es la suma de las pérdidas por dispersión de los parámetros entre los módulos (A1), por efecto del polvo y la suciedad depositada sobre los módulos solares (A2), por reflectancia angular y espectral (A3) y por sombras (A4):

$$A = A1 + A2 + A3 + A4 = 3 \% + 4 \% + 3 \% + 1 \% = 11 \%$$

El total de pérdidas en el generador son de un 11 %.

3.2.3.6. Pérdidas en el cableado de la parte de corriente continua (B)

Son pérdidas entre los módulos fotovoltaicos y el inversor. Se incluyen las pérdidas en los fusibles, conmutadores, conexiones, etc. El valor máximo admisible para $L_{cab_{cc}}$ (pérdidas en el cableado de la parte de corriente continua) es 1,5 %. B es un coeficiente relacionado con las pérdidas en el cableado de la parte de corriente continua:

$$B = (1 - L_{cab_{cc}}) = (1 - 0,015) = 0,985$$

El valor del coeficiente relacionado con las pérdidas en el cableado de la parte continua es de 0,985.

3.2.3.7. Pérdidas en el cableado de la parte de corriente alterna (C)

Al igual que el anterior está relacionado con las pérdidas en el cableado, pero en este caso en la parte de corriente alterna. El valor máximo admisible para $L_{cab_{ca}}$ es 2 % y un valor recomendable es el 0,5 %. Elegiremos el valor máximo de pérdidas en el cableado que es de un 2 %. C es un coeficiente relacionado con las pérdidas en el cableado de la parte de corriente alterna:

$$C = (1 - L_{cab_{ca}}) = (1 - 0,02) = 0,98$$

El valor del coeficiente relacionado con las pérdidas en el cableado de la parte alterna es de 0,98.

3.2.3.8. Pérdidas por disponibilidad (D)

Son las pérdidas por disponibilidad de la instalación, de forma parcial o total, debido a fallos en la red, mantenimiento, etc. Un valor adecuado para las pérdidas por dispersión es el 5 %, este valor de pérdidas será el que elijamos para nuestra instalación. D está relacionado con estas:

$$D = (1 - L_{disp}) = (1 - 0,05) = 0,95$$

El valor del coeficiente relacionado con las pérdidas por disponibilidad de la instalación es de 0,95.

3.2.3.9. Pérdidas por el rendimiento del inversor (E)

Son las pérdidas ocasionadas por el rendimiento del inversor. Hay que atender a los valores de rendimiento europeo que no da el fabricante. En este caso el fabricante nos da un rendimiento europeo del 94,8 %. Por lo tanto, el valor de E que representa el valor de eficiencia del inversor es de 94,8 %.

3.2.3.10. Pérdidas por rendimiento de seguimiento del punto de máxima potencia del generador (PMP)

Son las pérdidas por el no seguimiento del Punto de Máxima Potencia (PMP) y en los umbrales de arranque del inversor. Unos valores de referencia para estas pérdidas pueden ser entre el 5 % y el 10 %, nosotros tomaremos como un valor de referencia el 5 %. F está relacionado con estas pérdidas de tal forma que:

$$F = (1 - L_{disp}) = (1 - 0,05) = 0,95$$

El valor del coeficiente relacionado con las pérdidas por rendimiento de seguimiento del punto de máxima potencia del generador es de 0,95.

3.2.3.11. Pérdidas por temperatura (P_{temp})

Las pérdidas medias anuales debidas al efecto de la temperatura sobre las células fotovoltaicas se calculan según la siguiente fórmula:

$$P_{temp} (\%) = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_C - 25)]$$

Siendo T_C la temperatura de trabajo de las células solares:

$$T_C = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800)$$

Donde:

T_{amb} = Temperatura ambiente en °C

T_{ONC} = Temperatura de operación nominal del módulo fotovoltaico. Este valor lo proporciona el fabricante

E = Irradiancia solar en W / m²

La temperatura de las células se eleva por encima de la temperatura ambiente de forma proporcional a la irradiancia incidente, lo que tiene como consecuencia una reducción del rendimiento de las mismas.

La temperatura es un factor a tener en cuenta en el momento de estudiar el emplazamiento de la instalación. Lugares ventilados reducen la temperatura de operación de los módulos fotovoltaicos presentando mayores rendimientos que aquellas que no lo están. Es un factor importante en instalaciones que contemplen su integración como un elemento diferenciador.

Puede darse el caso que la máxima producción de una instalación no se corresponda con los períodos estivales, sino con períodos de primavera y otoño, en donde los índices de radiación son buenos y la temperatura ambiente es menor que en verano, a pesar de contar éste con mayor radiación.

A continuación calculamos la temperatura de trabajo de las células solares, las pérdidas debidas al efecto de la temperatura sobre las células fotovoltaicas y el rendimiento energético de la instalación para cada mes:

• **Enero:**

$$T_C = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 5,6 + (45 - 20) \cdot (850 / 800) = 32,1625^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_C - 25)] = 2,5069 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 2,5069) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 71,4331 \%$$

MEMORIA

• **Febrero:**

$$T_C = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 6,5 + (45 - 20) \cdot (850 / 800) = 33,0625^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_C - 25)] = 2,8219 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 2,8219) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 71,1729 \%$$

• **Marzo:**

$$T_C = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 9,5 + (45 - 20) \cdot (850 / 800) = 36,0625^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_C - 25)] = 3,8719 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 3,8719) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 70,3058 \%$$

• **Abril:**

$$T_C = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 11,4 + (45 - 20) \cdot (850 / 800) = 37,9625^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_C - 25)] = 4,5369 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 4,5369) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 69,7566 \%$$

• **Mayo:**

$$T_C = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 15,5 + (45 - 20) \cdot (850 / 800) = 42,0625^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_C - 25)] = 5,9719 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 5,9719) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 68,5714 \%$$

• **Junio:**

$$T_C = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 19,7 + (45 - 20) \cdot (850 / 800) = 46,2625^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_C - 25)] = 7,4419 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 7,4419) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 67,3574 \%$$

• **Julio:**

$$T_C = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 21,6 + (45 - 20) \cdot (850 / 800) = 48,1625^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_C - 25)] = 8,1069 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 8,1069) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 66,8082 \%$$

• **Agosto:**

$$T_C = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 21,6 + (45 - 20) \cdot (850 / 800) = 48,1625^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_C - 25)] = 8,1069 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 8,1069) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 66,8082 \%$$

• **Septiembre:**

$$T_C = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 18 + (45 - 20) \cdot (850 / 800) = 44,5625^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_C - 25)] = 6,8469 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 6,8469) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 67,8488 \%$$

• **Octubre:**

$$T_C = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 14,6 + (45 - 20) \cdot (850 / 800) = 41,1625^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_C - 25)] = 5,6569 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 5,6569) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 68,8316\%$$

• **Noviembre:**

$$T_C = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 8,7 + (45 - 20) \cdot (850 / 800) = 35,2625^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_C - 25)] = 3,5919 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 3,5919) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 70,537 \%$$

• **Diciembre:**

$$T_C = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \cdot (E / 800) = 5,7 + (45 - 20) \cdot (850 / 800) = 32,2625^\circ$$

$$P_{temp} = 100 - 100 \cdot [1 - 0,0035 \cdot (T_C - 25)] = 2,5419 \%$$

$$PR (\%) = (100 - A - P_{temp}) \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F = (100 - 11 - 2,5419) \cdot 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,948 \cdot 0,95 = 71,4042 \%$$

3.2.4. Estimación de la energía inyectada

Para realizar una estimación de la energía aportada por una instalación solar fotovoltaica a la red de baja tensión (E_p), basta con conocer el valor de la radiación disponible en el plano de captación y el rendimiento global de la instalación que se diseña. La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp} PR}{G_{CEM}} \text{ kWh/día}$$

MEMORIA

Donde:

$G_{dm}(\alpha, \beta)$ = Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en las condiciones de orientación e inclinación del plano de captación solar ($\text{kWh/m}^2 \cdot \text{día}$)

P_{mp} = Potencia pico del generador (kWp) = 1008 kWp

PR = Rendimiento energético de la instalación o "Performance Ratio"

G_{CEM} = Constante de valor 1 kWh/m^2

A continuación calculamos la estimación de la energía inyectada al día para cada mes:

• **Enero:**

$$E_p = \frac{3,01 \cdot 1008 \cdot 0,714}{1} = 2.167,34 \text{ kWh/día}$$

• **Febrero:**

$$E_p = \frac{3,79 \cdot 1008 \cdot 0,712}{1} = 2.719,03 \text{ kWh/día}$$

• **Marzo:**

$$E_p = \frac{5,04 \cdot 1008 \cdot 0,703}{1} = 3.571,76 \text{ kWh/día}$$

• **Abril:**

$$E_p = \frac{5,20 \cdot 1008 \cdot 0,698}{1} = 3.656,36 \text{ kWh/día}$$

• **Mayo:**

$$E_p = \frac{5,47 \cdot 1008 \cdot 0,686}{1} = 3.780,86 \text{ kWh/día}$$

• **Junio:**

$$E_p = \frac{5,79 \cdot 1008 \cdot 0,674}{1} = 3.931,19 \text{ kWh/día}$$

• **Julio:**

$$E_p = \frac{6,11 \cdot 1008 \cdot 0,668}{1} = 4.114,63 \text{ kWh/día}$$

• **Agosto:**

$$E_p = \frac{5,82 \cdot 1008 \cdot 0,668}{1} = 3.919,34 \text{ kWh/día}$$

MEMORIA

• Septiembre

$$E_p = \frac{5,52 \cdot 1008 \cdot 0,678}{1} = 3.775,21 \text{ kWh/día}$$

• Octubre:

$$E_p = \frac{4,26 \cdot 1008 \cdot 0,688}{1} = 2.955,68 \text{ kWh/día}$$

• Noviembre:

$$E_p = \frac{3,29 \cdot 1008 \cdot 0,705}{1} = 2.339,23 \text{ kWh/día}$$

• Diciembre:

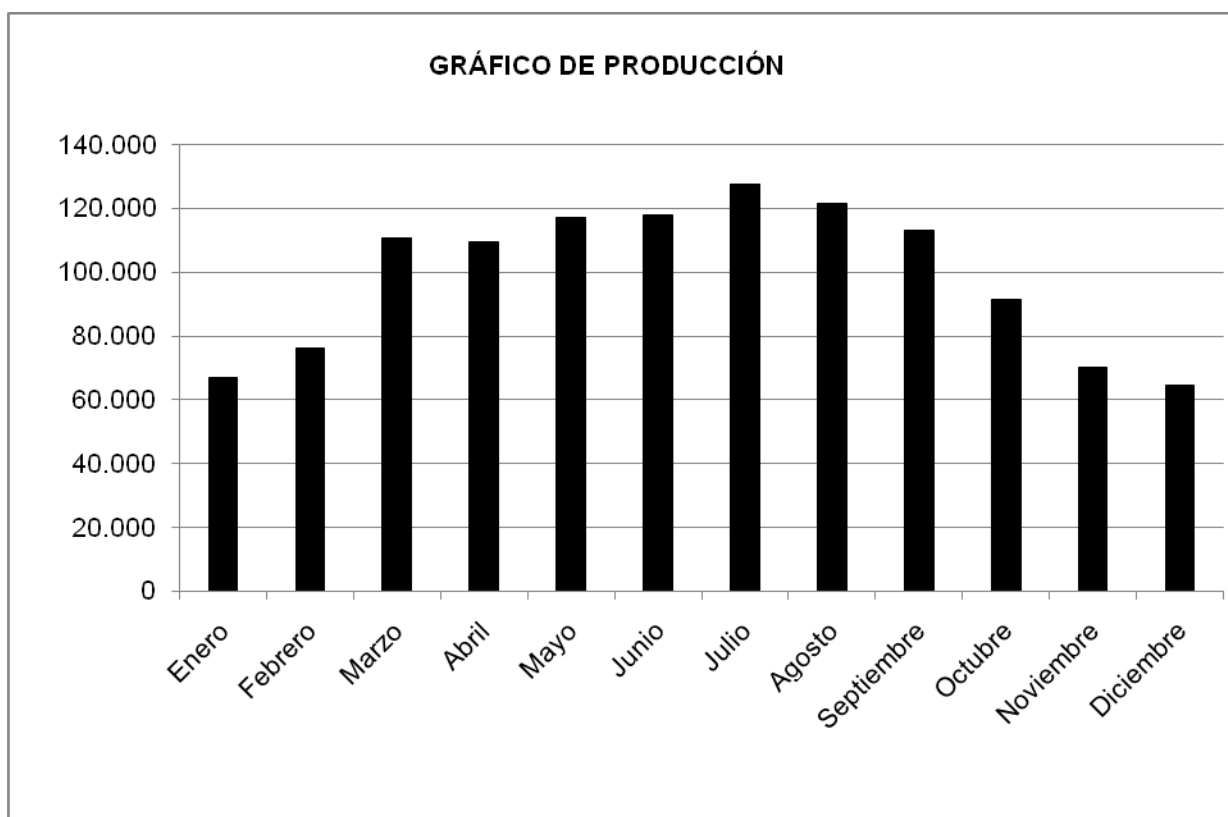
$$E_p = \frac{2,90 \cdot 1008 \cdot 0,714}{1} = 2.087,29 \text{ kWh/día}$$

Para calcular la estimación de la energía inyectada al mes solo tendremos que multiplicar la energía inyectada al día del mes seleccionado por el número de días de ese mes.

3.2.5. Producción anual esperada

Los datos se presentan en una tabla con los valores medios mensuales y el promedio anual, acompañada por una grafica de la producción mensual.

Mes	T (°C)	$G_{dm}(0)$ [Kwh/(m ² ·día)]	$G_{dm}(\alpha,\beta)$ [Kwh/(m ² ·día)]	PR	E_p [Kwh/día]	Total días del mes	E_p [Kwh/mes]
Enero	5,6	1,80	3,01	0,714	2.167,34	31	67.187,45
Febrero	6,5	2,59	3,79	0,712	2.719,03	28	76.132,95
Marzo	9,5	3,97	5,04	0,703	3.571,76	31	110.724,49
Abril	11,4	4,81	5,20	0,698	3.656,36	30	109.690,78
Mayo	15,5	5,62	5,47	0,686	3.780,86	31	117.206,75
Junio	19,7	6,23	5,79	0,674	3.931,19	30	117.935,74
Julio	21,6	6,42	6,11	0,668	4.114,63	31	127.553,65
Agosto	21,6	5,60	5,82	0,668	3.919,34	31	121.499,55
Septiembre	18	4,57	5,52	0,678	3.775,21	30	113.256,41
Octubre	14,6	3,04	4,26	0,688	2.955,68	31	91.626,15
Noviembre	8,7	2,03	3,29	0,705	2.339,23	30	70.176,99
Diciembre	5,7	1,64	2,90	0,714	2.087,29	31	64.705,90
Año	13,2	4,03	4,69	0,692	3.251,49	30	98.899,62



3.2.6. Distancia mínima entre filas de módulos

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = h / \tan (61^\circ - \text{latitud})$$

donde $1 / \tan (61^\circ - \text{latitud})$ es un coeficiente adimensional denominado k .

Algunos valores significativos de k se pueden ver en la tabla incluida a continuación, en función de la latitud del lugar.

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando h a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los módulos.

$$\text{Latitud: } 42,9^\circ \rightarrow 43^\circ$$

$$d = 6.464 / \text{tag} (61^\circ - 43) = 6464 \cdot 3,078 = 19.896,19 \text{ mm}$$

$$d = 19.896,19 \text{ mm} \approx 20 \text{ m}$$

3.2.7. Distancia mínima entre módulos y caseta del inversor

Se debe tener en cuenta que la caseta de la instalación tendrá una altura de 3 metros, habiendo que considerar que a este valor le deberíamos restar los 0,80 metros de distancia que existen entre el punto más bajo de los módulos fotovoltaicos y el suelo para llegar al punto donde realmente nos podrían interferir las sombras. En este caso la distancia mínima será:

$$d = 3.000 / \tan (61^\circ - 43) = 3.000 \cdot 3,078 = 9.233,05 \text{ mm} \approx 10 \text{ m}$$

Por tanto a la hora de la ubicación de los orientadores se guardará una distancia mínima de 7 m. respecto a la caseta del inversor y el centro de transformación para evitar las sombras, o bien, éste quedará en la zona de sombra, al norte de los orientadores.

3.3. CALCULO DEL CABLEADO

El presente apartado tiene por finalidad establecer las características del sistema de protecciones que deberá disponer una central fotovoltaica conectada a la red de distribución BT.

Para el resto de prescripciones que no estén contempladas deberá cumplirse lo establecido en la ITC-BT-40 del REBT y el RD 1663/2000.

Los equipos que constituyen el sistema de protecciones de la central solar fotovoltaica son los siguientes:

En el punto de conexión con la red de distribución BT, se instalará un Interruptor General de apertura manual, accesible al personal de ERZ ENDESA, que será un Interruptor de Control de Potencia Magnetotérmico (ICPM) con intensidad de cortocircuito superior a la del punto de conexión. El ICPM deberá reunir las siguientes características:

- La intensidad nominal del ICPM será la inmediatamente superior que corresponda a la potencia nominal de la central fotovoltaica.
- Para conexión trifásica a la red de distribución (centrales fotovoltaicas $P > 5 \text{ kW}$): ICPM tetrapolar, tres polos protegidos y neutro de arrastre seccionable.
- Los Interruptores de Control de Potencia de intensidad nominal asignada superior a 63 A serán siempre tetrapolares para suministros trifásicos, tres polos protegidos y neutro de arrastre seccionable, pudiendo ser fijos o regulables.
- El sistema de regulación será precintable.
- Los Interruptores de Control de Potencia de intensidad asignada superior a 63 A cumplirán lo indicado en la Norma UNE-EN 60947-2.
- El ICPM se colocará en una caja independiente de dimensiones adecuadas para el buen conexionado de los conductores y deberá ser precintable. Dicha caja se podrá ubicar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección, se ajustarán a las normas UNE 20451 y UNE 60439.

En la interconexión de la instalación fotovoltaica con la red de distribución BT se instalará un Interruptor Automático Diferencial de 300 mA.

Un Interruptor Automático de Interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto con su relé de enclavamiento. Este interruptor dispondrá de los relés de protección siguientes:

- Protección de mínima tensión (27), uno por fase, ajustados a $0,85 \cdot U_m$ que actuarán en un tiempo inferior a 0,5 segundos.

MEMORIA

- Protección de máxima tensión (59), entre una fase y neutro, ajustado a $1,1 \cdot U_m$ que actuará en un tiempo inferior a 0,5 segundos.
- Protección de máxima y mínima frecuencia (81M-81m), entre fases, y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea superior a 51 Hz, o inferior a 49 Hz durante más de 5 periodos.

Estas protecciones estarán integradas en los inversores.

Si las protecciones de máxima y mínima tensión, y de máxima y mínima frecuencia que se utilizan están integradas en el equipo inversor y no son precintables por ERZ ENDESA, o en caso de que sus funciones de protección sean realizadas por un programa informático de control de operaciones, los precintos serán sustituidos por certificaciones originales del fabricante inversor, en los términos exigidos por la reglamentación vigente, que identifiquen suficientemente el cumplimiento de los valores de ajusten el equipo instalado. Este certificado deberá ser presentado a ERZ ENDESA antes de la puesta en servicio de la central.

En estos casos, el Interruptor Automático de Interconexión podrá sustituirse por un contactor cuyo rearme será automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro en la red.

3.3.1. Circuito de corriente continua

Primero calculamos la caída de tensión por serie de los módulos fotovoltaicos que será común en todos los grupos:

- Nº de paneles en serie: 16
- Tensión por serie = nº de paneles en serie · Tensión del panel = $16 \cdot 35,8 = 572,8 \text{ V}$
- Potencia por serie = Potencia nominal del panel · numero de paneles = $175 \cdot 16 = 2.800 \text{ W}$
- Intensidad por serie = Potencia por serie / Tensión por serie = $2.800 \text{ W} / 572,8 \text{ V} = 4,89 \text{ A}$
- Caída de tensión por serie para una sección del conductor de 4 mm^2 :

$$Cdt = \frac{2 \cdot \rho \cdot l \cdot I}{s} = \frac{2 \cdot 0,0172 \cdot 10 \cdot 4,89}{4} = 0,4205 \text{ V} = 0,073 \%$$

Utilizaremos una base portafusibles pequeña de 20 A y un fusible-seccionador en el conductor de polo positivo de 6 A para proteger la línea que sale en cada serie.

Después del cuadro donde están los fusibles colocaremos otro cuadro para realizar una protección diferencial en la instalación fotovoltaica, que realiza un cortocircuito a tierra.

A continuación calculamos la caída de tensión en cada grupo por cada seguidor de tensión o bloque, para un cable de sección 16 mm^2 , para ello primero calcularemos la intensidad por cada bloque:

- Intensidad por bloque = Intensidad por serie · nº de series en cada bloque = $4,89 \cdot 3 = 14,67 \text{ A}$

3.3.1.1. Grupo 1

- Bloque 1.1:

$$Cdt = \frac{2 \cdot 0,0172 \cdot 130 \cdot 14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 1.2:

$$Cdt = \frac{2 \cdot 0,0172 \cdot 165 \cdot 14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

MEMORIA

- Bloque 1.3:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

- Bloque 1.4:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 1.5:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 1.6:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 1.7:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-60-14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

- Bloque 1.8:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 1.9:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 1.10:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-25-14,67}{16} = 0,7885 \text{ V} = 0,1377 \%$$

- Bloque 1.11:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-60-14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

- Bloque 1.12:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

3.3.1.2. Grupo 2

- Bloque 2.1:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-25-14,67}{16} = 0,7885 \text{ V} = 0,1377 \%$$

- Bloque 2.2:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-60-14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

MEMORIA

- Bloque 2.3:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 2.4:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-60-14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

- Bloque 2.5:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 2.6:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 2.7:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 2.8:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 2.9:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 2.10:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 2.11:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 2.12:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

3.3.1.3. Grupo 3

- Bloque 3.1:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 3.2:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

MEMORIA

- Bloque 3.3:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-60-14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

- Bloque 3.4:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 3.5:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 3.6:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 3.7:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 3.8:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 3.9:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 3.10:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

- Bloque 3.11:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

- Bloque 3.12:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-235-14,67}{16} = 7,4120 \text{ V} = 1,2940 \%$$

3.3.1.4. Grupo 4

- Bloque 4.1:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 4.2:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

MEMORIA

- Bloque 4.3:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 4.4:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 4.5:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

- Bloque 4.6:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 4.7:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-60-14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

- Bloque 4.8:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 4.9:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 4.10:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 4.11:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-25-14,67}{16} = 0,7885 \text{ V} = 0,1377 \%$$

- Bloque 4.12:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-60-14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

3.3.1.5. Grupo 5

- Bloque 5.1:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-25-14,67}{16} = 0,7885 \text{ V} = 0,1377 \%$$

- Bloque 5.2:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-60-14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

MEMORIA

- Bloque 5.3:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 5.4:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 5.5:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 5.6:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

- Bloque 5.7:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-60-14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

- Bloque 5.8:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 5.9:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 5.10:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 5.11:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

- Bloque 5.12:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-235-14,67}{16} = 7,4120 \text{ V} = 1,2940 \%$$

3.3.1.6. Grupo 6

- Bloque 6.1:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 6.2:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

MEMORIA

- Bloque 6.3:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 6.4:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

- Bloque 6.5:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-235-14,67}{16} = 7,4120 \text{ V} = 1,2940 \%$$

- Bloque 6.6:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-270-14,67}{16} = 8,5159 \text{ V} = 1,4867 \%$$

- Bloque 6.7:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-60-14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

- Bloque 6.8:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 6.9:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 6.10:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 6.11:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

- Bloque 6.12:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-235-14,67}{16} = 7,4120 \text{ V} = 1,2940 \%$$

3.3.1.7. Grupo 7

- Bloque 7.1:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 7.2:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

MEMORIA

- Bloque 7.3:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-25-14,67}{16} = 0,7885 \text{ V} = 0,1377 \%$$

- Bloque 7.4:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-60-14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

- Bloque 7.5:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 7.6:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 7.7:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 7.8:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-60-14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

- Bloque 7.9:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 7.10:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 7.11:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 7.12:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

3.3.1.8. Grupo 8

- Bloque 8.1:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 8.2:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

MEMORIA

- Bloque 8.3:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 8.4:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 8.5:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 8.6:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

- Bloque 8.7:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-235-14,67}{16} = 7,4120 \text{ V} = 1,2940 \%$$

- Bloque 8.8:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 8.9:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 8.10:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-60-14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

- Bloque 8.11:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 8.12:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

3.3.1.9. Grupo 9

- Bloque 9.1:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 9.2:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

MEMORIA

- Bloque 9.3:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 9.4:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

- Bloque 9.5:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 9.6:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-130-14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 9.7:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-235-14,67}{16} = 7,4120 \text{ V} = 1,2940 \%$$

- Bloque 9.8:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

- Bloque 9.9:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-165-14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 9.10:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-270-14,67}{16} = 8,5159 \text{ V} = 1,4867 \%$$

- Bloque 9.11:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-235-14,67}{16} = 7,4120 \text{ V} = 1,2940 \%$$

- Bloque 9.12:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-200-14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

3.3.1.10. Grupo 10

- Bloque 10.1:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-60-14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

- Bloque 10.2:

$$Cdt = \frac{2-0,0172-95-14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

MEMORIA

- Bloque 10.3:

$$Cdt = \frac{2 \cdot 0,0172 \cdot 25 \cdot 14,67}{16} = 0,7885 \text{ V} = 0,1377 \%$$

- Bloque 10.4:

$$Cdt = \frac{2 \cdot 0,0172 \cdot 60 \cdot 14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

- Bloque 10.5:

$$Cdt = \frac{2 \cdot 0,0172 \cdot 60 \cdot 14,67}{16} = 1,8924 \text{ V} = 0,3304 \%$$

- Bloque 10.6:

$$Cdt = \frac{2 \cdot 0,0172 \cdot 95 \cdot 14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 10.7:

$$Cdt = \frac{2 \cdot 0,0172 \cdot 95 \cdot 14,67}{16} = 2,9963 \text{ V} = 0,5231 \%$$

- Bloque 10.8:

$$Cdt = \frac{2 \cdot 0,0172 \cdot 130 \cdot 14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 10.9:

$$Cdt = \frac{2 \cdot 0,0172 \cdot 130 \cdot 14,67}{16} = 4,1002 \text{ V} = 0,7158 \%$$

- Bloque 10.10:

$$Cdt = \frac{2 \cdot 0,0172 \cdot 165 \cdot 14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 10.11:

$$Cdt = \frac{2 \cdot 0,0172 \cdot 165 \cdot 14,67}{16} = 5,2042 \text{ V} = 0,9086 \%$$

- Bloque 10.12:

$$Cdt = \frac{2 \cdot 0,0172 \cdot 200 \cdot 14,67}{16} = 6,3081 \text{ V} = 1,1013 \%$$

La intensidad total al inversor será:

$$I_{\text{Total que entra en el inversor}} = I_{\text{Por bloque}} \cdot n^{\circ} \text{ de bloques} = 14,67 \text{ A} \cdot 12 = 176,04 \text{ A}$$

A la salida de cada inversor por grupo colocaremos un fusible de 400 A en el cuadro de baja tensión.

3.3.2. Circuito de corriente alterna

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico:

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Senj} / 1000 \times U \times n \times R \times \cos j) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Senj} / 1000 \times U \times n \times R \times \cos j) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

- P_c = Potencia de Cálculo en Watios.
- L = Longitud de Cálculo en metros.
- e = Caída de tensión en Voltios.
- K = Conductividad.
- I = Intensidad en Amperios.
- U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
- S = Sección del conductor en mm².
- cos j = Coseno de fi. Factor de potencia.
- R = Rendimiento. (Para líneas motor).
- n = N° de conductores por fase.
- X_u = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$

$$r = r_{20}[1+a(T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0)(I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

- K = Conductividad del conductor a la temperatura T.
- r = Resistividad del conductor a la temperatura T.
- r₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.
- Cu = 0.018
- Al = 0.029
- a = Coeficiente de temperatura:
- Cu = 0.00392
- Al = 0.00403
- T = Temperatura del conductor (°C).
- T₀ = Temperatura ambiente (°C):
- Cables enterrados = 25°C
- Cables al aire = 40°C
- T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):
- XLPE, EPR = 90°C
- PVC = 70°C
- I = Intensidad prevista por el conductor (A).
- I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccI} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,

I_{pccI} : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

C_t : Coeficiente de tensión.

U : Tensión trifásica en V.

Z_t : Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

C_t : Coeficiente de tensión.

U_F : Tensión monofásica en V.

Z_t : Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

R_t : $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t : $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n$ (mohm)

$X = X_u \cdot L / n$ (mohm)

R : Resistencia de la línea en mohm.

X : Reactancia de la línea en mohm.

L : Longitud de la línea en m.

C_R : Coeficiente de resistividad.

K : Conductividad del metal.

S : Sección de la línea en mm².

X_u : Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n : nº de conductores por fase.

$$* t_{mcc} = C_c \cdot S^2 / I_{pccF}^2$$

Siendo,

t_{mcc} : Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc} .

C_c : Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S : Sección de la línea en mm².

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. fusible / I_{pccF}^2$$

Siendo,

t_{ficc} : tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* L_{max} = 0,8 U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

MEMORIA

Siendo,

- Lmax: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)
- U_F : Tensión de fase (V)
- K: Conductividad
- S: Sección del conductor (mm²)
- Xu: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.
- n: nº de conductores por fase
- Ct= 0,8: Es el coeficiente de tensión.
- $C_R = 1,5$: Es el coeficiente de resistencia.
- I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curvas válidas.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D Y MA	IMAG = 20 In

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,

- smax: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)
- I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)
- L: Separación entre apoyos (cm)
- d: Separación entre pletinas (cm)
- n: nº de pletinas por fase
- Wy: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)
- sadm: Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \dot{O}_{tcc})$$

Siendo,

- I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)
- I_{cccs} : Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)
- S: Sección total de las pletinas (mm²)
- tcc: Tiempo de duración del cortocircuito (s)
- Kc: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

INVERSOR 1	100000 W
INVERSOR 2	100000 W
INVERSOR 3	100000 W
INVEROSR 4	100000 W
INVERSOR 5	100000 W
INVERSOR 6	100000 W
INVERSOR 7	100000 W
INVERSOR 8	100000 W

MEMORIA

INVERSOR 9	100000 W
INVERSOR 10	100000 W
CASETAS SEGUIDORES	120000 W
TOTAL.....	1120000 W

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1120000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $12000 \times 1.25 + 1108000 = 1123000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 1123000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 2026.2 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 5(4x240+TTx120)mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 2275 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 79.66

$$e(\text{parcial}) = 20 \times 1123000 / 45.03 \times 400 \times 5 \times 240 = 1.04 \text{ V.} = 0.26 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.26\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 2500 A. Térmico reg. Int.Reg.: 2151 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 40 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: 100000 W.

$$I = 100000 / 1,732 \times 400 \times 1 = 144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x50+TTx25mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.26

$$e(\text{parcial}) = 40 \times 100000 / 45.23 \times 400 \times 50 = 4.42 \text{ V.} = 1.11 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas

MEMORIA

- Longitud: 40 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: 100000 W.

$$I=100000/1,732 \times 400 \times 1=144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x50+TTx25mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.26

$$e(\text{parcial})=40 \times 100000 / 45.23 \times 400 \times 50=4.42 \text{ V.}=1.11 \%$$

$$e(\text{total})=1.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 300 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: 100000 W.

$$I=100000/1,732 \times 400 \times 1=144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x70+TTx35mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 210 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.62

$$e(\text{parcial})=300 \times 100000 / 47.44 \times 400 \times 70=22.58 \text{ V.}=5.65 \%$$

$$e(\text{total})=5.91\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVEROSR 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 300 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: 100000 W.

$$I=100000/1,732 \times 400 \times 1=144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x70+TTx35mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 210 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.62

$$e(\text{parcial})=300 \times 100000 / 47.44 \times 400 \times 70=22.58 \text{ V.}=5.65 \%$$

MEMORIA

$e(\text{total})=5.91\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 350 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: 100000 W.

$I=100000/1,732 \times 400 \times 1=144.34$ A.

Se eligen conductores Tripolares 3x95+TTx50mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 40°C (Fc=1) 260 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.41

$e(\text{parcial})=350 \times 100000 / 48.78 \times 400 \times 95=18.88$ V.=4.72 %

$e(\text{total})=4.98\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 350 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: 100000 W.

$I=100000/1,732 \times 400 \times 1=144.34$ A.

Se eligen conductores Tripolares 3x95+TTx50mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 40°C (Fc=1) 260 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.41

$e(\text{parcial})=350 \times 100000 / 48.78 \times 400 \times 95=18.88$ V.=4.72 %

$e(\text{total})=4.98\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas

MEMORIA

- Longitud: 500 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: 100000 W.

$$I=100000/1,732 \times 400 \times 1=144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x120+TTx70mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 300 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.57

$$e(\text{parcial})=500 \times 100000 / 49.44 \times 400 \times 120=21.07 \text{ V.}=5.27 \%$$

$$e(\text{total})=5.53\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 500 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: 100000 W.

$$I=100000/1,732 \times 400 \times 1=144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x120+TTx70mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 300 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.57

$$e(\text{parcial})=500 \times 100000 / 49.44 \times 400 \times 120=21.07 \text{ V.}=5.27 \%$$

$$e(\text{total})=5.53\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 9

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 800 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: 100000 W.

$$I=100000/1,732 \times 400 \times 1=144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x185+TTx95mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 400 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.51

$$e(\text{parcial})=800 \times 100000 / 50.33 \times 400 \times 185=21.48 \text{ V.}=5.37 \%$$

MEMORIA

$e(\text{total})=5.63\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 10

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 800 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: 100000 W.

$I=100000/1,732 \times 400 \times 1=144.34$ A.

Se eligen conductores Tripolares 3x185+TTx95mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 40°C (Fc=1) 400 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.51

$e(\text{parcial})=800 \times 100000 / 50.33 \times 400 \times 185=21.48$ V.=5.37 %

$e(\text{total})=5.63\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 155 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CASSETAS SEGUIDORES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 120000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $12000 \times 1.25 + 108000 = 123000$ W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=123000/1,732 \times 400 \times 0.8=221.93$ A.

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 245 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 81.03

$e(\text{parcial})=20 \times 123000 / 44.83 \times 400 \times 95=1.44$ V.=0.36 %

$e(\text{total})=0.62\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 233 A.

SUBCUADRO: CASETAS SEGUIDORES

DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

SEGUIDOR GRUPO 1	12000 W
SEGUIDOR GRUPO 2	12000 W
SEGUIDOR GRUPO 3	12000 W
SEGUIDOR GRUPO 4	12000 W
SEGUIDOR GRUPO 5	12000 W
SEGUIDOR GRUPO 7	12000 W
SEGUIDOR GRUPO 1	12000 W
SEGUIDOR GRUPO 8	12000 W
SEGUIDOR GRUPO 9	12000 W
SEGUIDOR GRUPO 10	12000 W
TOTAL....	120000 W

Cálculo de la Línea: CASETA 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 40 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 24000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
12000x1.25+12000=27000 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=27000/1,732 \times 400 \times 0.8=48.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 82 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.65

$$e(\text{parcial})=40 \times 27000 / 48.41 \times 400 \times 16 = 3.49 \text{ V.} = 0.87 \%$$

$$e(\text{total})=1.49\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SEGUIDOR GRUPO 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 270 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
12000x1.25=15000 W.

$$I=15000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 27.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 82 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.45

MEMORIA

$e(\text{parcial})=270 \times 15000 / 50.52 \times 400 \times 16 \times 1 = 12.53 \text{ V} = 3.13 \%$
 $e(\text{total})=4.62\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

A continuación calculamos las líneas para los motores de azimut e inclinación de cada bloque para el grupo 1, en esta memoria solo saldrá el cálculo para el grupo 1, para los demás grupos los cálculos y valores de las líneas serán los mismos que para este.

Cálculo de la Línea: AZIMUT 1.1.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W}$.

$I = 312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A}$.

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$e(\text{parcial}) = 10 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.06 \text{ V} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 6.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INCLINACIÓN 1.1.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W}$.

$I = 937.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.69 \text{ A}$.

Se eligen conductores Unipolares 3x6+TTx6mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$e(\text{parcial}) = 10 \times 937.5 / 51.5 \times 400 \times 6 \times 1 = 0.08 \text{ V} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 6.13\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUT 1.2.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 6.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INCLINACIÓN 1.2.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5$ W.

$$I = 937.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.69 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 937.5 / 51.47 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.18 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 6.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUT 1.3.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

MEMORIA

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$e(\text{parcial})=10 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=6.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INCLINACIÓN 1.3.

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 750 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W.}$

$I = 937.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.69 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$e(\text{parcial})=10 \times 937.5 / 51.47 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.18 \text{ V.} = 0.05 \%$

$e(\text{total})=6.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUT 1.4.

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 250 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W.}$

$I = 312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$e(\text{parcial})=10 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=6.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INCLINACIÓN 1.4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1

MEMORIA

- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W}$.

$I = 937.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.69 \text{ A}$.
Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.23
 $e(\text{parcial}) = 10 \times 937.5 / 51.47 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.18 \text{ V} = 0.05 \%$
 $e(\text{total}) = 6.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUT 1.5.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W}$.

$I = 312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A}$.
Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.03
 $e(\text{parcial}) = 10 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.06 \text{ V} = 0.02 \%$
 $e(\text{total}) = 6.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INCLINACIÓN 1.5.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W}$.

$I = 937.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.69 \text{ A}$.
Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.23
 $e(\text{parcial}) = 10 \times 937.5 / 51.47 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.18 \text{ V} = 0.05 \%$
 $e(\text{total}) = 6.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

MEMORIA

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUT 1.6.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W}$.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.06 \text{ V} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 6.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INCLINACIÓN 1.6.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W}$.

$$I = 937.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.69 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 937.5 / 51.47 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.18 \text{ V} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 6.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUT 1.7.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W}$.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A}$$

MEMORIA

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$e(\text{parcial})=10 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=6.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INCLINACIÓN 1.7.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W.}$

$I=937.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.69 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$e(\text{parcial})=10 \times 937.5 / 51.47 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.18 \text{ V.} = 0.05 \%$

$e(\text{total})=6.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUT 1.8.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W.}$

$I=312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$e(\text{parcial})=10 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=6.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

MEMORIA

Cálculo de la Línea: INCLINACIÓN 1.8.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5$ W.

$$I = 937.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.69 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 937.5 / 51.47 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.18 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 6.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUT 1.9.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 6.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INCLINACIÓN 1.9.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5$ W.

$$I = 937.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.69 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

MEMORIA

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$e(\text{parcial})=10 \times 937.5 / 51.47 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.18 \text{ V.} = 0.05 \%$

$e(\text{total})=6.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUT 1.10.

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 250 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W.}$

$I = 312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$e(\text{parcial})=10 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=6.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INCLINACIÓN 1.10.

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 750 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W.}$

$I = 937.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.69 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$e(\text{parcial})=10 \times 937.5 / 51.47 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.18 \text{ V.} = 0.05 \%$

$e(\text{total})=6.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUT 1.11.

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1

MEMORIA

- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W}$.

$I = 312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A}$.
Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.03
 $e(\text{parcial}) = 10 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.06 \text{ V} = 0.02 \%$
 $e(\text{total}) = 6.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INCLINACIÓN 1.11.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W}$.

$I = 937.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.69 \text{ A}$.
Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.23
 $e(\text{parcial}) = 10 \times 937.5 / 51.47 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.18 \text{ V} = 0.05 \%$
 $e(\text{total}) = 6.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: AZIMUT 1.12.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W}$.

$I = 312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A}$.
Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.03
 $e(\text{parcial}) = 10 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.06 \text{ V} = 0.02 \%$
 $e(\text{total}) = 6.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

MEMORIA

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: INCLINACIÓN 1.12.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W}$.

$$I = 937.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.69 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 25 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 937.5 / 51.47 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.18 \text{ V} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 6.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SEGUIDOR GRUPO 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 270 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $12000 \times 1.25 = 15000 \text{ W}$.

$$I = 15000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 27.06 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 82 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.45

$$e(\text{parcial}) = 270 \times 15000 / 50.52 \times 400 \times 16 \times 1 = 12.53 \text{ V} = 3.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.62\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CASETA 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 300 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 24000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $12000 \times 1.25 + 12000 = 27000 \text{ W}.$ (Coef. de Simult.: 1)

MEMORIA

$$I=27000/1,732 \times 400 \times 0.8=48.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x35+TTx16mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 40°C (Fc=1) 135 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.51

$$e(\text{parcial})=300 \times 27000/50.33 \times 400 \times 35=11.5 \text{ V.}=2.87 \%$$

$$e(\text{total})=3.49\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SEGUIDOR GRUPO 3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Galerías, Zanjas

- Longitud: 270 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 12000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$12000 \times 1.25=15000 \text{ W.}$$

$$I=15000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=27.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x25+TTx16mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.03

$$e(\text{parcial})=270 \times 15000/50.96 \times 400 \times 25 \times 1=7.95 \text{ V.}=1.99 \%$$

$$e(\text{total})=5.48\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SEGUIDOR GRUPO 4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Galerías, Zanjas

- Longitud: 270 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 12000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$12000 \times 1.25=15000 \text{ W.}$$

$$I=15000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=27.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x25+TTx16mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.03

$$e(\text{parcial})=270 \times 15000/50.96 \times 400 \times 25 \times 1=7.95 \text{ V.}=1.99 \%$$

$$e(\text{total})=5.48\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

MEMORIA

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CASETA 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 350 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 24000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $12000 \times 1.25 + 12000 = 27000$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 27000 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 48.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x35+TTx16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 135 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.51

$$e(\text{parcial}) = 350 \times 27000 / (50.33 \times 400 \times 35) = 13.41 \text{ V.} = 3.35 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.97\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SEGUIDOR GRUPO 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 270 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $12000 \times 1.25 = 15000$ W.

$$I = 15000 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 27.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x25+TTx16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.03

$$e(\text{parcial}) = 270 \times 15000 / (50.96 \times 400 \times 25 \times 1) = 7.95 \text{ V.} = 1.99 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.96\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SEGUIDOR GRUPO 6

- Tensión de servicio: 400 V.

MEMORIA

- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 270 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $12000 \times 1.25 = 15000$ W.

$$I = 15000 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 27.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x25+TTx16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.03

$$e(\text{parcial}) = 270 \times 15000 / (50.96 \times 400 \times 25) = 7.95 \text{ V.} = 1.99 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.96\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CASETA 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 500 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 24000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $12000 \times 1.25 + 12000 = 27000$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 27000 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 48.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x50+TTx25mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 165 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.36

$$e(\text{parcial}) = 500 \times 27000 / (50.71 \times 400 \times 50) = 13.31 \text{ V.} = 3.33 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.95\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SEGUIDOR GRUPO 7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 270 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $12000 \times 1.25 = 15000$ W.

$$I = 15000 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 27.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x25+TTx16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-07

MEMORIA

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.03

$e(\text{parcial})=270 \times 15000 / 50.96 \times 400 \times 25 \times 1 = 7.95 \text{ V.} = 1.99 \%$

$e(\text{total})=5.94\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SEGUIDOR GRUPO 8

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Galerías, Zanjas

- Longitud: 270 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 12000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$12000 \times 1.25 = 15000 \text{ W.}$

$I = 15000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 27.06 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tripolares 3x25+TTx16mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.03

$e(\text{parcial})=270 \times 15000 / 50.96 \times 400 \times 25 \times 1 = 7.95 \text{ V.} = 1.99 \%$

$e(\text{total})=5.94\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: CASETA 5

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Galerías, Zanjas

- Longitud: 800 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Potencia a instalar: 24000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$12000 \times 1.25 + 12000 = 27000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 27000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 48.72 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tripolares 3x70+TTx35mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 40°C (Fc=1) 210 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.69

$e(\text{parcial})=800 \times 27000 / 51.02 \times 400 \times 70 = 15.12 \text{ V.} = 3.78 \%$

$e(\text{total})=4.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SEGUIDOR GRUPO 9

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 270 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $12000 \times 1.25 = 15000$ W.

$$I = 15000 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 27.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x25+TTx16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.03

$$e(\text{parcial}) = 270 \times 15000 / (50.96 \times 400 \times 25) = 7.95 \text{ V.} = 1.99 \%$$

$$e(\text{total}) = 6.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: SEGUIDOR GRUPO 10

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Galerías, Zanjas
- Longitud: 270 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $12000 \times 1.25 = 15000$ W.

$$I = 15000 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 27.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x25+TTx16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.03

$$e(\text{parcial}) = 270 \times 15000 / (50.96 \times 400 \times 25) = 7.95 \text{ V.} = 1.99 \%$$

$$e(\text{total}) = 6.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

CALCULO DE EMBARRADO CASETAS SEGUIDORES

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 100
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 5
- Wx, lx, Wy, ly (cm³,cm⁴) : 0.333, 0.333, 0.083, 0.0208
- I. admisible del embarrado (A): 290

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 9.23^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.083 \cdot 1) = 1068.759 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2$$

Cu

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 221.93 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 290 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 9.23 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}_{tcc}) = 164 \cdot 100 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 23.19 \text{ kA}$$

CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 4
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 250
- Ancho (mm): 50
- Espesor (mm): 5
- Wx, lx, Wy, ly (cm³,cm⁴) : 2.08, 5.2, 0.208, 0.052
- I. admisible del embarrado (A): 2100

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 11.7^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.208 \cdot 4) = 171.461 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2$$

Cu

MEMORIA

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 2026.2 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 2100 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 11.7 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sigma_{tcc}) = 164 \cdot 250 \cdot 4 / (1000 \cdot 0.5) = 231.93 \text{ kA}$$

MEMORIA

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
DERIVACION IND.	1123000	20	5(4x240+TTx120)Cu	2026.2	2275	0.26	0.26
INVERSOR 1	100000	40	3x50+TTx25Cu	144.34	165	1.11	1.37
INVERSOR 2	100000	40	3x50+TTx25Cu	144.34	165	1.11	1.37
INVERSOR 3	100000	300	3x70+TTx35Cu	144.34	210	5.65	5.91
INVERSOR 4	100000	300	3x70+TTx35Cu	144.34	210	5.65	5.91
INVERSOR 5	100000	350	3x95+TTx50Cu	144.34	260	4.72	4.98
INVERSOR 6	100000	350	3x95+TTx50Cu	144.34	260	4.72	4.98
INVERSOR 7	100000	500	3x120+TTx70Cu	144.34	300	5.27	5.53
INVERSOR 8	100000	500	3x120+TTx70Cu	144.34	300	5.27	5.53
INVERSOR 9	100000	800	3x185+TTx95Cu	144.34	400	5.37	5.63
INVERSOR 10	100000	800	3x185+TTx95Cu	144.34	400	5.37	5.63
CASSETAS SEGUIDORES	123000	20	3x95+TTx50Cu	221.93	245	0.36	0.62

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pcc1} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{ffcc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
DERIVACION IND.	20	5(4x240+TTx120)Cu	12	15	5851.28	766.53			2500
INVERSOR 1	40	3x50+TTx25Cu	11.75	15	2859.57	5.57			160;B,C
INVERSOR 2	40	3x50+TTx25Cu	11.75	15	2859.57	5.57			160;B,C
INVERSOR 3	300	3x70+TTx35Cu	11.75	15	864.41	119.52			160;B
INVERSOR 4	300	3x70+TTx35Cu	11.75	15	864.41	119.52			160;B
INVERSOR 5	350	3x95+TTx50Cu	11.75	15	983.25	170.13			160;B
INVERSOR 6	350	3x95+TTx50Cu	11.75	15	983.25	170.13			160;B
INVERSOR 7	500	3x120+TTx70Cu	11.75	15	885.6	334.62			160;B
INVERSOR 8	500	3x120+TTx70Cu	11.75	15	885.6	334.62			160;B
INVERSOR 9	800	3x185+TTx95Cu	11.75	15	857.75	847.79			160;B
INVERSOR 10	800	3x185+TTx95Cu	11.75	15	857.75	847.79			160;B
CASSETAS SEGUIDORES	20	3x95+TTx50Cu	11.75	15	4614.07	7.73			250;B,C

Subcuadro CASSETAS SEGUIDORES

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
CASSETA 1	27000	40	3x16+TTx16Cu	48.72	82	0.87	1.49
SEGUIDOR GRUPO 1	15000	270	3x16+TTx16Cu	27.06	82	3.13	4.62
SEGUIDOR GRUPO 2	15000	270	3x16+TTx16Cu	27.06	82	3.13	4.62
CASSETA 2	27000	300	3x35+TTx16Cu	48.72	135	2.87	3.49
SEGUIDOR GRUPO 3	15000	270	3x25+TTx16Cu	27.06	110	1.99	5.48
SEGUIDOR GRUPO 4	15000	270	3x25+TTx16Cu	27.06	110	1.99	5.48
CASSETA 3	27000	350	3x35+TTx16Cu	48.72	135	3.35	3.97
SEGUIDOR GRUPO 5	15000	270	3x25+TTx16Cu	27.06	110	1.99	5.96
SEGUIDOR GRUPO 7	15000	270	3x25+TTx16Cu	27.06	110	1.99	5.96
CASSETA 4	27000	500	3x50+TTx25Cu	48.72	165	3.33	3.95
SEGUIDOR GRUPO 1	15000	270	3x25+TTx16Cu	27.06	110	1.99	5.94
SEGUIDOR GRUPO 8	15000	270	3x25+TTx16Cu	27.06	110	1.99	5.94
CASSETA 5	27000	800	3x70+TTx35Cu	48.72	210	3.78	4.4
SEGUIDOR GRUPO 9	15000	270	3x25+TTx16Cu	27.06	110	1.99	6.39
SEGUIDOR GRUPO 10	15000	270	3x25+TTx16Cu	27.06	110	1.99	6.39

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pcc1} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{ffcc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
CASSETA 1	40	3x16+TTx16Cu	9.27	10	1264.37	2.92			50
SEGUIDOR GRUPO 1	270	3x16+TTx16Cu	2.54	3	211.91	103.9			30;B
SEGUIDOR GRUPO 2	270	3x16+TTx16Cu	2.54	3	211.91	103.9			30;B
CASSETA 2	300	3x35+TTx16Cu	9.27	10	453.89	108.37			50
SEGUIDOR GRUPO 3	270	3x25+TTx16Cu	0.91	3	211.95	253.56			30;B
SEGUIDOR GRUPO 4	270	3x25+TTx16Cu	0.91	3	211.95	253.56			30;B
CASSETA 3	350	3x35+TTx16Cu	9.27	10	394.36	143.56			50

HUERTO SOLAR FOTOVOLTAICO DE 1 MW CON CONEXIÓN A RED DE M.T.

MEMORIA

SEGUIDOR GRUPO 5	270	3x25+TTx16Cu	0.79	3	197.99	290.58	30;B
SEGUIDOR GRUPO 7	270	3x25+TTx16Cu	0.79	3	197.99	290.58	30;B
CASETA 4	500	3x50+TTx25Cu	9.27	10	394.36	292.97	50
SEGUIDOR GRUPO 1	270	3x25+TTx16Cu	0.79	3	197.99	290.58	30;B
SEGUIDOR GRUPO 8	270	3x25+TTx16Cu	0.79	3	197.99	290.58	30;B
CASETA 5	800	3x70+TTx35Cu	9.27	10	348.63	734.75	50
SEGUIDOR GRUPO 9	270	3x25+TTx16Cu	0.7	3	185.75	330.13	30;B
SEGUIDOR GRUPO 10	270	3x25+TTx16Cu	0.7	3	185.75	330.13	30;B

Motores azimut e inclinación seguidores

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálco (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
DERIVACION IND.	12187.5	20	4x35+TTx16Cu	21.99	135	0.08	0.08
CASSETAS	12187.5	1040	3x35+TTx16Cu	21.99	131	4.42	4.5
MOTORES GRUPO 1	12187.5	270	3x25+TTx16Cu	21.99	110	1.61	6.11
AZIMUT 1.1.	312.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.56	25	0.02	6.12
INCLINACIÓN 1.1.	937.5	10	3x6+TTx6Cu	1.69	44	0.02	6.13
AZIMUT 1.2.	312.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.56	25	0.02	6.12
INCLINACIÓN 1.2.	937.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.69	25	0.05	6.15
AZIMUT 1.3.	312.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.56	25	0.02	6.12
INCLINACIÓN 1.3.	937.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.69	25	0.05	6.15
AZIMUT 1.4.	312.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.56	25	0.02	6.12
INCLINACIÓN 1.4	937.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.69	25	0.05	6.15
AZIMUT 1.5.	312.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.56	25	0.02	6.12
INCLINACIÓN 1.5.	937.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.69	25	0.05	6.15
AZIMUT 1.6.	312.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.56	25	0.02	6.12
INCLINACIÓN 1.6.	937.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.69	25	0.05	6.15
AZIMUT 1.7.	312.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.56	25	0.02	6.12
INCLINACIÓN 1.7.	937.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.69	25	0.05	6.15
AZIMUT 1.8.	312.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.56	25	0.02	6.12
INCLINACIÓN 1.8.	937.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.69	25	0.05	6.15
AZIMUT 1.9.	312.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.56	25	0.02	6.12
INCLINACIÓN 1.9.	937.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.69	25	0.05	6.15
AZIMUT 1.10.	312.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.56	25	0.02	6.12
INCLINACIÓN 1.10.	937.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.69	25	0.05	6.15
AZIMUT 1.11.	312.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.56	25	0.02	6.12
INCLINACIÓN 1.11.	937.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.69	25	0.05	6.15
AZIMUT 1.12.	312.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.56	25	0.02	6.12
INCLINACIÓN 1.12.	937.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.69	25	0.05	6.15

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
DERIVACION IND.	20	4x35+TTx16Cu	12	15	3402.53	1.93			25;B,C,D
CASSETAS	1040	3x35+TTx16Cu	6.83	10	138.75	1159.67			25
MOTORES GRUPO 1	270	3x25+TTx16Cu	0.28	3	102.85	1076.75			25
AZIMUT 1.1.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
INCLINACIÓN 1.1.	10	3x6+TTx6Cu	0.21		98.9	67.07			
AZIMUT 1.2.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
INCLINACIÓN 1.2.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
AZIMUT 1.3.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
INCLINACIÓN 1.3.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
AZIMUT 1.4.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
INCLINACIÓN 1.4	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
AZIMUT 1.5.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
INCLINACIÓN 1.5.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
AZIMUT 1.6.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
INCLINACIÓN 1.6.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
AZIMUT 1.7.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
INCLINACIÓN 1.7.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
AZIMUT 1.8.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
INCLINACIÓN 1.8.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
AZIMUT 1.9.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
INCLINACIÓN 1.9.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
AZIMUT 1.10.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
INCLINACIÓN 1.10.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
AZIMUT 1.11.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			
INCLINACIÓN 1.11.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21		93.86	12.93			

MEMORIA

AZIMUT 1.12.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21	93.86	12.93
INCLINACIÓN 1.12.	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.21	93.86	12.93

3.3. Calculo de la toma de tierra

Utilizaremos una malla para realizar la toma de tierra y conectar a ella todos los paneles y elementos metálicos:

Naturaleza del terreno: $\rho = 150 \Omega \cdot m$

Cuadrícula de la malla: 3-3 metros

Longitud de la malla será: ancho 225 metros; largo 300 metros.

La superficie de la malla será:

$$S = a \cdot l = 225 \cdot 300 = 67500 m^2$$

El radio equivalente:

$$r = \sqrt{\frac{a \cdot l}{\pi}} = \sqrt{\frac{67500}{3,14}} = 146,61 m$$

Longitud del cable:

$$L = \left(a \cdot \frac{l}{3}\right) + \left(\frac{a}{3} \cdot l\right) = \left(225 \cdot \frac{300}{3}\right) + \left(\frac{225}{3} \cdot 300\right) = 45000 m \text{ de cable enterrado}$$

Resistencia de tierra:

$$R_t = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{l} = \frac{150}{4 \cdot 146,61} + \frac{150}{45000} = 0,25 \Omega$$

4. MANTENIMIENTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

4.1. GENERALIDADES

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- mantenimiento preventivo.
- mantenimiento correctivo.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

4.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El Plan de mantenimiento preventivo se compone de una serie de operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita (anual para el caso de instalaciones de < 5 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobar la situación respecto al proyecto original y verificar el estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietos, limpieza.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación, autorización de la empresa).

4.3. MODELO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.3.1. Mantenimiento del campo fotovoltaico

Como Modelo de plan de Mantenimiento Preventivo, podría seguirse el siguiente esquema, con independencia de que sea necesario que se adapte a cada instalación particular:

- a. Inspección visual:

MEMORIA

- Generador FV (módulos, almacén, sistemas de seguimiento (si existieran), suciedad, deslaminación, etc.), en parte mediante plataformas de trabajo móviles.
- Instalación eléctrica (cables y trazados de cables vistos, acumulador de cadenas, cajas de conexión del generador, incluido registro de estado de los fusibles y los descargadores de sobretensión).
- Edificio de explotación con inversores.
- Armario de distribución y sistema de refrigeración.
- El estado de la instalación se documentará y los posibles daños serán fotografiados.

b. Mantenimiento de los Módulos Fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos requieren un escaso mantenimiento, por su propia configuración, carentes de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión muy protegidas del ambiente exterior por capas de material protector. Al mismo tiempo el control de la calidad de los fabricantes es bueno y rara vez se presentan problemas por esta razón.

El mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- i. Limpieza periódica del panel
- ii. Inspección visual del panel

La inspección visual del panel tiene por objeto detectar los posibles fallos, concretamente:

- Posible rotura del cristal, normalmente se produce por acciones externas y rara vez por fatiga térmica inducida por errores de montaje.
- Oxidaciones en los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas, normalmente son debidas a la entrada de humedad en el panel por fallo o rotura de las capas de encapsulado.
- Cambio de color a amarillo o marrón (lo que se conoce como yellowing & browning) del encapsulante (EVA)
- Del tedlar, inflamaciones del mismo pueden ser síntoma de punto caliente en el módulo.
- Deformaciones de las cajas de conexión del módulo debidas a sobrecalentamientos de los diodos de paso (conocidos también como diodos de by-pass) y/o a la alta resistencia de contacto por un mal apriete de un terminal eléctrico.
- Control de las conexiones eléctricas y el cableado de los paneles
- Se procederá en cada visita de mantenimiento a efectuar las siguientes operaciones:
- Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los paneles.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de protección de los terminales, según el tipo de panel.
- En el caso de observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado de la caja de terminales utilizando según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.

iii. Mediciones periódicas de la curva V-I

Se realizaran medidas de curvas V-I por arrays en cada instalación de 100kW, al menos 1 vez al año, para así comprobar el correcto funcionamiento y la posible degradación de módulos.

iv. Análisis de puntos calientes

Si se producen puntos calientes sin la presencia de sombreados parciales, se estudiará con una cámara termográfica 1 vez durante el período de garantía y posteriormente 1 vez cada 5 años o cuando se detecte una disminución en la producción.

v. Mantenimiento de la Estructura

El mantenimiento de la estructura que soportará los módulos fotovoltaicos, será fundamentalmente mediante la inspección visual, en busca de golpes, corrosiones, estado de la pintura de protección, ausencia de deposiciones de agua, etc.

vi. Mantenimiento de los Seguidores

- El mantenimiento de los seguidores que soportarán las estructuras que soportan los módulos será fundamentalmente referida a:
- Engrase de las partes móviles que así lo requieran
- Configuración y ajuste periódico de sensores, encoders o similar, así como el sistema de control de seguimiento
- Inspección visual del estado del galvanizado y/o pintura así como de las cimentaciones y posibles deformaciones de los materiales.

4.3.2. Mantenimiento del inversor

El mantenimiento del inversor no difiere especialmente de las operaciones normales de un equipo electrónico. Las averías son poco frecuentes y la simplicidad de los equipos reduce el mantenimiento a las siguientes operaciones:

- Comprobación del estado y funcionamiento del inversor.
- Comprobación del cableado y conexionado de los componentes.
- Verificación que el área de ubicación del inversor se encuentra limpia, seca y bien ventilada y climatizada
- Comprobación de que el alojamiento del inversor mantiene temperaturas adecuadas para que estos equipos puedan trabajar siempre en el rango de temperaturas comprendido entre 0 y 50°C.
- Comprobación de las protecciones y alarmas del equipo.
- Mediciones periódicas de eficiencia y distorsión armónica.
- Revisión anual, preferiblemente antes del verano.
- Se realizarán medidas de eficiencia de conversión DC/AC y de eficiencia en el seguimiento del punto de máxima potencia de los inversores de cada instalación de 100kW así como medidas de distorsión armónica, al menos 1 vez al año, para así comprobar su correcto funcionamiento.

Adicionalmente, se programarán unos trabajos de mantenimiento preventivo anual, que incluirán medidas para garantizar el funcionamiento óptimo:

- Limpieza de los filtros de aire.
- Control y apriete posterior de las uniones atornilladas de todos los componentes
- Comprobación de la ventilación y refrigeración.
- Inspección visual de los contactos de puesta a tierra, las placas y el control del nivel de salida en relación erosión eléctrica y la decoloración.
- Lectura de la memoria de averías.
- Prueba de funcionamiento del conmutador de potencia de entrada.

Será también conveniente contar con un Plan de Mantenimiento Extraordinario plurianual, de acuerdo con el que, cada 8 años se revisarán los inversores, se analizarán los históricos y el operador decidirá de acuerdo con el asesor técnico el mantenimiento que proceda para garantizar su vida, al menos, durante el período de servicio de la deuda.

4.3.3. Mantenimiento de las instalaciones y equipo de medida

Este servicio incluye toda la instalación eléctrica desde las bornas de salida del inversor hasta el punto de conexión de la compañía. Incluye así mismo todo el mantenimiento de la instalación eléctrica de suministro de la Compañía para los servicios auxiliares que requiere la Instalación.

El mantenimiento incluye la comprobación y reparación de todos los accesorios que forman parte de los componentes de la instalación necesarios para la estación transformadora y su funcionamiento seguro, así como la eliminación de pequeños fallos.

Las desconexiones serán realizadas por el Operador tras notificación al Propietario.

4.4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El Plan de mantenimiento correctivo se define por la realización de todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

5. LEGISLACIÓN DE CONEXIÓN A RED

La legislación aplicable a instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de distribución en baja tensión es la que se expone a continuación:

La Ley del Sector Eléctrico 54/1997, de 24 de noviembre de 1997 (http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/I54-1997.html), establece un nuevo marco para el funcionamiento del sistema eléctrico español.

Esta Ley, junto con la Ley 66/1997, de 30 de diciembre de 1998 (<http://www.igsap.map.es/cia/dispo/12891.htm>), permite que la producción de energía eléctrica obtenida por fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración, puedan ser consideradas como de sistema de producción en régimen especial y por tanto acogerse a lo que se desarrolle sobre este tipo de sistema de producción.

Posteriormente, se publicaron varios Reales Decretos.

Con fecha 30 de septiembre de 2000, se publicó en el Boletín Oficial del Estado el Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión (<http://www.fotovoltaica.com/bo300900.htm>).

En este Real Decreto se establecen

- Condiciones técnicas y de seguridad que deben de contemplar este tipo de instalaciones, así como la realización de la conexión a la red de las mismas.
- Condiciones técnicas para solicitar el punto de conexión a la red de distribución de baja tensión.
- Condiciones técnicas y económicas del contrato a suscribir entre los titulares de estas instalaciones y las empresas distribuidoras, con objeto de entregar la energía generada y percibir una retribución económica en contraprestación, una vez se le reconozca la instalación como productora de electricidad en régimen especial y se inscriba definitivamente en el correspondiente registro de instalaciones, conforme a lo especificado en el RD 436/2004, de 12 de marzo.
- Condiciones sobre quién podrá realizar el montaje de este tipo de instalaciones, indicando que provisionalmente deberá ser un instalador electricista convencional, regulado por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión mientras no se desarrolle el certificado de profesionalidad indicado en el Real Decreto 2224/1998 y lo indicado por las diferentes comunidades autónomas. En este caso, sólo la comunidad autónoma de Andalucía realiza un examen común para todo tipo de instalaciones fotovoltaicas, para la obtención del certificado de profesionalidad de los instaladores. Este certificado sólo es obligatorio para las instalaciones que se acojan al programa de subvención y financiación Prosol.

En el año 2004 se revisó el régimen especial y apareció un decreto que deroga el anterior (2818/98), el Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Este Real Decreto, básicamente actualiza las condiciones económicas en concepto de primas por la producción energética y establece un nuevo escenario más estable que el que ofrecía el RD 2818/1998 ya derogado.

5.1. PROCEDIMIENTO PARA LA CONEXIÓN A RED DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

El procedimiento que se indica es válido para instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, con potencia nominal no superior a 100 kVA y tensión nominal no superior a 1 kV.

5.1.1. Redacción de Documento Básico

Cuando una persona, entidad, etc. (en adelante titular) pretende invertir en una instalación fotovoltaica conectada a la red e instalarla en un lugar determinado, tiene que proceder a la elaboración de una memoria técnica, o en su caso proyecto, conforme a lo especificado en el art. 3 del RD 1663/2000, y que básicamente debe incluir la siguiente información:

- Titular: Nombre, dirección, medio de contacto.
- Situación de la instalación.
- Características técnicas:
 - Potencia pico.
 - Potencia nominal.
 - Características del inversor.
 - Dispositivos de protección y seguridad.
 - Modo de funcionamiento. Modo de conexión y desconexión.
 - Estimación de energía incorporada.
 - Esquema unifilar.
 - Etc.
- Punto propuesto para realizar la conexión de la instalación en la red de distribución en baja tensión.

5.1.2. Solicitud de Punto de Conexión de la Instalación Fotovoltaica a la Red de la Empresa Distribuidora (ED)

Una vez redactado el documento, una copia de éste se debe entregar en la empresa distribuidora de energía con objeto de que ésta informe, en el plazo de un mes, sobre las condiciones técnicas de la conexión, conforme al art. 4 del RD 1663/2000, y en particular:

Punto de conexión y medida propuesto.

- Tensión nominal máxima y mínima en punto de conexión.
- Potencia de cortocircuito en explotación.
- Potencia nominal máxima disponible de conexión en el punto previsto en función de la capacidad de la línea, o del centro de transformación, en su caso.
- Justificación, si procede, de cambio de punto de conexión respecto al propuesto por el titular.

En caso de discrepancia entre lo indicado por la empresa distribuidora y el titular, éste puede recurrir a la Administración competente, que decidirá en un plazo máximo de 3 meses.

En algunos casos, dependiendo de la potencia que se solicite, la compañía podrá estimar la máxima potencia admisible en el punto previsto, o caso que se quiera mantener la potencia solicitada las mejoras en las instalaciones de la red que se precisarían.

5.1.3. Redacción del Documento Técnico Definitivo e Inclusión en el Régimen Especial

Después del acuerdo de las condiciones técnicas y de seguridad para la instalación, establecido entre el titular y la empresa distribuidora de electricidad, se debe rehacer el documento técnico básico en forma de proyecto técnico o documento técnico definitivo que incluya el condicionado suministrado por la empresa distribuidora. Este documento debe cumplir las condiciones técnicas vigentes que se describen en el ANEXO I: "Documento técnico de instalaciones fotovoltaicas de conexión a red".

Con este documento definitivo, junto al resto de documentación especificada en el art. 7 del RD 436/2004, el titular solicita a la Administración competente el reconocimiento de su instalación como productora de electricidad en Régimen Especial, su inclusión en el citado Régimen y la inscripción previa en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial, de acuerdo al ANEXO II: "Procedimiento de inclusión en régimen especial".

El plazo máximo de permanencia de la inscripción previa de la instalación en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial, sin que se proceda a su inscripción definitiva, será como máximo de dos años. Caso de superarse este plazo se procederá a la cancelación de la inscripción.

5.3.1.4. Realización del Montaje de la Instalación e Inscripción Definitiva en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial

Para redactar el proyecto técnico definitivo en caso de ser necesario (potencia > 10 kW), se pueden ir realizando simultáneamente varias tareas:

Realización y montaje de la instalación por instalador autorizado en baja tensión. Una vez finalizado el montaje, emitirá el Certificado de Instalación en Baja Tensión, Memoria Técnica de Diseño y su correspondiente anexo de información para el usuario. En su caso, la Memoria Técnica de Diseño será sustituida por Proyecto y Dirección de Obra si la potencia nominal de la instalación es superior a 10 kW. Caso de tratarse de instalaciones mayores de 25 kW, y al tratarse la instalación como de intemperie, se adjuntará certificado emitido por Organismo de Control Autorizado.

La instalación fotovoltaica se puede conectar a la red para la realización de pruebas si se comunica previamente a la ED

- El titular solicita a la ED la formalización del contrato entre titular y empresa distribuidora, conforme con lo especificado en el art. 17 del RD 436/2004, y según el modelo especificado en el Anexo de la Resolución de 31 de mayo, de la Dirección General de política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectada a la red de baja tensión.
- Una vez ejecutada la instalación, se solicita a la ED la verificación de la acometida y el titular paga los derechos de la misma. La ED debe realizar la verificación en el plazo de un mes.
- En caso de anomalía en la instalación, la ED se lo comunica al titular dando un plazo razonable de reparación. En caso de discrepancia entre el titular y la ED acerca de las anomalías detectadas por la ED, el titular puede recurrir a la Administración competente, que resolverá en el plazo de un mes.
- Firmado el contrato, finalizados los trabajos de ejecución de la instalación y junto a la documentación especificada en el art. 12 del RD 436/2004, el titular solicita la inclusión definitiva en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial de acuerdo al ANEXO II: "Procedimiento de inclusión en régimen especial".
- Una vez autorizada la conexión, la instalación fotovoltaica se conecta a la red eléctrica de la ED y puede verter la energía a la misma, conforme a las condiciones especificadas en el capítulo III del RD 436/2004.

5.2. INGRESOS POR VENTA DE ENERGÍA VERTIDA A LA RED

Una vez firmado el contrato entre el titular y la ED, e incluido en el régimen especial, y conectada la Instalación a la red, se puede proceder al cobro de la energía entregada, conforme a lo especificado en el Capítulo IV del RD 436/2004.

Desde el punto de vista fiscal y administrativo es importante destacar las siguientes consideraciones:

La inscripción definitiva en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial será requisito necesario para la aplicación a las instalaciones del régimen económico regulado por el RD 436/2004, con efectos desde el primer día del mes siguiente a la fecha del acta de puesta en marcha definitiva.

El titular deberá hacer declaraciones trimestrales (y la anual correspondiente) en el régimen de IVA (modelos 300 y 390 respectivamente), derivadas de la actividad de venta de energía eléctrica, además, deberá hacer las liquidaciones en concepto de IRPF.

El titular deberá darse de alta en el Impuesto de Actividades Económicas (IAE).

El titular, conforme a lo especificado en el art. 14 del RD 436/2004, está obligado a enviar durante el primer trimestre de cada año al órgano competente, una memoria-resumen del año inmediatamente anterior, de la energía producida, así como de las inversiones realizadas en la instalación, según modelo del Anexo IV del RD 436/2004.

5.3. NORMATIVA QUE REGULA ESTE PROCEDIMIENTO

Real Decreto 2224/1998, de 16 de octubre, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de instalador de sistemas fotovoltaicos y eólicos de pequeña potencia (<http://www.mtas.es/empleo/cerprof/leyes/RD222498.html>).

Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Ley 30/1992, y sus normas de desarrollo (http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/l30-1992.html).

Resolución de 31 de mayo, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectada a la red de baja tensión (http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/r310501-1-me.html).

6. RESUMEN DE PRESUPUESTO

PRECIO TOTAL DE TODOS LOS GRUPOS	6.098.567,70 €
PRECIO TOTAL MATERIAL DE LA INSTALACIÓN GENERAL	90.093,73 €
PRECIO TOTAL SISTEMA DE MEDIDA	5.545,50 €
PRECIO TOTAL OBRA CIVIL	227.819,40 €
PRECIO TOTAL INGENIERÍA	14.020,00 €
TOTAL PRESUPUESTO	6.436.046,33 €

El presupuesto general asciende a la expresada cantidad de SEIS MILLONES CUATROCIENTOS TREINTA Y SEIS MIL CUARENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS.

7. CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto, se pretende haber dado idea y justificación de los elementos que componen esta instalación de generador fotovoltaico que constituye una obra completa por estar dotada de todos los elementos precisos para su funcionamiento y puesta en servicio.

Zaragoza, 20 de agosto de 2010

Fdo. Eduardo Peris Borao

8. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

- Energía solar fotovoltaica / Manuel Tobajas Vázquez.
- Sistemas fotovoltaicos conectados a red: estándares y condiciones técnicas / M. Castro Gil; L. Dávila Gómez; A. Colmenar Santos.
- Energía solar fotovoltaica: manual del instalador, arquitecto y proyectista / Ente Regional de la Energía de Castilla y León.
- Prácticas de energía solar fotovoltaica / Ángel Fuentes Brieva; Mariano Álvarez Redondo.
- Sistemas de energía fotovoltaica: manual del instalador / Asociación de la Industria Fotovoltaica.
- Electricidad solar fotovoltaica / E. Lorenzo - V. II: Radiación solar y dispositivos.
- Guía completa de la energía solar fotovoltaica: (adaptada al Código Técnico de la Edificación) / José M^a Fernández Salgado.

PÁGINAS WEB:

- sigpac.mapa.es
- www.censolar.es
- www.catalogosolar.com
- www.boehne.de
- www.mecasolar.com
- www.solarmax.com
- www.mundoforma.com
- www.ormazabal.com

ANEXO 1: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

1.1. INTRODUCCIÓN.

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

1.2.1. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales.

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

1.2.2. Principios de la acción preventiva.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

1.2.3. Evaluación de los riesgos.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
 - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
 - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
 - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
 - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
- Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

1.2.4. Equipos de trabajo y medios de protección.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad

MEMORIA

y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

1.2.5. Información, consulta y participación de los trabajadores.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riegos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.2.6. Formación de los trabajadores.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

1.2.7. Medidas de emergencia.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

1.2.8. Riesgo grave e inminente.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

1.2.9. Vigilancia de la salud.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

1.2.10. Documentación.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

1.2.11. Coordinación de actividades empresariales.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

1.2.12. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

1.2.13. Protección de la maternidad.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

1.2.14. Protección de los menores.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

1.2.15. Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

1.2.16. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las

MEMORIA

medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

1.3.1. Protección y prevención de riesgos profesionales.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

1.3.2. Servicios de prevención.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.

1.4.1. Consulta de los trabajadores.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

MEMORIA

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

1.4.2. Derechos de participación y representación.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

1.4.3. Delegados de prevención.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

2. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

2.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo*, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **486/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo**, entendiéndose como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

2.2.1. Condiciones constructivas.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m³ por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán

MEMORIA

prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparataje eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcasas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

2.2.2. Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

2.2.3. Condiciones ambientales.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
 - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
 - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
 - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m³ de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por

MEMORIA

- humo de tabaco y 50 m³ en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

2.2.4. Iluminación.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

2.2.5. Servicios higiénicos y locales de descanso.

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

2.2.6. Material y locales de primeros auxilios.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas,

antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

3.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

4.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

4.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

4.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

4.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

4.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

4.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

4.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como norma general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

MEMORIA

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antiretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

5.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**, entendiéndose como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento**.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un **estudio básico de seguridad y salud**. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

5.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

5.2.1. Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.

Los *Oficios* más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

5.2.2. Medidas preventivas de carácter general.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las

MEMORIA

soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

5.2.3. Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio.

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zavorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatillas antideslizantes.

MEMORIA

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

MEMORIA

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado" En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

MEMORIA

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Alicatados.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tabloncillos, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quien lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

MEMORIA

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

Montaje de vidrio.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

MEMORIA

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.

MEMORIA

- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

Instalación de antenas y pararrayos.

Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.

Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según detalle de planos.

Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma "momentánea", se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

5.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral

competente.

6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.

6.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las **normas de desarrollo reglamentario** las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

6.2.1. Protectores de la cabeza.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

6.2.2. Protectores de manos y brazos.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

6.2.3. Protectores de pies y piernas.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

6.2.4. Protectores del cuerpo.

- Crema de protección y pomadas.

MEMORIA

- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

Conclusión

Con todo lo anteriormente expuesto, se pretende haber dado idea y justificación de los elementos que componen esta instalación de generador fotovoltaico en baja tensión que constituye una Obra Completa por estar dotada de todos los elementos precisos para su funcionamiento y puesta en servicio, en orden a su Autorización por los Organismos Competentes de la Administración.

**ANEXO 2: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS PRINCIPALES
ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN**

SEGURIDAD DE OPERACIÓN

ACCIONAMIENTOS

La disposición frontal de los accionamientos permite la realización de maniobras de forma segura, cómoda y sencilla.

Su posición es indicada de forma fiable en el sinóptico, y validada por el ensayo de cadena cinemática de acuerdo con la normativa vigente (IEC 62271-102).

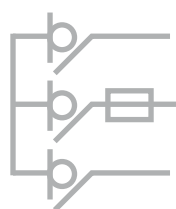
La estanqueidad de la cuba mantiene las condiciones óptimas de operación durante toda la vida útil de la celda, según norma IEC 60694. Así mismo su envolvente ha sido diseñada y ensayada para resistir los efectos de los arcos internos, protegiendo a personas y bienes.



ENCLAVAMIENTOS

Las celdas del sistema **CGM-CGC** disponen de una serie de enclavamientos internos que permiten un servicio fiable y seguro, de acuerdo a las exigencias de la norma IEC 60298 (IEC 62271-200), que imposibilitan, entre otros, cerrar simultáneamente el interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra o abrir la tapa de acceso al compartimento de cables mientras no se conecte el seccionador de puesta a tierra, etc.

Además, permiten la condonación de maniobras por candado y opcionalmente mediante cerradura.



FAMILIA EKORSYS

Esta familia agrupa una serie de unidades que integradas en el sistema **CGM-CGC**, aportan prestaciones de protección, medida, control y señalización, en las Redes de Distribución Eléctrica en Media Tensión.

Las diferentes unidades, compuestas por un conjunto de elementos: relés, sensores de medida, tarjetas de alimentación, transformadores toroidales, disparadores biestables de baja energía, etc, proporcionan un valor añadido a las instalaciones alargando su vida útil, garantizando aún más la seguridad de las personas y bienes materiales a la vez que se consigue una mayor calidad de servicio.

- **ekorRPT**: Unidad de protección, medida y control, desarrollada específicamente para su aplicación a la posición de protección con fusibles.
- **ekorRPG**: Unidad de protección, medida y control, desarrollada para su aplicación a la posición de protección con interruptor automático.
- **ekorRCI**: Unidad de señalización, medida y control, desarrollada específicamente para su aplicación a la posición de línea.
- **ekorRTK**: Unidad de detección de presencia/ausencia de tensión trifásica.



- **Sensores** de medida y **transformadores toroidales** de autoalimentación.
- **Tarjeta** de alimentación.
- **Disparador** biestable.
- **ekorVPIS**: Indicador integrado de señalización de presencia de tensión.
- **ekorSPC**: Comparador de fases. Testigo luminoso que indica la concordancia de fases entre dos celdas.
- **ekorCCP**: Controlador de celdas programable.
- **ekorSTP**: Transferencia automática de líneas.
- **ekorSOFT**: Software de gestión de la familia ekorSYS.
- **Mercury**: Aplicación informática que por medio de un Puesto de Control con función SCADA permite el telecontrol y telemando de Centros de Transformación.



- Centros de Transformación
 - Centros de Transformación Prefabricados hasta 36 kV
 - Aplicaciones en MT para Parques Eólicos hasta 36 kV
- Aparameta de Media Tensión Distribución Secundaria
 - Sistema **CGM - CGC**
 - Sistema CGMCOSMOS
- Aparameta de Media Tensión Distribución Primaria
 - Sistema CPG
 - Sistema CPA
- Protección, Control, Automatización y Telemando
- Transformadores de Distribución
- Aparameta de Baja Tensión

 **ORMAZABAL**



 **ORMAZABAL**

DEPARTAMENTO TÉCNICO-COMERCIAL
Tel.: +34 91 695 92 00
Fax: +34 91 681 64 15

www.ormazabal.com

Aparameta de MT Distribución Secundaria



CGM-CGC Sistema Modular y Compacto (RMU) con Aislamiento Integral en gas
Hasta 36 kV

Como consecuencia de la constante evolución de las normas y los nuevos diseños, las características de los elementos contenidos en este catálogo están sujetas a cambios sin previo aviso. Estas características, así como la disponibilidad de los materiales, sólo tienen validez bajo la confirmación de nuestro departamento Técnico-Comercial.

CA-306-ES-0507

DESCRIPCIÓN

Los equipos del sistema **CGM-CGC** forman un conjunto de celdas modulares y compactas, aisladas en gas, que permiten la configuración de diferentes esquemas de distribución eléctrica secundaria, tanto pública como industrial, hasta 36 kV.

Tanto los elementos de corte y conexión así como el embarrado, e incluso los tubos portafusibles y sus conexiones, se encuentran dentro de una cuba de acero inoxidable, llena de gas SF₆, totalmente estanca y sellada de por vida, constituyendo así un equipo de aislamiento integral.

La envolvente metálica de cada celda, fabricada con chapa de acero galvanizado, presenta rigidez mecánica, lo que garantiza la indeformabilidad y protección en las condiciones previstas de servicio.

Los equipos del sistema **CGM-CGC** disponen de una tapa frontal, debidamente enclavada, que permite tanto el acceso a los terminales de cables como a los tubos portafusibles (dispuestos horizontalmente) de una forma cómoda y segura. Opcionalmente, pueden suministrarse con pasatapas en sus laterales para las acometidas de cables.



CARACTERÍSTICAS

- Aislamiento integral en gas, proporcionando insensibilidad ante entornos ambientales agresivos (incluyendo inundaciones), larga vida útil y ausencia de mantenimiento de las partes activas.
- Modularidad total y extensibilidad futura, en ambas direcciones mediante el conjunto **ORMALINK**.
- Seguridad de personas, bienes y equipos: a prueba de arco interno, conforme a la IEC 60298.
- Dimensiones y pesos reducidos, facilitando las tareas de manipulación e instalación.
- Seguridad y sencillez de operación, gran ergonomía de los elementos de maniobra e incorporación de enclavamientos adicionales.
- Posibilidad de montar accesorios y realizar pruebas bajo tensión.
- Portafusibles en posición horizontal, con acceso frontal y aislados en gas.
- Facilidad de conexión de cables, mediante bornas enchufables o atornillables.

- Foso propio de cables, sin necesidad de obra civil o colocación de bastidores adicionales.
- Como elemento de seguridad integran el ekorVPIS, indicador que mediante señalización luminosa alerta de la presencia de tensión, según IEC 61958.



NORMAS

El sistema **CGM-CGC** cumple las exigencias de las siguientes normas:

IEC 60298 (IEC 62271-200)

Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

IEC 60265

Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

IEC 60129

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

IEC 62271-105

Combinaciones interruptor-fusibles de corriente alterna para alta tensión.

IEC 60694

Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de alta tensión.

IEC 62271-100

Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.

IEC 60255

Relés eléctricos.

El sistema **CGM-CGC** supera el ensayo de inmersión a una presión de 3 metros de columna de agua, 24 horas a tensión nominal y prueba de aislamiento a frecuencia industrial.

*Nota: Actualmente las normas IEC siguen un proceso de renovación, por lo que en algunos casos aparecen diferentes tipos de nomenclatura.

TIPOS DE MODULOS

CGM-CML Función de línea o acometida.	CGM-CMP-F Función de protección con fusibles.	CGM-CMP-V Función de protección con interruptor automático de vacío.	
CGM-CMIP Función de interruptor pasante.	CGM-CMIP-Pt Función de interruptor pasante con puesta a tierra.	CGM-CMR Función de remonte de cables.	CGM-CMM Función de medida.
CGM-CGC-2LP Celda compacta de dos funciones de línea y una de protección con fusibles (RMU).	CGM-CGC-2LIP Celda compacta de dos funciones de línea y una de interruptor pasante.	CGM-CGC-0LP Celda compacta de una función de remonte, una de línea y una de protección con fusibles.	

Extensibilidad: Izquierda Derecha Ambas Ninguna

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	Equipos modulares CGM							Equipos compactos CGC		
	CML	CMIP	CMIP-Pt	CMP-F	CMP-V	CMM	CMR	2LP	2LIP	0LP
Tensión asignada [kV]	36									
Intensidad asignada [A]:	400/630									
en Barras	400/630									
en Derivación	400/630	-	-	200	400/630	-	-	400/630	400/630	400/630
Intensidad corta duración [kA]	16/20	16/20	16/20	16/20	16/20	-	-	200	16/20	200
Nivel de aislamiento:										
Frecuencia industrial [kV]	70/80	70/80	70/80	70/80	70/80	-	-	70/80	70/80	70/80
Impulso tipo rayo [kV] CRESTA	170/195	170/195	170/195	170/195	170/195	-	-	170/195	170/195	170/195
Frecuencia asignada [Hz]	50/60									
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS										
Alto [mm]	1800	1800	1800	1800	1800	1950	1800	1800	1800	1800
Ancho [mm]	420	420	600	480	600	900/1100	370	1320	1440	1320
Fondo [mm]	850	850	850	1035	850	1160	780	1035	850	1035
Peso [kg]	145	130	150	255	240	290*	42	490	520	480

*Sin incluir transformadores.

MODULARIDAD

La unión eléctrica entre los diferentes módulos del sistema **CGM-CGC** se realiza mediante el conjunto **ORMALINK**, patentando en 1991 por **Ormazabal**.

Constructivamente, las celdas extensibles disponen de pasatapas hembras laterales (tulipas), que posibilitan la conexión entre sus embarrados principales mediante este conjunto, permitiendo el paso de corriente y controlando a su vez el campo eléctrico por medio de las correspondientes capas aislantes elastoméricas, libres de descargas parciales. Debido al diseño del conjunto **ORMALINK** se crea en su interior una zona equipotencial donde se alojan una serie de contactos dispuestos en círculo para la conexión a los pasatapas hembra.

De esta forma se consigue una continuidad eléctrica altamente fiable y resistente incluso al paso de una corriente de cortocircuito, conservando las características funcionales de las celdas.

No obstante, mientras no se realice la ampliación del centro de transformación, las celdas extensibles disponen de elementos amovibles de sellado para los pasatapas hembra laterales.

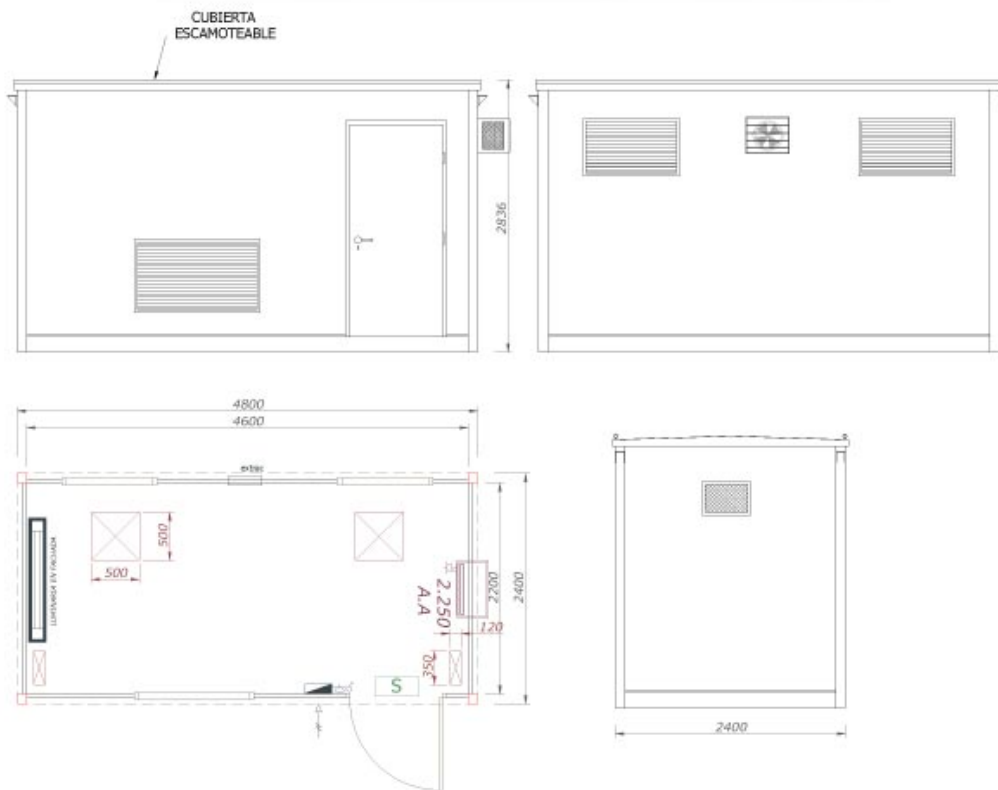
Una característica altamente reconocida es su facilidad y rapidez de instalación in situ, incluso en centros de transformación con suelos irregulares.



Tanto la modularidad como la extensibilidad, características del sistema **CGM-CGC**, permiten la máxima flexibilidad en la realización de cualquier esquema de MT, como pueden ser por ejemplo los siguientes:



(*) Para otras configuraciones consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.



proyecto
CMT SOLAR 4800

plano
PLANTA Y ALZADOS

escala
1/50

revisión

R.05	
R.04	
R.03	
R.02	
R.01	

proyectista
J.Z.I.

fecha

	interruptor		2x36 w		A/A ventana
	T.C. 16 A		2x36 w estancia		A/A split
	2 RJ45+4TC 16A		plafon 75w		convector

ALT EXT/UTIL	ANCH	REF
2,55 m.		

COLOR
BLANCO PIRINEO

BASE SUELO
FENÓLICO / HORMIGÓN

FACHADAS SEPARACIONES
Panel 40 BP/ M1

REMATERIA
PVC SAPELLY

✓ 1	REJILLAS 1000x600mm. + FILTRO PARTÍCULAS	CM
2	REJILLAS 1250x700mm + FILTRO PARTÍCULAS	CM
P 1	EXTERIOR (Libre 880x3230mm.)	IT

VARIOS
REFRIGERACIÓN FORZADA OPCIONAL
VENTILACIÓN FORZADA OPCIONAL
ILUMINACIÓN EMERGENCIA OPCIONAL



ORMAZABAL



Centros de Transformación



**Centros de Transformación
Prefabricados**

Hasta 36 kV

	Centros Monobloque Tipo Caseta PFU	3
	Centros Monobloque Subterráneos PFS	8
	Centros Modulares Tipo Caseta PF	10
	Centro Compacto Semienterrado ORMASET	14
	Centro Compacto de Exterior MINIBLOK	15
	Centro Compacto Subterráneo MINISUB	18
	Centro Compacto Fin de Línea ORMABAT	21
	Centro de Maniobra PF-15	22
	Centro Compacto sobre Bastidor MB	23

La calidad de los productos diseñados, fabricados e instalados por Ormazabal, está apoyada en la implantación y certificación de un sistema de gestión de la calidad, basado en la norma internacional ISO 9001.

Nuestro compromiso con el entorno, se reafirma con la implantación y certificación de un sistema de gestión medioambiental de acuerdo a la norma internacional ISO 14001.

Como consecuencia de la constante evolución de las normas y los nuevos diseños, las características de los elementos contenidos en este catálogo están sujetas a cambios sin previo aviso.

Estas características, así como la disponibilidad de los materiales, sólo tienen validez bajo la confirmación de nuestro departamento Técnico-Comercial.



PRESENTACIÓN

Los Centros de Transformación **PFU** constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos: desde la aparatenta de Media Tensión, hasta los cuadros de Baja Tensión, incluyendo los transformadores, dispositivos de Control e interconexiones entre los diversos elementos.

Estos Centros de Transformación presentan como esencial ventaja el hecho de que tanto la construcción, como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.



PFU-5 con 2 transformadores de 1000 kVA



ÁMBITO DE APLICACIÓN

Los Centros de Transformación **PFU** permiten la realización de los esquemas habituales de suministro eléctrico, que incorporen hasta 2 transformadores, con una potencia unitaria máxima de 1000 kVA⁽¹⁾.

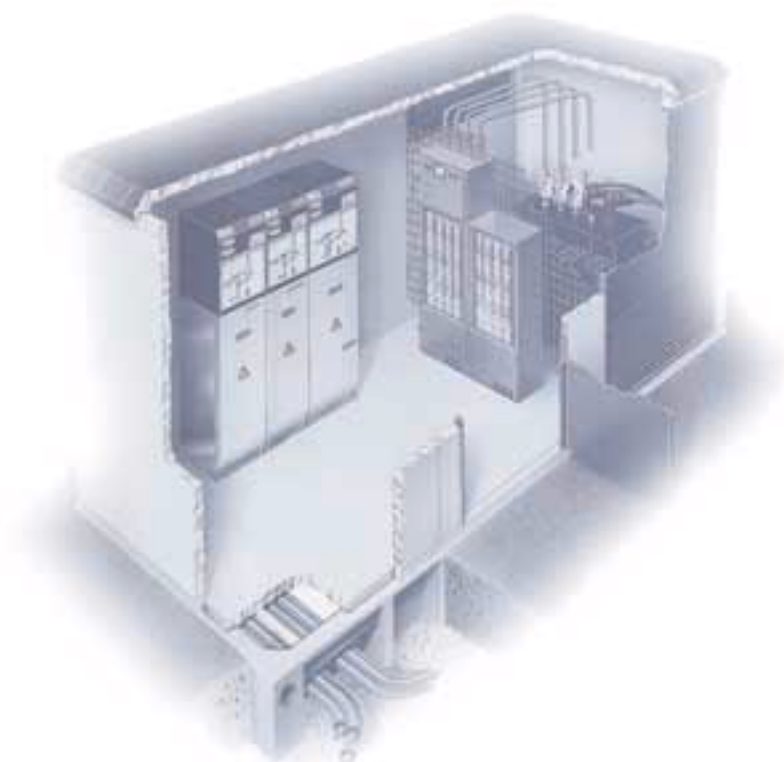


INSTALACIÓN

La instalación de los **PFU** es especialmente sencilla ya que las operaciones "in situ" pueden reducirse a su posicionamiento en la excavación, y al conexionado de los cables de acometida, que se introducen en los Centros a través de unos agujeros semiperforados en sus bases.



PFU-3 con 1 transformador



(1) Para otras condiciones, consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.

Centros Monobloque Tipo Caseta PFU



Celdas CGM



EXPLORACIÓN

La entrada al Centro de Transformación se realiza a través de una puerta en su parte frontal, que da acceso a la zona de apareamiento, en la que se encuentran las celdas de Media Tensión, cuadros de Baja Tensión y elementos de Control del Centro. Si las condiciones de explotación así lo exigen, es posible añadir una segunda puerta de acceso para personas, y establecer una separación física entre las celdas de la Compañía Eléctrica y las del Cliente.

Cada transformador cuenta con una puerta propia para permitir su extracción del Centro o acceso para mantenimiento.



PFU-5 con 1 transformador y PFU-4



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MIE-RAT
UNE-EN 61330, RU 1303A
UNE-EN 60298, RU 6407B

UNE 21428-1, HD 428, RU 5201D
UNE 21538, HD 538
UNE-EN 60439-1, RU 6302B



CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

La envolvente de estos Centros es de hormigón armado vibrado, y se compone de 2 partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Todas las armaduras del hormigón están unidas entre si y al colector de tierra, según la RU 1303, y las puertas y rejillas presentan una resistencia de 10 k Ω respecto a la tierra de la envolvente.

El acabado estándar del Centro se realiza con pintura acrílica rugosa, de color blanco en las paredes, y color marrón en techos, puertas y rejillas.



CENTROS HASTA 24 kV		PFU-3	PFU-4	PFU-5
Dimensiones exteriores	Longitud [mm]	3280	4460	6080
	Anchura [mm]	2380	2380	2380
	Altura [mm]	3045	3045	3045
	Superficie [m ²]	7,8	10,7	14,5
	Altura vista [mm]	2585	2585	2585
Dimensiones interiores	Longitud [mm]	3100	4280	5900
	Anchura [mm]	2200	2200	2200
	Altura [mm]	2355	2355	2355
	Superficie [m ²]	6,8	9,4	13,0
Dimensiones excavación	Longitud [mm]	4080	5260	6880
	Anchura [mm]	3180	3180	3180
	Profundidad [mm]	560	560	560
	Peso [kg]	10500	12000	17000

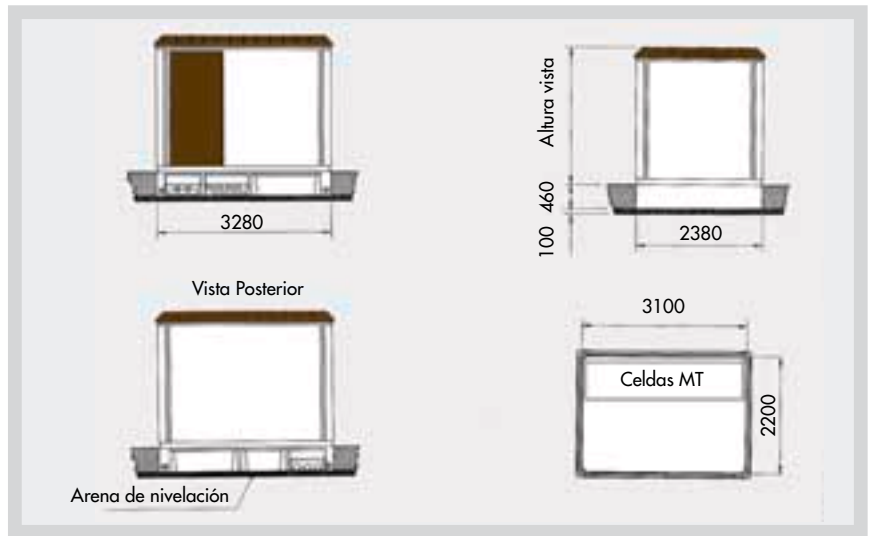
CENTROS HASTA 36 kV		PFU-3	PFU-4	PFU-5
Dimensiones exteriores	Longitud [mm]	3280	4460	6080
	Anchura [mm]	2380	2380	2380
	Altura [mm]	3240	3240	3240
	Superficie [m ²]	7,8	10,7	14,5
	Altura vista [mm]	2780	2780	2780
Dimensiones interiores	Longitud [mm]	3100	4280	5900
	Anchura [mm]	2200	2200	2200
	Altura [mm]	2550	2550	2550
	Superficie [m ²]	6,8	9,4	13,0
Dimensiones excavación	Longitud [mm]	4080	5260	6880
	Anchura [mm]	3180	3180	3180
	Profundidad [mm]	560	560	560
	Peso [kg]	11000	12500	18000



NOTA: Dimensiones puerta de acceso: 900/1100 x 2100 mm.
Dimensiones puerta de transformador: 1260 x 2100/2400 mm.

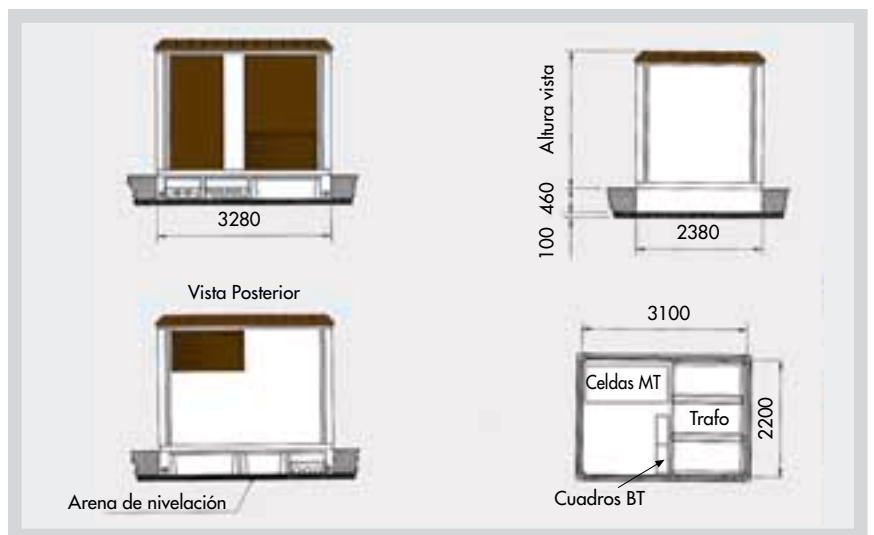
Centros Monobloque Tipo Caseta PFU

PFU-3 sin transformador

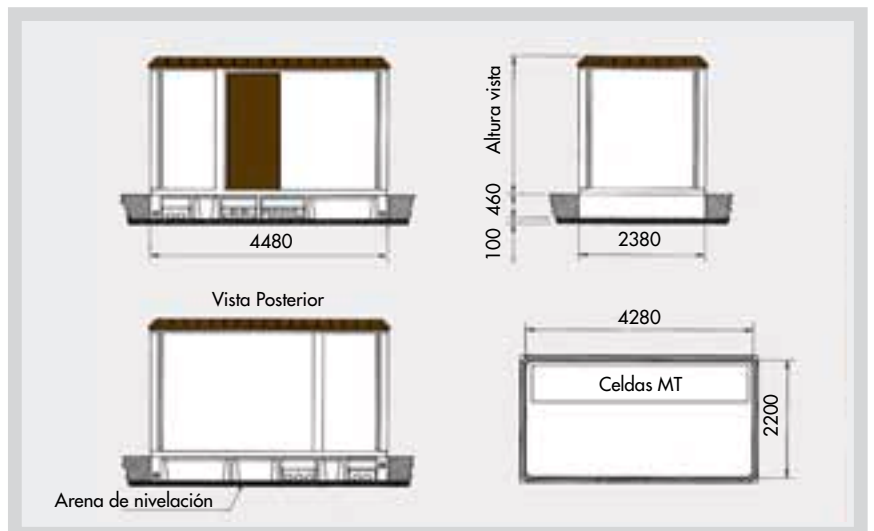


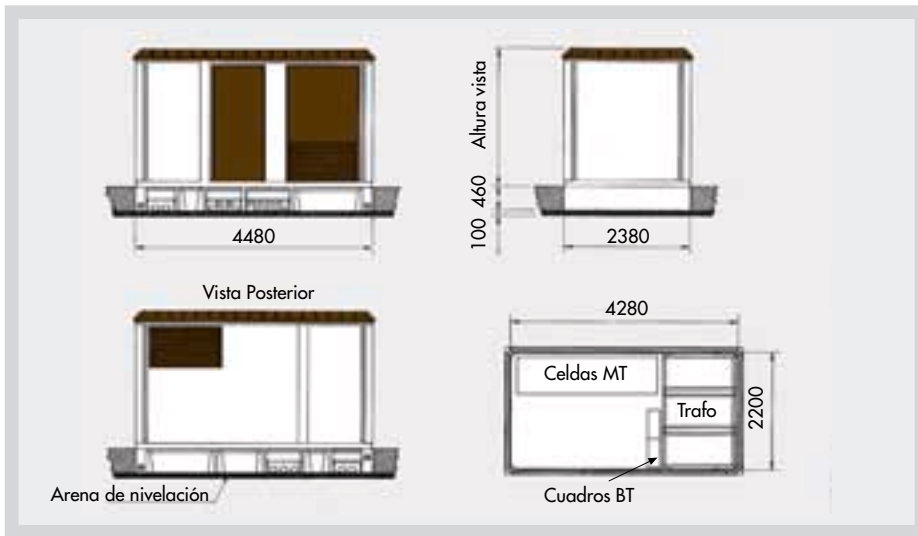
PFU-3 1 transformador

Para transformadores de más de 630 kVA se añaden unas rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral.



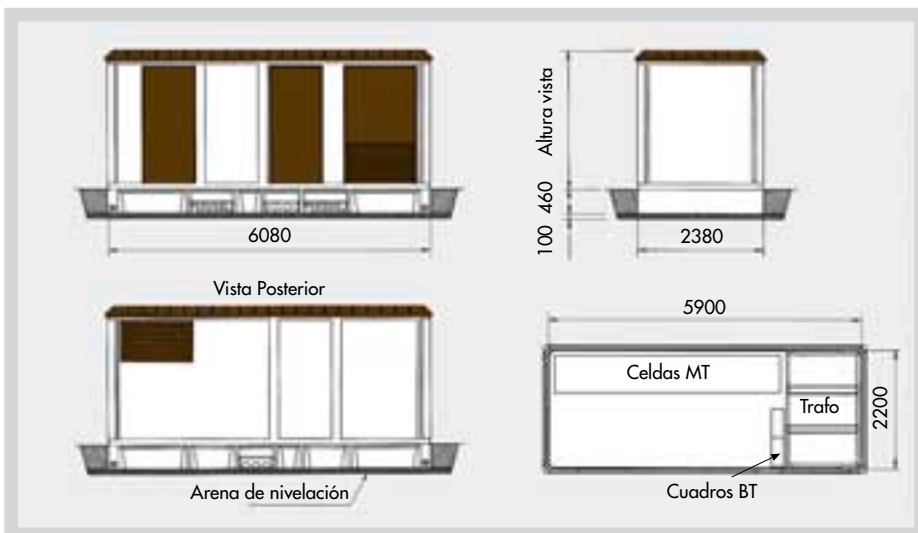
PFU-4 sin transformador





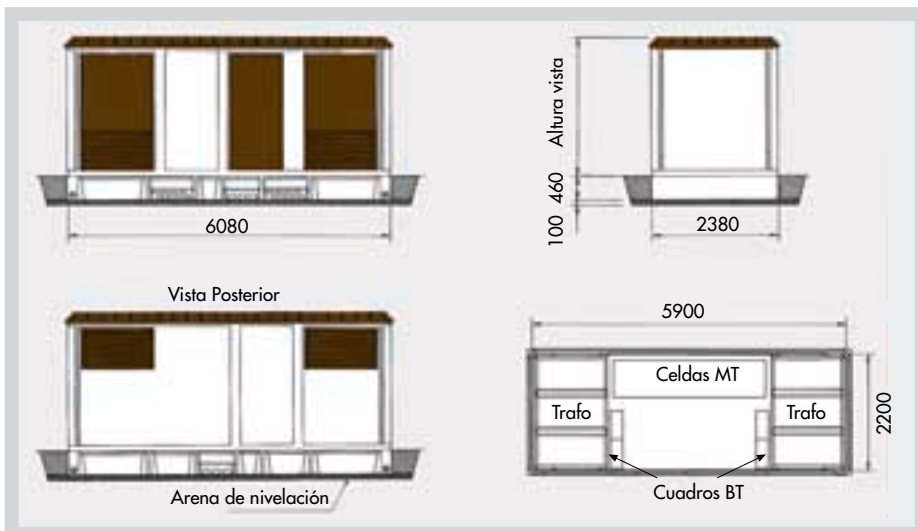
PFU-4 1 transformador

Para transformadores de más de 630 kVA se añaden unas rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral.



PFU-5 1 transformador 2 puertas de acceso

Para transformadores de más de 630 kVA se añaden unas rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral.



PFU-5 2 transformadores

Para transformadores de más de 630 kVA se añaden unas rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral.

Centros Monobloque Subterráneos PFS hasta 2 transformadores



PRESENTACIÓN PFS-2T

Los **PFS** son Centros de Transformación de estructura monobloque, diseñados para su instalación subterránea, que pueden incorporar en su interior diferentes esquemas de distribución eléctrica, lo que permite su uso tanto para Centros de distribución pública como para instalaciones privadas.

El carácter subterráneo, y la facilidad de adaptación de la superficie de estos Centros, reducen al mínimo su impacto sobre el entorno.

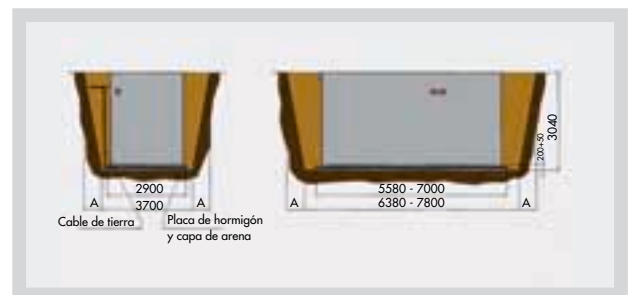
Se dispone de dos versiones diferenciadas según el sistema de ventilación: **PFS-V** (ventilación con rejillas verticales - saliente) y **PFS-H** (ventilación con rejillas horizontales - no saliente).



Acabado de un **PFS-V** de 1 transformador



PFS



ÁMBITO DE APLICACIÓN

Los Centros de Transformación **PFS** pueden ser utilizados en distribución eléctrica hasta 36 kV, incorporando un transformador con una potencia máxima de 1000 kVA ó 2 transformadores de potencia máxima de 630 kVA⁽¹⁾.



Acabado de un **PFS-H**



INSTALACIÓN

La instalación se reduce a la introducción del edificio en la excavación, posicionándolo sobre una capa de arena compactada y una placa de hormigón, y a la conexión de los cables de acometida y tierra, ya que la instalación de la aparatamenta eléctrica puede ser realizada en fábrica. Todo esto limita la operación "in situ" a una jornada, reduciendo los costos y asegurando una calidad uniforme para todos los Centros.

Los **PFS** han sido diseñados para su instalación en jardines y aceras (incluso las no protegidas del acceso ocasional de vehículos, según la Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera), y su acabado puede hacerse en fábrica, o en obra mediante grava, baldosa, etc.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MIE-RAT
UNE-EN 61330, RU 1303A
UNE-EN 60298, RU 6407B
UNE 21428-1, HD 428, RU 5201D
UNE 21538, HD 538
UNE-EN 60439-1, RU 6302B



Manipulación en obra

(1) Para otras condiciones, consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.



EXPLORACIÓN

El acceso del personal se realiza por un hueco de 1300 x 700 mm. Esta entrada está cubierta por una tapa equilibrada, que permite su apertura por un solo operario, y que al abrirse despliega una protección perimetral metálica alrededor del hueco de acceso. El descenso al Centro de Transformación se realiza por una escalera, con un ángulo de inclinación inferior a 68°. El pasillo de maniobra está alejado de la zona de acceso, evitando con ello la caída de agua de lluvia sobre éste.

Las tapas de acceso de los transformadores presentan un hueco de 2100 x 1270 mm, y disponen en su parte exterior de cuatro insertos roscados para su manipulación. Dentro del Centro, los transformadores se encuentran separados por medio de una placa, y situados sobre el foso de recogida de aceite.

El acceso de materiales se realiza por una tapa específica que presenta también cuatro insertos en el exterior para su manipulación.



Celdas CGM 36 kV en un PFS



PFS-V-1T con puerta de peatón abierta.



CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Su estructura monobloque, de gran resistencia mecánica, está compuesta por hormigón vibrado, y armaduras electrosoldadas unidas al colector de tierra del Centro de Transformación.

La impermeabilización de la superficie de hormigón, que es resistente a la presencia de sulfatos en el terreno, y la existencia de juntas estancas en los accesos laterales de cables y en las tapas superiores, permiten su instalación en terrenos con nivel freático alto, e incluso en aquellos con riesgo de inundación.

DIMENSIONES Y PESOS	1 Transformador		2 Transformadores	
	PFS-H	PFS-V	PFS-H	PFS-V
Longitud [mm]	6.180	5.140	7.600	6.560
Anchura [mm]	2.460	2.460	3.000	2.460
Altura (profundidad) [mm]	2.790	2.790	2.790	2.790
Altura vista [mm]	0	610/820	0	610
Peso máximo [kg]	25.000	24.000	29.000	26.400

Centros Modulares Tipo Caseta PF



PRESENTACIÓN

Los Centros de Transformación **PF** están formados por distintos elementos prefabricados de hormigón, que se ensamblan en obra para constituir un edificio, en cuyo interior se incorporarán todos los componentes eléctricos: desde la apartamentada de Media Tensión, hasta los cuadros de Baja Tensión, incluyendo los transformadores, dispositivos de Control e interconexiones entre los diversos elementos.

Por su estructura modular, estos Centros de Transformación pueden ser fácilmente transportados para ser instalados en

lugares de difícil acceso, y permiten la ejecución de cualquier configuración de Centro de Transformación, incluyendo el número de puertas de acceso y transformadores que se requieran en cada aplicación.

La prefabricación de todos los elementos empleados en la construcción, y el Sistema de Calidad de Ormazabal, garantizan una calidad uniforme en todos los Centros de Transformación.



PF-203 con 2 transformadores y PF-201 para contadores



PF-204 con 2 transformadores



ÁMBITO DE APLICACIÓN

Los Centros de Transformación **PF** permiten la realización de cualquier esquema de suministro eléctrico, con una potencia unitaria máxima de los transformadores de 1000 kVA⁽¹⁾.



INSTALACIÓN

La instalación de los **PF** se limita al ensamblado en obra de todos los elementos prefabricados, y a la incorporación de los componentes eléctricos, procediendo finalmente al conexionado de los cables de acometida, que se introducen en los Centros a través de unos agujeros semiperforados en las bases de los paneles laterales.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MIE-RAT
UNE-EN 61330, RU 1303A
UNE-EN 60298, RU 6407B
UNE 21428-1, HD 428, RU 5201D
UNE 21538, HD 538
UNE-EN 60439-1, RU 6302B



EXPLOTACIÓN

La entrada al Centro de Transformación se realiza a través de una puerta en su parte frontal, que da acceso a la zona de apartamentada, en la que se encuentran las celdas de Media Tensión, cuadros de Baja Tensión y elementos de Control del Centro. Si las condiciones de explotación así lo exigen, es posible añadir una segunda puerta de acceso para personas, y establecer una separación física entre las celdas de la Compañía Eléctrica y las del Cliente.

Cada transformador cuenta con una puerta propia para permitir su extracción del Centro o acceso para mantenimiento.

(1) Para potencias superiores, consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial



CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Los paneles que forman la envolvente están compuestos por hormigón armado vibrado, estando las armaduras del hormigón unidas entre si y al colector de tierras, según la RU 1303, y las puertas y rejillas presentan una resistencia de 10 k Ω respecto a la tierra de la envolvente.

El acabado estándar del Centro se realiza con poliuretano, de color blanco en las paredes, y color marrón en techos, puertas y rejillas.

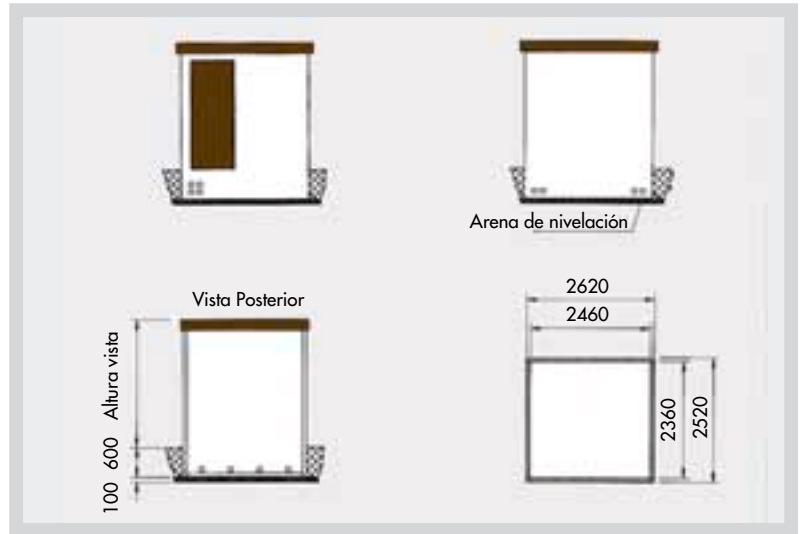
PF-200 CENTROS HASTA 24 kV		PF-201	PF-202	PF-203	PF-204
Dimensiones exteriores	Longitud [mm]	2620	4880	7240	9600
	Anchura [mm]	2520	2620	2620	2620
	Altura [mm]	3195	3195	3195	3195
	Superficie [m ²]	6,6	12,8	19,0	25,2
	Altura vista [mm]	2595	2595	2595	2595
Dimensiones interiores	Longitud [mm]	2460	4720	7080	9440
	Anchura [mm]	2360	2460	2460	2460
	Altura [mm]	2285	2285	2285	2285
	Superficie [m ²]	5,8	11,6	17,4	23,2
Dimensiones excavación	Longitud [mm]	3420	5680	8040	10400
	Anchura [mm]	3420	3420	3420	3420
	Profundidad [mm]	700	700	700	700
Peso [kg]		10200	17100	24200	30850

PF-300 CENTROS HASTA 36 kV		PF-301	PF-302	PF-303	PF-304
Dimensiones exteriores	Longitud [mm]	2620	4880	7240	9600
	Anchura [mm]	2520	2620	2620	2620
	Altura [mm]	3600	3600	3600	3600
	Superficie [m ²]	6,6	12,8	19,0	25,2
	Altura vista [mm]	3000	3000	3000	3000
Dimensiones interiores	Longitud [mm]	2460	4720	7080	9440
	Anchura [mm]	2360	2460	2460	2460
	Altura [mm]	2700	2700	2700	2700
	Superficie [m ²]	5,8	11,6	17,4	23,2
Dimensiones excavación	Longitud [mm]	3420	5680	8040	10400
	Anchura [mm]	3420	3420	3420	3420
	Profundidad [mm]	700	700	700	700
Peso [kg]		11000	18500	25800	32900

NOTAS: Dimensiones puerta de acceso: 900 x 2.100 (24 kV) / 900 x 2.400 (36 kV)
Dimensiones puerta de transformador: 1.260 x 2.100 (24 kV) / 1.260 x 2.400 (36 kV)

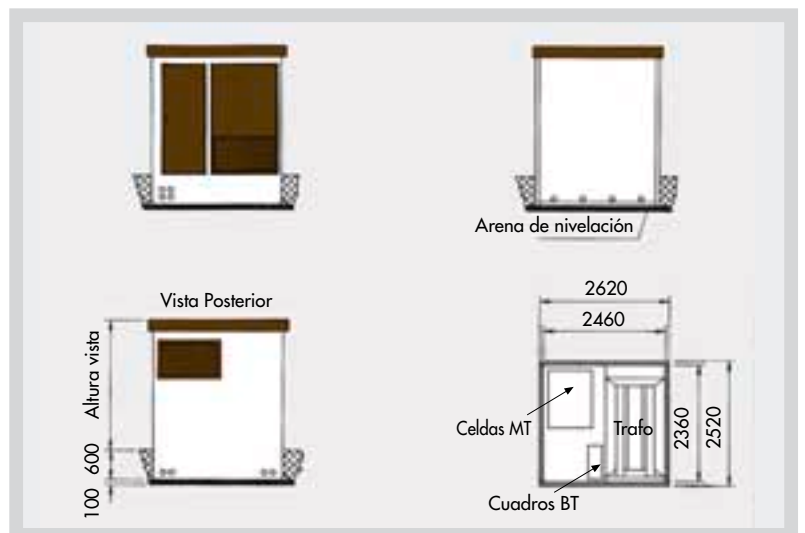
Centros Modulares Tipo Caseta PF

PF-201 / 301 sin transformador



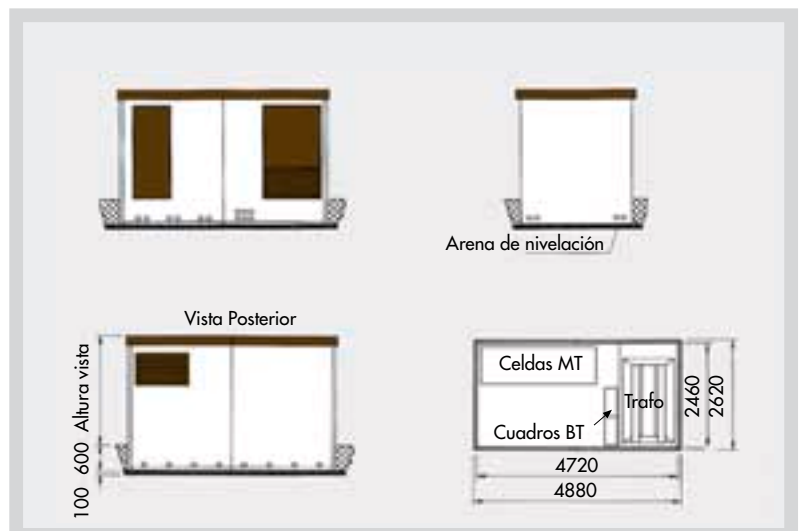
PF-201/301 1 transformador

Para transformadores de más de 630 kVA se añaden unas rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral.



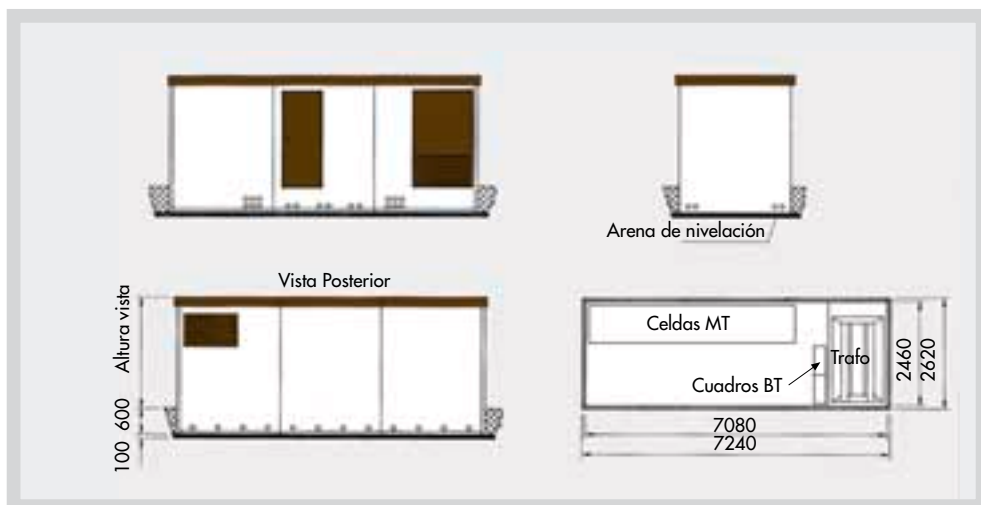
PF-202/302 1 transformador

Para transformadores de más de 630 kVA se añaden unas rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral.



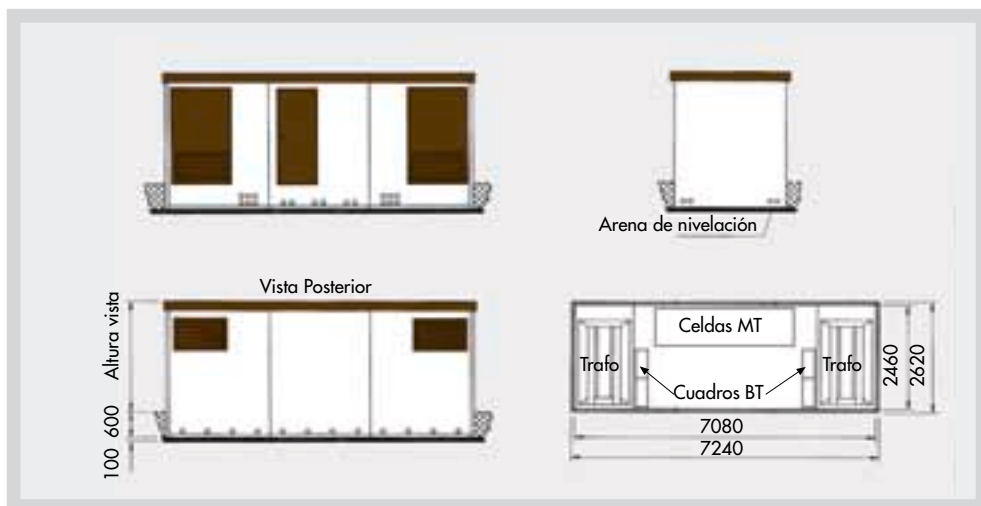
PF-203/303 1 transformador

Para transformadores de más de 630 kVA se añaden unas rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral.



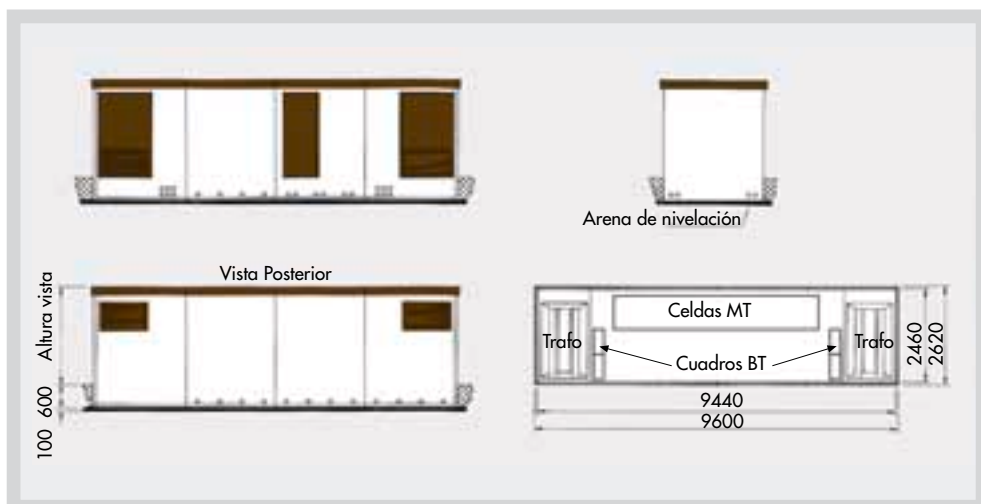
PF-203/303 2 transformadores

Para transformadores de más de 630 kVA se añaden unas rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral.



PF-204/304 2 transformadores

Para transformadores de más de 630 kVA se añaden unas rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral.



Centro Compacto Semienterrado ORMASET

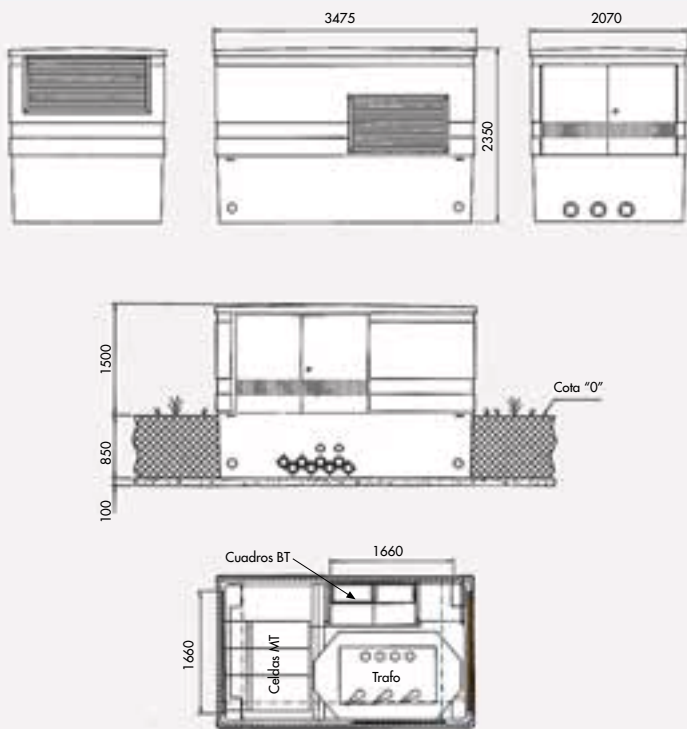


PRESENTACIÓN

El **ORMASET** es un Centro de Transformación compacto, diseñado para su instalación semienterrado, que incorpora la apararmenta de Media Tensión con aislamiento y corte en SF₆ (**CGM/CGC**), el transformador, cuadro de Baja Tensión, y elementos de interconexión y auxiliares.

El cuidado diseño exterior, sus reducidas dimensiones, y su carácter semienterrado (1,5 m de altura vista), reducen el impacto visual del Centro, permitiendo así su adaptación tanto a zonas industriales como a zonas residenciales.

Peso: 7200 kg (sin transformador)



ORMASET (vista de las puertas de acceso a los cuadros de BT)



ÁMBITO DE APLICACIÓN

El Centro de Transformación **ORMASET** permite la realización de esquemas de suministro eléctrico con un transformador hasta 1000 kVA (si se emplean bornas enchufables en el transformador), en 24 y 36 kV, siendo las configuraciones máximas:

24 kV → 3L + 1P (3 posiciones de línea y 1 de protección con fusibles).

36 kV → 2L + 1P (2 posiciones de línea y 1 de protección con fusibles).



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MIE-RAT
UNE-EN 61330, RU 1303A
UNE-EN 60298, RU 6407B
UNE 21428-1, HD 428, RU 5201D



EXPLORACIÓN

La apararmenta eléctrica de Media Tensión y el cuadro de Baja Tensión son accesibles desde el exterior, a través de puertas independientes, facilitando con ello la realización de las operaciones.



INSTALACIÓN

El carácter prefabricado de estos Centros permite su equipamiento completo en fábrica, de forma que las operaciones "in situ" se pueden limitar a la colocación del edificio en la excavación, tal y como se indica en las figuras, y al conexionado de las acometidas eléctricas.



Vista de las puertas de acceso a las celdas **CGM** y al cuadro de BT en un **ORMASET**



PRESENTACIÓN

El **MINIBLOK** es un Centro de Transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado por Ormazabal para su utilización en redes públicas de distribución eléctrica en Media Tensión.

Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de Media Tensión del sistema **CGC**, un Transformador, un Cuadro de Baja Tensión y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.

La concepción de estos Centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la eventual sustitución de cualquiera de sus componentes.

Asimismo, la utilización de aparataje de Media Tensión con aislamiento integral en SF₆ reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.

Finalmente, la ventilación optimizada dispuesta en este edificio reduce el calentamiento del Transformador, permitiendo obtener del mismo el máximo aprovechamiento y unas condiciones de operación óptimas.



Vista exterior de un **MINIBLOK**

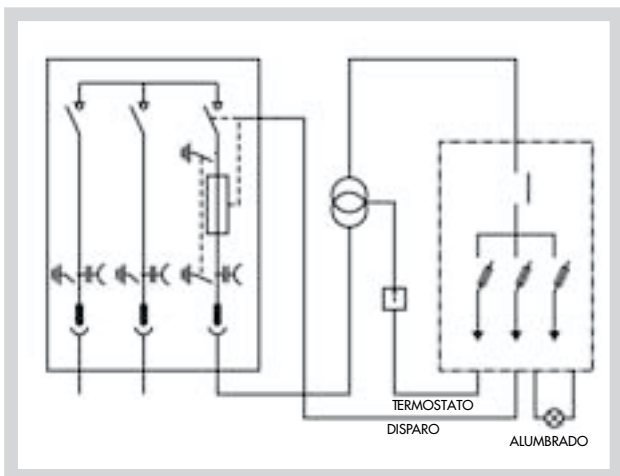


ÁMBITO DE APLICACIÓN

El **MINIBLOK** es aplicable a redes de distribución de hasta 24 kV, donde se precisa un transformador de 250, 400 ó 630 kVA⁽¹⁾.

El esquema eléctrico disponible en Media Tensión cuenta con 2 posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del Transformador, así como un Cuadro de Baja Tensión con salidas protegidas con fusibles.

Por sus reducidas dimensiones, es una solución adecuada cuando el espacio disponible es limitado. Además, su escasa altura vista permite reducir el impacto visual.



(1) Para potencias superiores, consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.

Centro Compacto de Exterior MINIBLOK



INSTALACIÓN



Apararata de MT y BT de un MINIBLOK

La instalación de un **MINIBLOK** precisa de la previa realización de una excavación, con las dimensiones indicadas en la figura. El fondo de la misma debe ser nivelado mediante una capa de arena compactada, sobre la cual se asentará el edificio.

La operación de instalación se reduce al posicionamiento de este edificio en la excavación practicada al efecto, y al conexionado de los cables de Media y Baja Tensión, así como de la red de tierras exteriores. Para ello, es necesario perforar los agujeros previstos en la envolvente de hormigón.

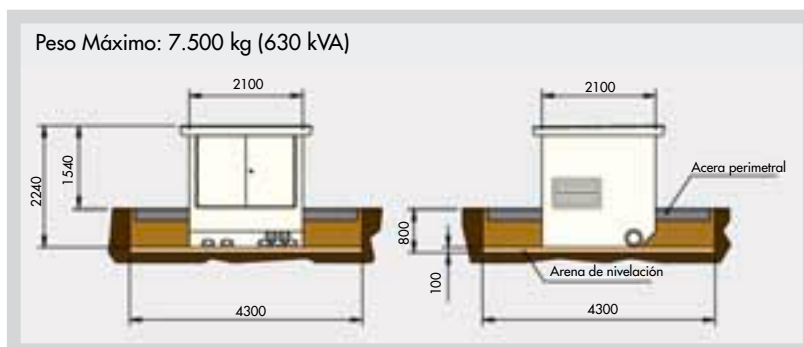
Después de introducidos estos cables, y antes de cubrir la excavación, es preciso sellar las acometidas de los cables para evitar la entrada de agua al Centro.



EXPLORACIÓN

Las maniobras en Media o Baja Tensión, así como el cambio de fusibles de MT o BT, se realizan abriendo las puertas del edificio, sin necesidad de acceder al interior del mismo.

Estas puertas disponen de dos posiciones seguras de apertura: a 90° y 180°.



CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Generales		MIE-RAT
Tensión asignada	24kV	
Nivel de aislamiento		
A frecuencia industrial	50kV	
A impulsos tipo rayo	125 [kV] _{cresta}	
Edificio prefabricado		UNE-EN 61330, CEI 61330, RU 1303A
Grado de protección	IP 23D	
Resistencia al impacto	IK 10	
Clase	10K	
Celdas de Media Tensión		UNE-EN 60298, CEI 60298, RU 6407B
Intensidad asignada en el embarrado	400 A	
Intensidad asignada en la derivación	200 A	
Intensidad de corta duración embarrado (3 s)	16/20 kA	
Capacidad de ruptura combinación int.-fus.	20 kA	
Transformador		UNE 21428-1, CEI 60076, HD 428, RU 5201D
Potencia	250, 400 ó 630 kVA	
Tensión secundaria en vacío	420 V	
Grupo de conexión	Dyn11	
Tensión de cortocircuito	4%	
Cuadro de Baja Tensión		UNE-EN 60439-1, CEI 60439
Tensión asignada	440 V	
Intensidad asignada	630 ó 1000 A	
Intensidad asignada en las salidas	160, 400 ó 630 A	

Centro Compacto Subterráneo MINISUB



PRESENTACIÓN

El **MINISUB** es un Centro de Transformación compacto compartimentado, diseñado por Ormazabal para su utilización en redes públicas de distribución eléctrica en Media Tensión. Este Centro se caracteriza por haber sido concebido para su instalación subterránea.

Dentro del edificio de hormigón, de reducidas dimensiones, se instalan en fábrica las Celdas de Media Tensión del Sistema **CGC**, el transformador, el Cuadro de Baja Tensión, así como las interconexiones entre esos elementos y el resto de accesorios.

Existen dos versiones: **MINISUB-H**, en el que las rejillas de ventilación se hallan ubicadas en un plano horizontal, permitiendo el paso por encima del mismo sin restricciones, y el **MINISUB-V**, en el que las rejillas se sitúan en sendas torres de ventilación de escasa altura, diseñadas para integrarse con el resto de los elementos característicos de las aceras o parques y jardines.

La construcción del fondo y las paredes en una sola pieza de hormigón evita la filtración de agua desde el terreno. Esto, unido a la utilización de juntas para la tapa superior, así como

puerta de acceso, impide la entrada de agua al Centro de Transformación. El diseño de las rejillas de ventilación en el modelo **MINISUB-V** evita la entrada de agua de lluvia, e incluso la de aguas superficiales, hasta alcanzar una altura aproximada de 200 mm. En el modelo **MINISUB-H**, se dispone de unas arquetas que se pueden conectar a la red general de recogida de aguas pluviales, con el fin de evacuar el agua que entra por las rejillas, y evitar su acceso al interior del Centro de Transformación.

Por otra parte, la utilización de aparataje de Media Tensión con aislamiento integral en SF₆ del Sistema **CGC** reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.

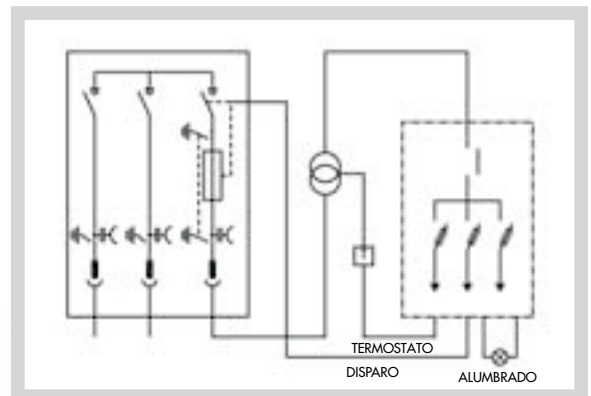
La compartimentación de estos Centros **MINISUB**, que mantiene independientes los distintos componentes, facilita la eventual sustitución de cualquiera de ellos.



ÁMBITO DE APLICACIÓN

El **MINISUB** es aplicable a redes de distribución de hasta 24 kV, donde se precisa un transformador de 250, 400 ó 630 kVA. El esquema eléctrico disponible en Media Tensión cuenta con 2 posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del Transformador, así como un Cuadro de Baja Tensión con salidas protegidas con fusibles.

Dado su carácter subterráneo, es una solución ideal cuando uno de los objetivos de la instalación es la utilización del espacio en superficie como lugar de paso, o la minimización del impacto visual.



Vista exterior de un **MINISUB-V**

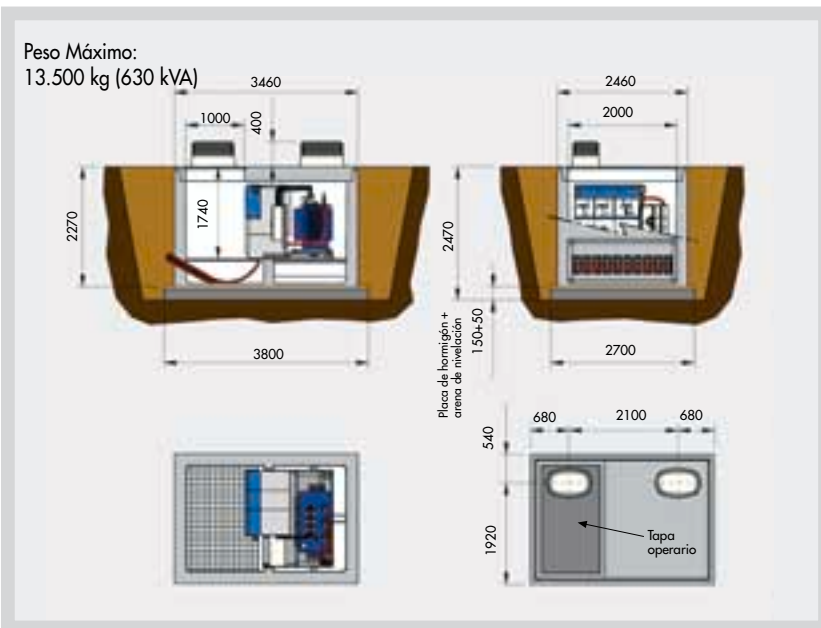


INSTALACIÓN

La instalación de un **MINISUB** precisa de la previa realización de una excavación, con las dimensiones indicadas en las figuras, con el fondo hormigonado. El nivelado se realizará mediante una capa de arena compactada, sobre la cual se asentará el edificio.

La operación de instalación se limita a la simple colocación de este Centro de Transformación en la excavación, y al conexionado de las tierras exteriores y de los cables de Media y Baja Tensión. Esta operación se realiza a través de unos agujeros previstos en la envolvente de hormigón, que incorporan unas juntas que sellan la entrada una vez conectados esos cables (también habrá que realizar la conexión con la red de recogida de aguas pluviales, si se ha optado por esta posibilidad).

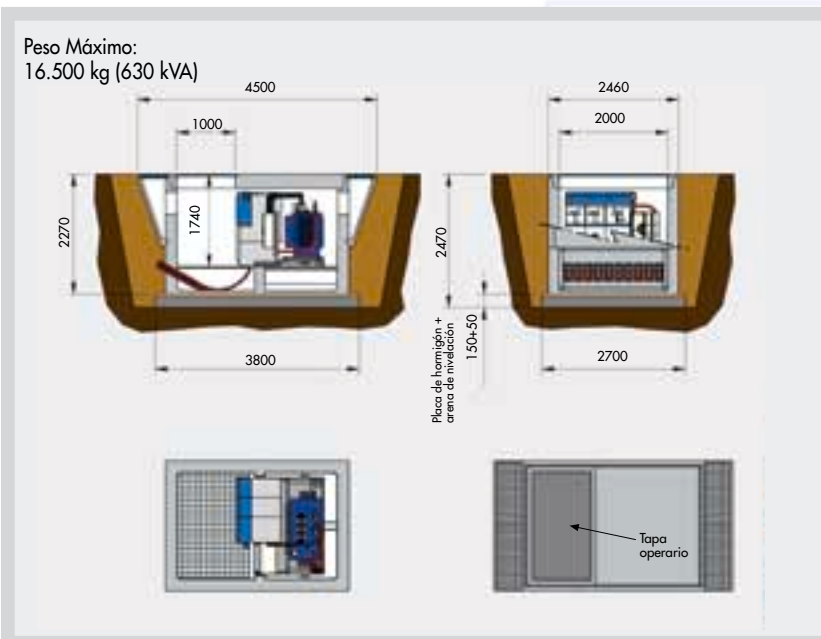
MINISUB-V



EXPLOTACIÓN

Las maniobras en Media o Baja Tensión, así como el cambio de fusibles de MT o BT, y la actuación sobre el regulador del Transformador, se realizan accediendo al espacio habilitado para el operario, tras descender por las escaleras dispuestas al efecto. La apertura de la puerta de operario desplegará automáticamente una protección perimetral que rodea totalmente el hueco de acceso al interior del **MINISUB**.

MINISUB-H



Centro Compacto Subterráneo MINISUB

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Generales		MIE-RAT
Tensión asignada	24kV	
Nivel de aislamiento		
A frecuencia industrial	50kV	
A impulsos tipo rayo	125 [kV] _{cresta}	
Edificio prefabricado		UNE-EN 61330, CEI 61330, RU 1303A
Grado de protección	IP 23D	
Resistencia al impacto	IK 10	
Clase	10K	
Celdas de Media Tensión		UNE-EN 60298, CEI 60298, RU 6407B
Intensidad asignada en el embarrado	400 A	
Intensidad asignada en la derivación	200 A	
Intensidad de corta duración embarrado (3 s)	16/20 kA	
Capacidad de ruptura combinación int.-fus.	20 kA	
Transformador		UNE 21428-1, CEI 60076, HD 428, RU 5201D
Potencia	250, 400 ó 630 kA	
Tensión secundaria en vacío	420 V	
Grupo de conexión	Dyn11	
Tensión de cortocircuito	4%	
Cuadro de Baja Tensión		UNE-EN 60439-1, CEI 60439
Tensión asignada	440 V	
Intensidad asignada	630 ó 1000 A	
Intensidad asignada en las salidas	160, 400 ó 630 A	





PRESENTACIÓN

El **ORMABAT** es un Centro de Transformación compacto, de estructura monobloque, diseñado para su instalación en superficie, que puede incorporar la aparatenta de Media Tensión con aislamiento y corte en SF₆ (**CGM**), el transformador, y elementos de interconexión y auxiliares.

El modelo básico incluye una celda de interruptor con fusibles⁽¹⁾, para la protección del transformador, que se manobra desde el exterior.

La facilidad de instalación, sus reducidas dimensiones y peso, y su carácter recuperable, permiten su utilización tanto en aplicaciones permanentes como en ubicaciones temporales.



ORMABAT



ÁMBITO DE APLICACIÓN

El Centro de Transformación **ORMABAT** puede ser utilizado con un transformador hasta 160 kVA⁽¹⁾ en 24 kV.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MIE-RAT
UNE-EN 60298, RU 6407B
UNE 21428-1, HD 428, RU 5201D



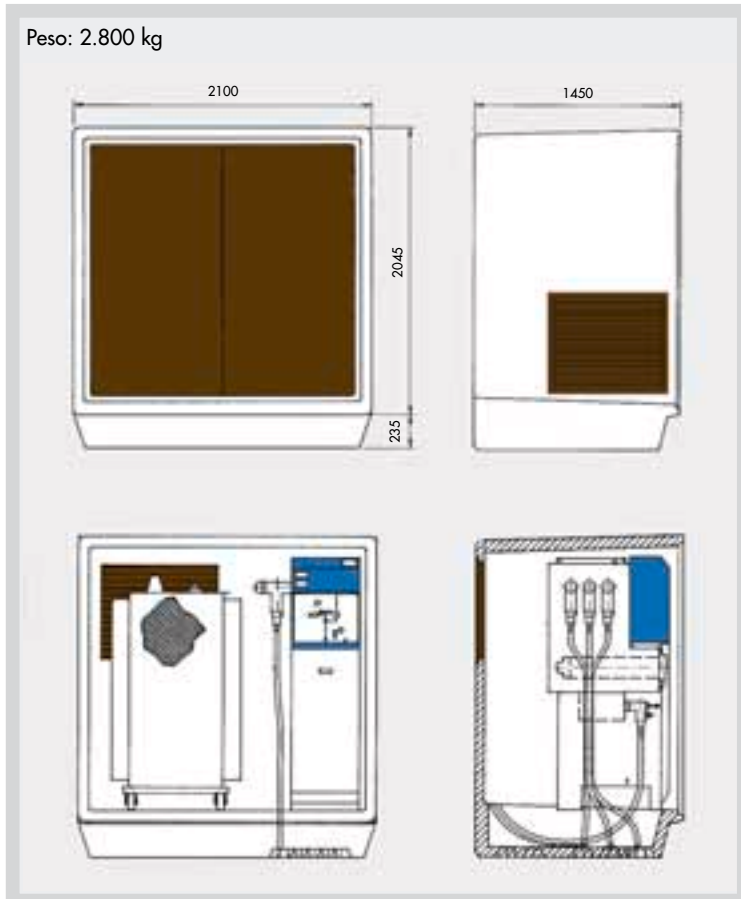
INSTALACIÓN

El carácter prefabricado de estos Centros permite su equipamiento completo en fábrica, de forma que las operaciones de instalación se pueden limitar al posicionamiento del Centro en la excavación y al conexionado de las acometidas eléctricas.



EXPLOTACIÓN

La apertura de las puertas de este Centro de Transformación da acceso desde el exterior a la aparatenta y al transformador, para la realización de maniobras y operaciones de mantenimiento.



(1) Para otras condiciones, consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.

Centro de Maniobra PF-15



PF-15 con acceso desde la vía pública



PRESENTACIÓN

El **PF-15** es un Centro de Maniobra para redes de Media Tensión, de estructura monobloque, diseñado para su instalación en superficie.

En su versión estándar, el **PF-15** incorpora 3 celdas de interruptor en carga⁽¹⁾ de 24 kV, con aislamiento y corte en SF₆ (**CGM**), que se maniobran desde el exterior.

La facilidad de instalación, sus reducidas dimensiones y peso, y su carácter recuperable, facilitan su utilización tanto en aplicaciones permanentes como en usos temporales.



ÁMBITO DE APLICACIÓN

El Centro de Maniobra **PF-15** puede ser utilizado hasta tensiones de 24 kV⁽¹⁾.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MIE-RAT
UNE-EN 60298, RU 6407B



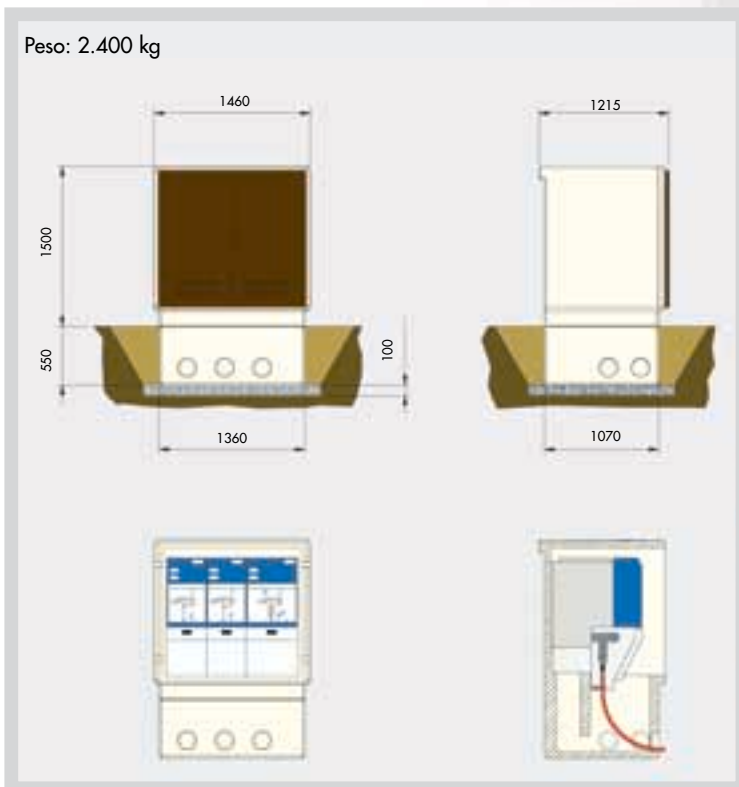
INSTALACIÓN

El carácter prefabricado de este Centro permite su equipamiento completo en fábrica, de forma que las operaciones "in situ" se pueden reducir a la ubicación del Centro y al conexionado de las acometidas.



EXPLOTACIÓN

La apertura de la puerta de dos hojas de este Centro de Maniobra da acceso desde el exterior a la aparatada, para la realización de maniobras y operaciones de mantenimiento.



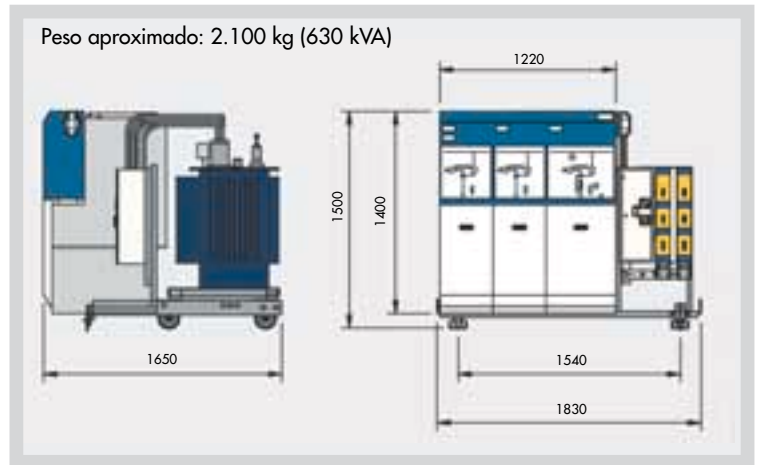
(1) Para otras condiciones o configuraciones, consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.



PRESENTACIÓN

El **MB** (Módulo Básico) es un Centro de Transformación compartimentado de reducidas dimensiones, diseñado para ser incorporado en locales destinados a Centro de Transformación, dentro de edificios de otros usos, en redes públicas de distribución eléctrica en Media Tensión.

Consiste básicamente en un equipo compacto de Media Tensión del sistema **CGC**, un Transformador, un Cuadro de Baja Tensión y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, sobre un bastidor autoportante que incluye ruedas para su desplazamiento, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.



ÁMBITO DE APLICACIÓN

El **MB** es aplicable a redes de distribución de hasta 24 kV, donde se precisa un transformador de 250, 400 ó 630 kVA.

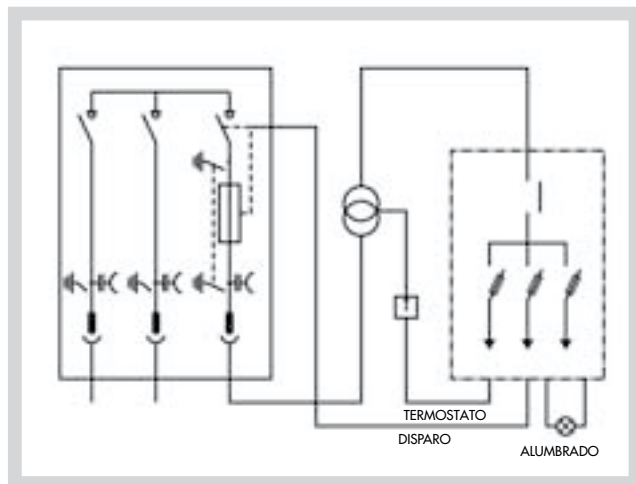
El esquema eléctrico disponible en Media Tensión cuenta con 2 posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del Transformador, así como un Cuadro de Baja Tensión con salidas protegidas con fusibles.

Por sus reducidas dimensiones, y sencillez de instalación, es una solución ideal cuando el espacio disponible es mínimo, o cuando se pretende sustituir un Centro de Transformación antiguo en un local, realizando el mínimo de adaptaciones.

Centro Compacto sobre Bastidor MB



INSTALACIÓN



La instalación de un **MB** se reduce a la introducción del conjunto en el local, operación que se ve facilitada por la disponibilidad de ruedas para su desplazamiento, y a la posterior conexión de los cables de Media y Baja Tensión, y redes de tierra.

El local que albergue este conjunto debe disponer de la ventilación adecuada, en función de la potencia del Transformador, y características constructivas del emplazamiento.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Generales

Tensión asignada	24kV
Nivel de aislamiento	
A frecuencia industrial	50kV
A impulsos tipo rayo	125 [kV] _{cresta}

MIE-RAT

Celdas de Media Tensión

Intensidad asignada en el embarrado	400 A
Intensidad asignada en la derivación	200 A
Intensidad de corta duración embarrado (3 s)	16/20 kA
Capacidad de ruptura combinación int.-fus.	20 kA

UNE-EN 60298, CEI 60298, RU 6407B

Transformador

Potencia	250, 400 ó 630 kA
Tensión secundaria en vacío	420 V
Grupo de conexión	Dyn11
Tensión de cortocircuito	4%

UNE 21428-1, CEI 60076, HD 428, RU 5201D

Cuadro de Baja Tensión

Tensión asignada	440 V
Intensidad asignada	630 ó 1000 A
Intensidad asignada en las salidas	160, 400 ó 630 A

UNE-EN 60439-1, CEI 60439

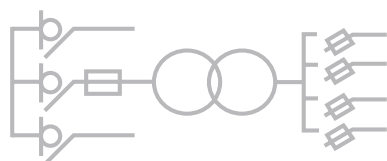
DEPARTAMENTO TÉCNICO-COMERCIAL (ESPAÑA)

Tel. +34 91 695 92 00

Fax +34 91 681 64 15

e-mail: drc@ormazabal.com

www.ormazabal.com



Centros de Transformación

- **Centros de Transformación Prefabricados hasta 36 kV**
- Centros de Transformación para Parques Eólicos hasta 36 kV (CA-105)

Aparamenta de Media Tensión Distribución Secundaria

- Sistema CGM (CA-102)
- Sistema CGMCOSMOS (CA-100)

Aparamenta de Media Tensión Distribución Primaria

- Celdas de Potencia (CA-104)

Protección, Control, Automatización y Telemando

- Protección y Control (CA-103)
- Automatización y Telemando (CA-106)

Transformadores de Potencia MT/BT

Aparamenta de Baja Tensión



SolarMax Serie C

Inversores centrales 20C/25C/30C/35C/50C/80C/100C/300C

Energía solar: una inversión en el futuro.

El futuro pertenece a las energías renovables y, por ende, también a la energía solar. Su intención en invertir en energías renovables es la prueba evidente de que usted ha reconocido los signos del tiempo. Usted aboga por la protección medioambiental y una naturaleza equilibrada – también para las generaciones venideras. Con los inversores centrales SolarMax, usted cuenta con componentes para la producción de energía solar a bajo coste.

El inversor central SolarMax representa toda una serie de ventajas, tanto en cuanto a eficiencia como en cuanto a potencial de ahorro.

Eficiencia y capacidad. Con su alto nivel de eficiencia pico del 96 %, nuestra garantía extendida y su bajo peso, los inversores centrales SolarMax ofrecen ventajas competitivas únicas y decisivas.

Calidad a un atractivo precio. A pesar de su atractivo precio, el SolarMax convence por su calidad y nuestro servicio rápido y competente.

Duradero y seguro en su funcionamiento. Todos los inversores SolarMax han sido certificados por TÜV Rheinland, garantizando una larga vida y un funcionamiento libre de fallos de todos sus componentes. Con el objeto de alcanzar estos altos estándares, Sputnik Engineering ha situado la robustez en el funcionamiento a largo plazo de sus inversores SolarMax como una de sus más altas prioridades desde la misma etapa de diseño. SolarMax es uno de los pocos equipos que cuentan con un concepto de alta seguridad de funcionamiento, un diseño optimizado para su rendimiento y un control con procesador de señales digitales (DSP).

Máxima facilidad. Los inversores centrales SolarMax son fáciles de instalar. La puesta en operación es muy sencilla y requiere poco tiempo.

“Servicio todo incluido” para su total confianza. Mediante un contrato de servicio, se garantiza un funcionamiento perfecto del inversor SolarMax hasta 20 años. De esta forma, el propietario podrá planificar el retorno de su inversión de una manera segura.

Líder del mercado con amplia experiencia y avanzada tecnología: En 1992, Sputnik Engineering puso en funcionamiento el primer inversor central. En la actualidad, ya hay más de 6.000 inversores centrales SolarMax conectados a la red de 50 Hz.

El equipo de Sputnik le asesora y acompaña de principio a fin: desde el primer bosquejo, pasando por la planificación, hasta la puesta en funcionamiento de su campo solar.



 SWISS QUALITY

 **SolarMax**[®]
by Sputnik Engineering

	SolarMax 20C	SolarMax 25C	SolarMax 30C	SolarMax 35C	SolarMax 50C	SolarMax 80C	SolarMax 100C	SolarMax 300C
Lado de entrada (CC)								
Potencia CC* máxima	24 kW	33 kW	40 kW	45 kW	66 kW	105 kW	130 kW	400 kW
Rango de tensiones MPP	430...800 Vcc							
Tensión de entrada máxima	900 Vcc							
Instalación solar, rango de tensiones nominales (Ayuda para la definición de la conexión serie de las placas de Si mono y poly)	540...635 Vcc							
Corriente de entrada	0...48 Acc	0...63 Acc	0...75 Acc	0...78 Acc	0...120 Acc	0...180 Acc	0...225 Acc	0...720 Acc
Rizado de corriente	< 4 % peak-peak							
Lado de salida (CA)								
Potencia nominal	20 kW	25 kW	30 kW	35 kW	50 kW	80 kW	100 kW	300 kW
Potencia máxima	22 kW	27.5 kW	33 kW	38.5 kW	55 kW	88 kW	100 kW	330 kW
Tensión	3 * 400 + 10 % / - 15 % Vca							
Corriente de salida	0...31 Aca	0...38 Aca	0...46 Aca	0...54 Aca	0...77 Aca	0...122 Aca	0...153 Aca	0...459 Aca
Factor de potencia (PF)	> 0.98							
Nominal de red/gama de ajustes	50 Hz / 45...52 Hz							
Distorsión armónica	< 3 %							
Datos de sistema								
Consumo nocturno	2...7 W							
Rendimiento máximo	96 %							
Rendimiento europeo	94.8 %							
Temperatura ambiente	-20 °C...40 °C							
Tipo de protección	IP20							
Forma de conexión	PWM (IGBT) con transformador							
Humedad relativa del aire	0...98 % sin condensación							
Según la CE	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 50178							
Símbolo de verificación	Certificado por TÜV Rheinland							
Normas adicionales	DK 5940, RD 661							
Indicación	Display LC de dos líneas con iluminación de fondo							
Comunicación de datos	Interfaz RS232 / RS485 integrado							
Siones (anch x pro x alt)	57 x 57 x 117 cm				120 x 80 x 130 cm			2 x 120x80x180 cm
Peso	275 kg	275 kg	370 kg	370 kg	735 kg	805 kg	935 kg	2600 kg

* Dimensiones recomendadas sobre el 15 % (estudio de ISE Fraunhofer)

Reservados todos los derechos. Texto sujeto a modificaciones o errores.



Características

- Inversor compacto sinusoidal PWM
- Máxima eficiencia
- Eficiencia MPP mayor al 99 %
- Procesador de señales digitales (DSP)
- Atractiva relación precio/rendimiento
- Bajo peso y optimización de necesidad de espacio físico
- Garantía de 2 años, prolongable hasta 20 años
- Equipados de serie con puertos RS232 / RS485
- Opción MaxControl para alarma automática, supervisión del inversor y evaluación de datos de rendimiento
- SolarMax ha sido certificado por TÜV Rheinland
- Plazos de entrega dentro del período planificado
- Hotline y rápida respuesta de servicio



2 EJES

Distribuidor exclusivo
PROINSO



Seguidores Solares de Alta Tecnología

MS-2 TRACKER 10 • MS-2 TRACKER 10 +





Productos y Servicios

mecasolar es una empresa dedicada al **diseño, fabricación y distribución de seguidores solares de 2 ejes, seguidores estacionales 1 eje azimutal y estructuras fijas**, con la más **Alta Tecnología**, que permite incrementar en la producción de energía solar fotovoltaica, y ofrece **10 años de GARANTÍA en piezas y mano de obra**. Los seguidores y estructuras fijas de **mecasolar** son líderes mundiales, siendo los más seguros, robustos, eficientes y rentables del mercado.

MS-2 TRACKER 10

- Estructura metálica en "V" y parrilla para paneles de 12 kWp
- Autómata de Seguimiento PLC en cuadro eléctrico independiente, totalmente equipado
- Motores trifásicos para ambos ejes
- Cuadro de acometida/conexión para alojamiento de protecciones



El cliente puede incluir los inversores que desee

MS-2 TRACKER 10 +

- Estructura metálica en "V" y parrilla para paneles de 12 kWp
- Autómata de Seguimiento PLC en cuadro eléctrico independiente, totalmente equipado
- Motores trifásicos para ambos ejes
- Cuadro de acometida/conexión para alojamiento de protecciones (magnetotérmico (PIA), diferencial, protección sobretensiones) totalmente cableado
- 3 Inversores instalados SMA Sunny Boy de 3,3 kW nominales para exterior IP 65



Posibilidad de colocar otros modelos de inversores SMA

mecasolar es una empresa con una clara **vocación y orientación al cliente**. Con el objetivo de satisfacer las diversas necesidades que nuestros clientes puedan plantearnos, ofrecemos una serie de **servicios complementarios** a la venta del seguidor:

- **Apoyo y gestión** en todo lo relativo a la **ejecución de la obra civil**, baja tensión, media tensión y configuración de módulos e inversores, poniendo a su disposición nuestro departamento de ingeniería.
- Adaptación a las necesidades del "project management" requerido por el cliente, **planificando las entregas de los seguidores en los plazos más adecuados** para nuestros clientes y gestionando de forma **integral y coordinada la logística**.
- **Adaptación del seguidor a sus necesidades de potencia tanto de paneles fotovoltaicos, como de inversores**. Además, caso de requerirlo el cliente, realizamos **la instalación del inversor solicitado** por el cliente.
- **Mantenimiento Correctivo y Preventivo** electromecánico anual de los seguidores en los plazos y con la frecuencia que determine el cliente.



Capacidad Productiva

mecasolar es una de las empresa a nivel mundial que cuenta con la mayor capacidad de fabricación de seguidores en el mercado. En estos momentos su **capacidad de fabricación asciende a** lo que equivale a una potencia mensual de 14 MWp/mes.

14.000 seguidores/año

140 MW/año

mecasolar cuenta en estos momentos con las certificaciones, CE, ISO 9001:2000 y ISO 14001:2004 lo que le permiten obtener una homogénea y excelente calidad de fabricación con las mayores garantías para nuestros clientes y un servicio rápido y flexible. Siendo respetuoso con el medio ambiente y acorde con un desarrollo económico y social sostenible. Todos los componentes has sido testeados antes de ser enviados al clientes a pie de obra.



Actualmente cuenta con las siguientes factorías:

- Fustiñana - Sede Central - Navarra - ESPAÑA
- Tudela - Navarra - ESPAÑA
- Talavera la Real - Badajoz - ESPAÑA
- Tesalonica - GRECIA
- ITALIA
- USA

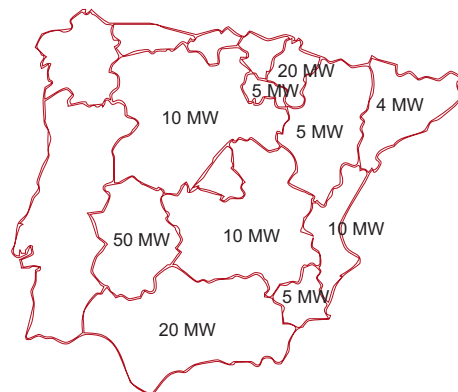


Experiencia

Algunos proyectos relevantes:

- Almaraz-CACERES 20 MW
- Talayuela-CACERES 10 MW
- Aliwin-CACERES 20 MW
- Castejón-NAVARRA 5 MW
- Fustiñana-NAVARRA 5 MW
- Las Gabias-GRANADA 13 MW
- Aznalcollar-SEVILLA 2 MW
- La Roda -ALBACETE 2 MW
- La Gineta -ALBACETE 2 MW

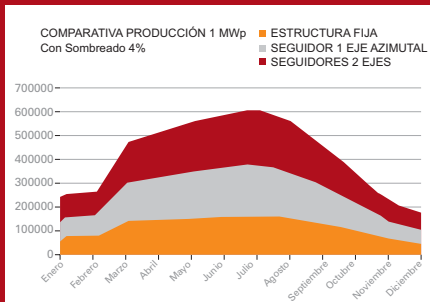
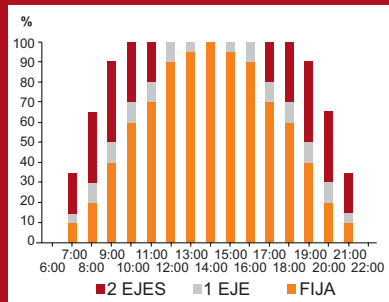
180 MW fabricados



Ingeniería y/o suministros realizados y en cartera

Ventajas diferenciales

10 años
GARANTÍA EN PIEZAS Y MANO DE OBRA



10 AÑOS DE GARANTÍA EN PIEZAS Y MANO DE OBRA

mecasolar ha diseñado un producto en el que ha invertido muchos años de investigación, ha sido sometido a las más estrictas pruebas de resistencia y eficiencia, obteniendo como resultado el **ÚNICO** seguidor solar con mayores **GARANTÍAS** del mercado.

FLEXIBILIDAD MULTIPOTENCIA y MULTIFABRICANTE

El diseño de la estructura de anclaje de los paneles -omegas- dota al seguidor **mecasolar** de una gran **FLEXIBILIDAD** a la hora de colocar diversos paneles de diversos fabricantes. La potencia máxima que se puede colocar es de **12 kWp**.

PRODUCTIVIDAD + 35%

Los seguidores solares de **meca solar** son capaces de incrementar en más de un 35% la producción de energía solar fotovoltaica respecto a una instalación fija, lo que permite maximizar la rentabilidad al reducir la inversión en paneles solares.

CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

Cimentación mediante zapata superficial - 7,5 m³ - que no requiere excavación. Sólomente ha de realizarse una limpieza del terreno eliminando la primera capa de vegetación y posterior allanado de terreno.

SALIDA / CONEXIÓN TRIFÁSICA

Cada una de las 3 series van conectadas a cada uno de los 3 inversores. Reduce las pérdidas por el cableado y permite una potencia más equilibrada. Ante cualquier avería en una de las 3 fases, 2/3 de la instalación sigue productiva.

ADAPTACIÓN AL CLIMA

Los seguidores de **meca solar** se conectan a una estación meteorológica que con la ayuda de autómatas PLC, se orienta ante las diversas situaciones climatológicas. La programación del autómata permite actuar al seguidor ante **nieve, tormenta eléctrica, niebla, oscuridad y viento**. Es capaz de soportar vientos de hasta 145 km/h, programándose la posición horizontal a vientos superiores a 80 km/h.

AUTÓMATAS INDEPENDIENTES

Cada seguidor **meca solar** cuenta con su propio autómata PLC independiente y programable, mediante el cual el seguidor realiza el seguimiento solar astronómico, actúa en función del clima exterior y permite una operación a distancia.

ROBUSTO, FÁCIL INSTALACIÓN, REDUCIDO MANTENIMIENTO Y BAJO CONSUMO

Los motores de los seguidores **meca solar** tienen un **reducido consumo anual (100 kWh/año)**, lo cual redundará en un **reducido mantenimiento**. Así mismo la **robustez de su diseño y fabricación** garantiza su inversión a largo plazo. Por otro lado la **facilidad de instalación** minimizará los **costes laborales y tiempo necesario** para la obra civil.



Sencilla y Rápida Instalación y Reducido Mantenimiento



1 Transporte. 10 Seguidores semi-montados en 3 camiones.

Los seguidores de **mecasolar** se transportan semi-montados. Por un lado en dos camiones se envían 10 estructuras en "V" totalmente armadas y en un tercer camión se envían 10 parrillas. No es necesario la contratación de ningún transporte especial.



2 Zapata Superficial. No es necesario excavación.

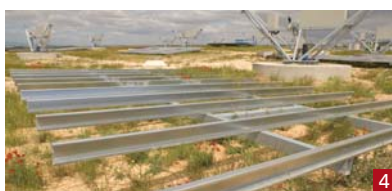
Cimentación mediante zapata superficial que no requiere excavación. Solamente ha de realizarse una limpieza del terreno eliminando la primera capa de vegetación y posterior allanado de terreno. Se proporciona a los clientes el molde necesario.



3 Rápida y sencilla colocación del seguidor sobre la zapata de cimentación.

Con la misma máquina que se ha utilizado para realizar la limpieza del terreno podemos colocar la estructura en "V" sobre la zapata de cimentación.

Posteriormente se procede a ajustar la estructura a los pernos mediante un sistema de doble tuerca.



4 Flexible Instalación de Módulos

Cualquier módulo de cualquier potencia.

La parrilla, que es la estructura sobre la que se ajustan los módulos, permite dotar al seguidor **mecasolar** de un gran flexibilidad en lo que respecta a la colocación de módulos de diversas potencias y de distintos fabricantes. El seguidor **mecasolar** en estos momentos es la opción más abierta del mercado para trabajar con cualquier tipo de módulo.



5 Rápida Colocación sobre Estructura.

El hecho de que por un lado un equipo de instalación esté trabajando en la cimentación y colocación de la estructura en "V" sobre la cimentación, y otro equipo esté trabajando en la colocación de módulos sobre las parrillas, permite al instalador una gran agilidad y versatilidad en su equipo, consiguiendo tiempos de instalación muy reducidos.



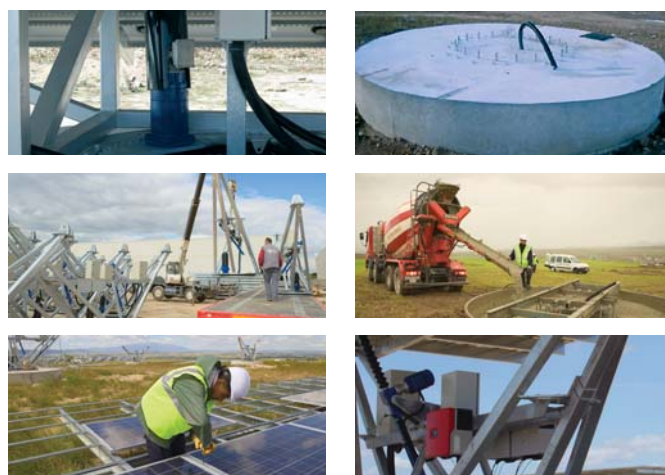
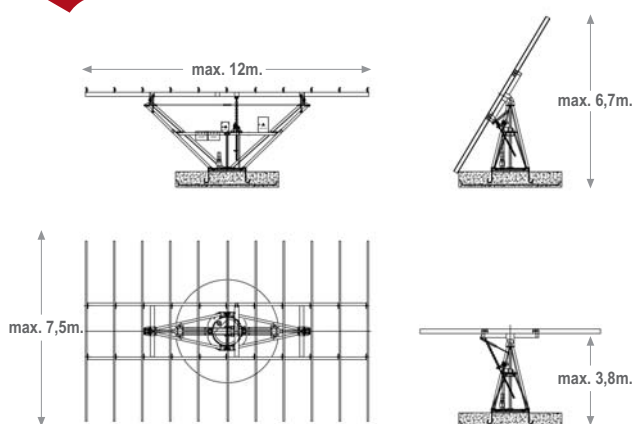
6 Puesta a Punto Rápida y Sencilla.

En todo momento contará con el apoyo del equipo técnico de **mecasolar** que le asesorará en todas las fases del proyecto, tanto en el proyecto de ingeniería, como en la obra civil e instalación, así como en la puesta a punto y mantenimiento.

Eje de seguimiento	2 EJE: Horizontal y Vertical
Superficie máxima de módulos	90 m ²
Potencia fotovoltaica máxima	12 kWp (en función de la eficiencia de los módulos)
Accionamiento azimutal	Mediante motoreductor y corona dentada
Ángulos de giro azimutal	Eje vertical: -120° a +120°
Accionamiento inclinación	Gato Mecánico de accionamiento eléctrico
Inclinación motorizada	Regulable de 0° a 60°
Altura del seguidor a 60°	6.700 mm (desde suelo a módulos superiores)
Consumo de motor	100 kWh/año
Alimentación de servicio a motor	400 V Trifásico
Estructura	Estructura acero galvanizado por inmersión en caliente
Diseño estructura	Estructura "V" sobre corona dentada
Peso sin módulos y sin cimentación	3.000 kg
Armarios eléctricos de autómatas y protección	Metálicos, estancos, totalmente cableados IP66 Incluye autómatas, cableado hasta motor y protección del mismo

Armario de acometida	Metálicos, estancos, totalmente cableados IP66 incluye protecciones sobretensión AC, pias y diferencial (sólo para MS TRACKER +)
Tecnología de seguimiento	Programación astronómica de PLC independiente
Monitorización	In situ, Ethernet, Internet (OPCIONAL)
Inversores	3 inversores SMA SB 3,3 Kw nominales, IP65 (sólo para MS TRACKER +) Posibilidad de otros inversores
Módulos a instalar	Cualquier tipo de modulo FV Opcional, perfilera portamódulos
Peso máximo de módulos	1250 Kg
Sistema protección contra viento	Programable. Posicionamiento en horizontal y en veleta a velocidades mayores de 70 km/h (por medio de resbalamiento en motoreductor)
Cimentación	Cimentación superficial circular, 7,5 m ³ hormigón con mallazo. Pernos de anclaje opcional, anclaje por tornillo directo
Cumple normativa	Norma UNE-ENV 1991 Eurocódigo, CE, UL, DIN 1055-4 (8.86), DIN 1056 (10.84)
Vientos máximos	140 Km/h
Mantenimiento	Revisión anual de partes mecánicas y eléctricas para mantener la vigencia de garantía
Garantía	Hasta 10 años en Piezas y Mano de Obra.

Esquema de la estructura



MECASOLAR - ES 11/09 BI-1346-09



Distribuidor exclusivo **PROINSO**

MECASOLAR SPAIN

Pol. Ind. Santos Justo y Pastor, s/n,
31510 - Fustiñana, Navarra, España
Phone: (+34) 902 107 049 //
(+34) 948 84 09 93
Fax: (+34) 948 840 907
info@mecasolar.com

MECASOLAR ITALY

Milano Business Park
Via dei Missaglia 97 (Edificio A1)
20142 Milano - Italia
Phone: (+39) 02 89 30 92 69
Fax: (+39) 02 84 71 77 47
italia@mecasolar.com

MECASOLAR GREECE

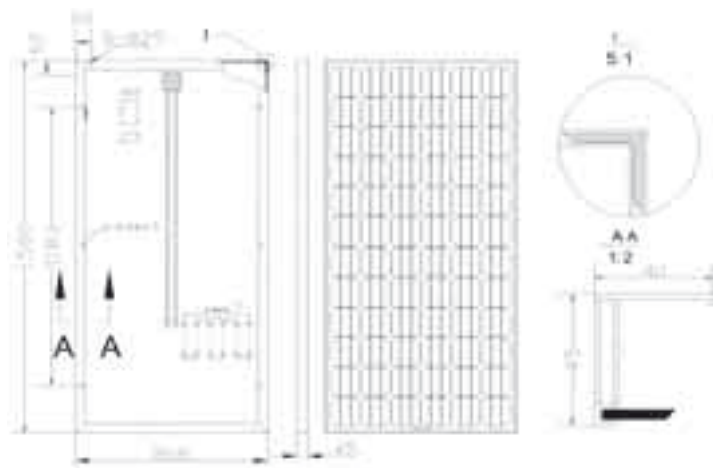
ΒΙ.Π.Ε. Θεσσαλονίκης
Οικ. Τετράγωνο 40, ΔΑ 12α,
ΤΚ: 57022, ΤΘ: 1392, Σίνδος, Ελλάδα
Phone.: (+30) 2310 799 209
Fax: (+30) 23 10 570 597
hellas@mecasolar.com

MECASOLAR US LLC

1430 Enterprise Blvd,
West Sacramento, CA 95691
United States
Phone: (+1) 916 374 8722
Fax: (+1) 916 872 9569
usa@mecasolar.com

Sus ventajas en resumen

- 72 células monocristalinas de alto rendimiento
- tolerancia mínima de potencia de $\pm 3\%$ para máximos rendimientos del sistema
- rendimiento garantizado por 10 años (90%)*
- rendimiento garantizado por 25 años (80%)*
- garantía de producto de 10 años*
- 3 diodos integrados de derivación (bypass)
- listos para la conexión con cables y conectadores Multi-Contact
- cumplimiento de las normas CEI 61215 / producción según la norma ISO 9001:2000
- clase de protección II hasta 1.000 V de tensión del sistema
- control final completo con registro individual de los parámetros eléctricos
- apto para sistemas de alimentación a la red



*Valores eléctricos bajo condiciones estándar: 1.000 W/m², espectro AM 1,5, temperatura de células 25 °C. Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificaciones que sirvan al avance técnico.

Parámetros eléctricos*							
Clase módulo / potencia (P_{MPP}), $\pm 3\%$	180	175	170	165	160	80	(Wp)
Tensión nominal (U_{MPP})	36,20	35,80	35,50	35,20	34,80	17,50	(V)
Corriente nominal (I_{MPP})	4,97	4,89	4,79	4,69	4,60	4,57	(A)
Tensión de circuito abierto (U_{OC})	44,80	44,40	44,20	44,00	43,80	21,00	(V)
Corriente de cortocircuito (I_{SC})	5,51	5,47	5,36	5,25	5,15	5,12	(A)
Tensión máxima del sistema	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	(V)
Tolerancia de potencia	± 3	± 3	± 3	± 3	± 3	± 3	(%)
Coefficiente de temperatura, potencia nominal	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46	(%/°C)
Coefficiente de temperatura, tensión de circuito abierto	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	(V/°C)
Coefficiente de temperatura, corriente de cortocircuito	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	(mA/°C)
Dimensiones y peso							
Longitud	1580	1580	1580	1580	1580	1195	(mm)
Anchura	808	808	808	808	808	540	(mm)
Altura	45	45	45	45	45	35	(mm)
Peso	16	16	16	16	16	9	(kg)
Número de artículo EQS Serie	180M	175M	170M	165M	160M	80M	

MÓDULO SOLAR

New Sunenergy Solar EQS-M24



Células monocristalinas

- alto rendimiento energético con dimensiones compactas

Calidad

- 72 células monocristalinas de alto rendimiento
- clase de protección II también para sistemas de hasta 1.000 V de tensión

Certificación

- de cumplimiento de los requisitos de la CEI 61215 y del servicio de inspección alemán TÜV Rheinland
- producción de acuerdo con la norma ISO 9001:2000

Garantías

- 10 años de garantía de producto*

Garantías de rendimiento

- 10 años (90%)
- 25 años (80%)

Optimización de gastos

- montaje rápido y económico:
- suministro listo para la conexión
- cables confeccionados previamente
- conectores Multi-Contact
- diodos integrados de derivación (bypass)

Rendimiento asegurado

- por tolerancia mínima de potencia de $\pm 3\%$

*Son determinantes las condiciones completas de garantía en su versión vigente en cada caso. Las condiciones de garantía se pueden solicitar al comerciante especializado en su región de Sunenergy Böhne GmbH.