



PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO EN LA CASA DEL CONCELLO DE SALVATERRA DO MIÑO

Autor: Javier García Villamisar | Ingeniero Industrial 2724 ICOIIG

Peticionario: Concello de Salvaterra do Miño

Situación: Praza Constitución 1, 36540 Salvaterra do Miño- Pontevedra



ÍNDICE

DOCUMENTO 01: MEMORIA DESCRIPTIVA

1 DATOS GENERALES

- 1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROMOTOR
- 1.2 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL
- 1.3 AUTOR DEL PROYECTO
- 1.4 OBJETO DEL PROYECTO
- 1.5 POTENCIA DE LA INSTALACIÓN EXISTENTE
- 1.6 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN
- 1.7 DATOS DEL EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

DOCUMENTO 02: NORMATIVA DE APLICACIÓN

2 NORMATIVA DE LA INSTALACIÓN

- 2.1 CLASIFICACIÓN DE LA MODALIDAD DE AUTOCONSUMO
- 2.2 PUNTOS DE CONEXIÓN
- 2.3 CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO DE MEDIDA

DOCUMENTO 03: MEMORIA CONSTRUCTIVA

3 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

- 3.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
- 3.2 INVERSOR
- 3.3 CABLEADO
- 3.4 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE

DOCUMENTO 04: CÁLCULOS

4 DIMENSIONAMIENTO DE LA SENTRADAS AL GENERADOR-INVERSOR

4.1 SISTEMA GENERADOR-INVERSOR

4.2 DATOS FINALES SISTEMA INVERSOR

5 CÁLCULOS DE PRODUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

5.1 ORIGEN DE LOS DATOS DE RADIACIÓN

5.2 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE FILAS DE MÓDULOS

5.3 PÉRDIDAS

5.4 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ANUAL

6 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

6.1 CÁLCULOS DE CAÍDA DE TENSIÓN

6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL CABLEADO, CANALIZACIONES Y PROTECCIONES

7 ANÁLISIS DE VIENTOS, SOBRESFUERZOS Y RESISTENCIA ESTRUCTURAL

DOCUMENTO 05: GESTIÓN DE RESIDUOS

8 ANTECEDENTES

8.1 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS D ECONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

8.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

8.3 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA

8.4 PREESCRIPCIÓN DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

8.5 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE L AGESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA

DOCUMENTO 06: PLIEGO DE CONDICIONES

9 PLIEGO DE CONDICIONES

- 9.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES
- 9.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES
- 9.3 VERIFICACIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS
- 9.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD
- 9.5 CERTIFICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

DOCUMENTO 07: PRESUPUESTO

DOCUMENTO 08: PLANOS

DOCUMENTO 09: FICHAS DE CARACTERÍSTICAS

ANEXO A MEMORIA: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 01: MEMORIA DESCRIPTIVA

1 DATOS GENERALES

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROMOTOR

El autor del encargo es CONCELLO DE SALVATERRA DO MIÑO con CIF: P3605000C, con domicilio a efecto de notificaciones en Praza da Constitución 1 – 36450 Salvaterra do Miño, Pontevedra.

1.2 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL

La actividad principal de la Casa del Concello consiste en:

- **Actividad del grupo CNAE (2009):** O
- **Código CNAE:** 8411
- **Actividad:** Actividades generales de la Administración pública.

El local se clasifica como de PÚBLICA CONCURRENCIA.

1.3 AUTOR DEL PROYECTO

El autor del presente PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO EN LA CASA DO CONCELLO DE SALVATERRA DO MIÑO es Don Javier García Villamisar, con DNI: 47378781-T con una titulación de Ingeniero Industrial y Colegiado en el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Galicia con número de colegiado ICOIIG Nº 2724, a efectos de notificaciones en Calle Pedamúa 36, 15188 Cerceda, A Coruña.

1.4 OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como objeto definir las condiciones técnicas y económicas para la realización de un sistema de generación de energía eléctrica mediante Energía Solar Fotovoltaica conectada a la red interior de la casa do concello de Salvaterra do Miño – Pontevedra. Según la normativa “ITC BT-04 Documentación y puesta en servicio de las instalaciones” en su apartado 3.1, hace falta la realización de un proyecto firmado por un técnico competente. La instalación proyectada, es una instalación fotovoltaica de autoconsumo, conectada en red interior, en la modalidad de “Con Excedentes, acogida a compensación simplificada”.

El presente proyecto se compone de Memoria Descriptiva, Memoria Constructiva, Normativa de Aplicación, Pliego de Condiciones y Anexos. Cada parte pretende exponer las obras a ejecutar en relación a la Instalación Solar Fotovoltaica realizada.

1.5 POTENCIA DE LA INSTALACIÓN EXISTENTE

La instalación actual del local cuenta con un Interruptor General de intensidad 40 A, el cuál no es objeto de modificación en este proyecto.

1.6 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN

El presente proyecto contempla la instalación solar fotovoltaica compuesta por 40 módulos de la marca LONGI, modelo LR5 de 455 Wp por unidad, alcanzando una potencia pico de 18,20kWp.

La potencia nominal corresponderá a la proporcionada por el sistema de inversores o sistema generador, que está formada por el inversor marca KOSTAL, modelo PIKO 17 de 17 kW. La potencia nominal total de la planta es 17 kW.

1.7 DATOS DEL EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

El promotor de la instalación solar fotovoltaica es CONCELLO DE SALVATERRA DO MIÑO con CIF: P3605000C, con domicilio a efecto de notificaciones en Praza da Constitución 1 – 36450 Salvaterra do Miño, Pontevedra, va a instalar en una planta de 18,20 kWp, en Praza da Constitución 1, en la parcela 1591201NG4519S0001SI. La parcela objeto de este proyecto contempla una superficie de 2.445 m². Las coordenadas UTM son: HUSO 29T, 54197.17 X y 4659146.96 Y

El CUPS del consumo asociado a este autoconsumo propuesto es el siguiente:

ES0173305014010189XS

Javier García Villamisar

Ingeniero Industrial, colegiado 2724 ICOIIG

ANEXO A MEMORIA: 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 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 riesgos 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 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 PARTICIPACIÓN 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:

- 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 MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

2.1. INTRODUCCIÓN.

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**, entendiendo 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 75º con la horizontal, sus largueros deberán 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 aparamenta 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 carcassas 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 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, mercurcromo, 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 MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

3.1. INTRODUCCIÓN.

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**, entendiendo 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. OBLIGACIÓN 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 MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

4.1. INTRODUCCIÓN.

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. OBLIGACIÓN 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, barros 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 señalarán 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 piones 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 normal 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.

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 perfilera, 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 MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

5.1. INTRODUCCIÓN.

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**, entendiendo 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 450759,08 euros.
- 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, entendiendo 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 BÁSICO 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, perfilera 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 tabloncillos 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 están 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 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 zapatas antideslizantes.

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 tablonos, 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.

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.

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, tablonos, 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 quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

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.

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.
- 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 ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN 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 MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS

TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

6.1. INTRODUCCIÓN.

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.
- 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.

Javier García Villamisar
Ingeniero Industrial, colegiado 2724 ICOIG

DOCUMENTO 02: NORMATIVA DE APLICACIÓN

2 NORMATIVA DE LA INSTALCIÓN

La elección de los materiales, el diseño y el montaje de la instalación se realizara de acuerdo a lo estipulado en el proyecto y a las normas y disposiciones legales vigentes:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 1699/2011 por el que se establece la regulación del Autoconsumo fotovoltaico o Balance Neto en España.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y las ITC correspondientes.
- Plan de Energías Renovables en España (PER) 2011-2020.
- Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020.
- Directiva 2009/72/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009.
- Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y ordenanzas Municipales.
- Real Decreto 244/2019 de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

2.1 CLASIFICACIÓN DE LA MODALIDAD DE AUTOCONSUMO

La normativa para las instalaciones solares fotovoltaicas publicada en el BOE en el Real Decreto-Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. BOE Num. 242 del sábado 6 de octubre de 2018. (En adelante, RD 15/2018).

Según el RD 15/2018, la instalación pasa a considerarse del tipo **b).** - **Modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes**, la energía que se vierte a red se podrá compensar en la factura de suministro (compensación simplificada) o bien se podrá hacer un contrato de venta de energía para lo cual será necesario darse de alta como productor y se cobrará esa energía al precio que cada mes determine el pool energético.

Se adjuntan en la memoria de calidades los certificados de los inversores y los equipos anti vertido que acreditan el cumplimiento de la UNE referenciada.

En particular, las instalaciones de suministro con autoconsumo conectadas en baja tensión se ejecutaran de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión”.

2.2 PUNTO DE CONEXIÓN

El proyecto es una instalación de generación que alimenta en paralelo con la red de distribución, una instalación de consumo eléctrico. La instalación fotovoltaica está conectada en red interior de baja tensión (tensión inferior a 1 kV).

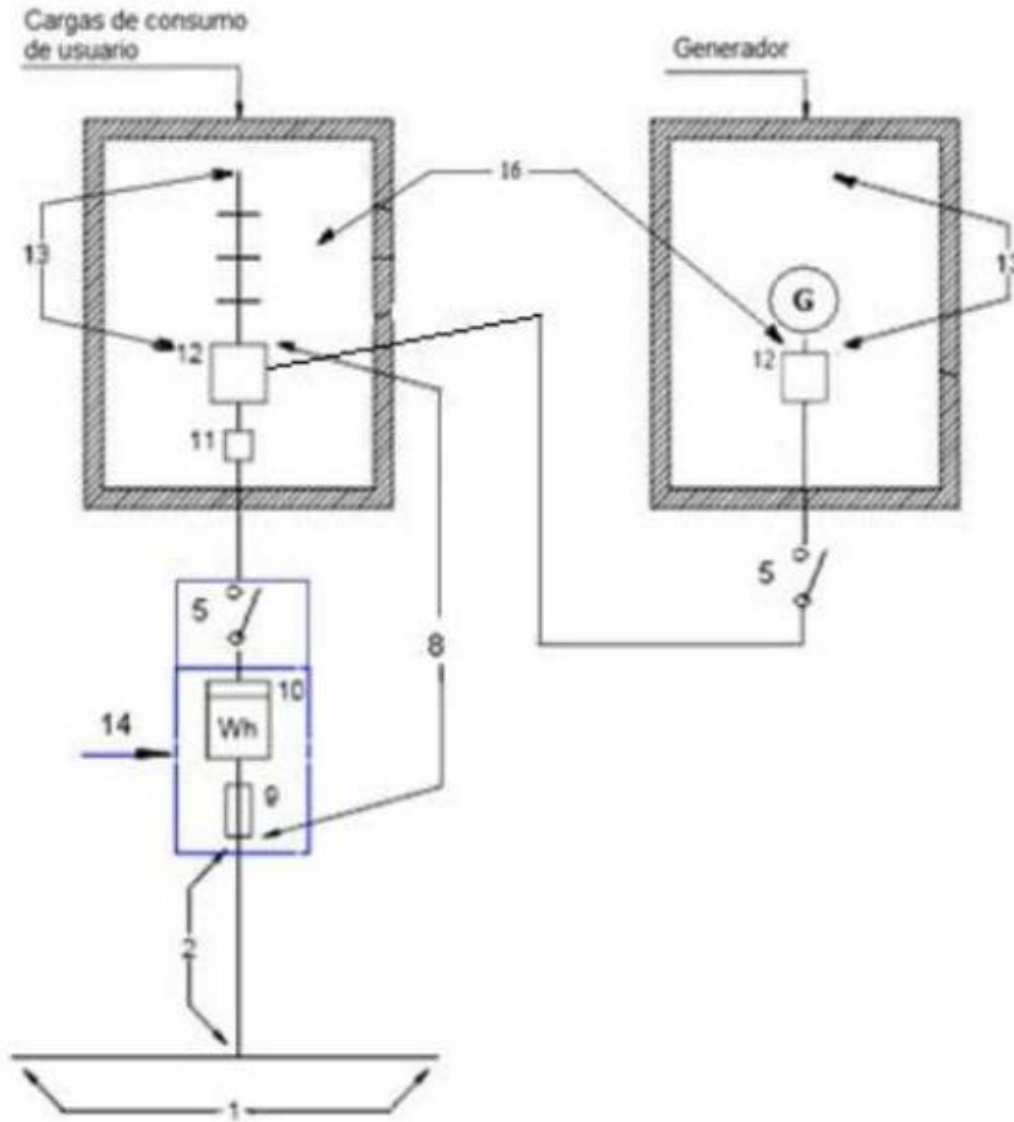
En la clasificación de instalaciones generadoras indicada en la ITC BT-40: “Instalaciones generadores de baja tensión”, se trata de una instalación interconectada tipo c1): La conexión de la instalación se realiza en baja tensión, en el Cuadro de Baja Tensión (instalación interior), tal y como se refleja en el esquema 8 de la ITC-BT 40, siendo el punto de conexión de la instalación, el punto, compartido con la instalación asociada de consumo, con la red de distribución eléctrica, según el RD 900/2015 en el artículo 3, apartado “k) Instalación conectada a red: aquella instalación de generación conectada en el interior de una red de un consumidor, que comparte infraestructuras de conexión a la red con un consumidor o que este unida a este a través de una línea directa y que tenga o pueda tener, en algún momento, conexión eléctrica con la red de transporte o distribución.

Las instalaciones desconectadas de la red mediante dispositivos interruptores o equivalentes se consideraran instalaciones conectadas a la red a los efectos de la aplicación de este real decreto”.

4.3.A.2.2.1.1.3 Método de medida bidireccional. Conexión al DGMP o CMP

El generador y la instalación de consumo pueden estar en el mismo o distinto local.

El generador debe estar conectado en un circuito dedicado e independiente del resto de circuitos. Por tanto no debe compartir circuito con ninguna otra carga de la instalación



Esquema 8

<u>Leyenda para instalaciones receptoras</u>	<u>Leyenda para instalaciones generadoras</u>
1 Red de distribución	1 Red de distribución
2 Acometida	2 Acometida
3 Caja general de protección (CGP)	3 Caja General de Protección (CGP)
4 Línea general de alimentación (LGA)	4 Línea General de conexión (LGC)
5 Interruptor general de maniobra (IGM)	5 Interruptor general de maniobra (IGM)
6 Caja de derivación	6 Caja de derivación
7 Centralización de contadores (CC)	7 Centralización de contadores (CC)
8 Derivación individual (DI)	8 Línea Individual del generador (LIG)
9 Fusible de seguridad	9 Fusible de seguridad
10 Contador	10 Contador
11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)	11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)
12 Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).	12 Dispositivos de mando y protección Interiores (DPI)
13 Instalación interior	13 Equipo generador-inversor (GEN)
14 Conjunto de protección y medida (CMP)	14 Conjunto de protección y medida (CMP)
	15 Conmutador de conexión red/generador con sistema de sincronismo
	16 Tramo de la conexión privada (TCP)

2.3 CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO DE MEDIDA

Los equipos de medida tendrán la precisión y los requisitos de comunicación que les corresponda según la potencia contratada del consumidor, la potencia aparente nominal de la instalación de generación asociada y los límites de energía intercambiada, de acuerdo al artículo 7 del Reglamento unificado de puntos de medida aprobado por el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto. En el caso que nos compete, no es necesario realizar cambios o modificaciones en el equipo de medida existente.

Además, la instalación objeto de este proyecto cuenta con un contador de energía que realiza una medición de la energía trifásica en tiempo real. Los datos de medición se transfieren a los inversores, siendo los siguientes:

- Medición del consumo doméstico las 24 horas
- Control dinámico de la potencia activa

Javier García Villamisar

Ingeniero Industrial, colegiado 2724 ICOIIG

DOCUMENTO 03: MEMORIA CONSTRUCTIVA

3 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

La potencia pico de la instalación se determina en el contrato de ejecución de la instalación y en base a esa potencia se determina el número de módulos a instalar, siendo la marca y modelo la aceptada por el promotor. Por tanto, el cálculo que determina la cantidad de módulos a instalar se fundamenta en una cuenta simple, una división entre la potencia pico aceptada por el promotor y la potencia pico del módulo aceptado:

$$\frac{\text{Potencia Pico Instalación (Wp)}}{\text{Potencia Pico módulo (Wp/módulo)}} = \text{Cantidad de módulos}$$

$$18.200 \text{ Wp} / 455 \text{ (Wp/módulo)} = 40 \text{ módulos}$$

Los módulos fotovoltaicos instalados son de la marca LONGI, modelo LR-4 de 455 Wp:

Especificaciones generales					
Fabricante:		LONGI			
Modelo:		LR-4			
Tipo de célula		Monocrystalina			
Rendimiento del módulo		20,90 %			
Especificaciones eléctricas					
Tensión máx. del sistema (V):		41,70	Potencia máxima (Wp):		455,00
Corriente de cortocircuito (A):		11,66	Tensión a circuito abierto (V):		49,50
Corriente a max. Potencia (A):		10,92	Tensión a max. Potencia (V):		41,70
Características constructivas					
Alto (mm):		2.094	Ancho (mm):		1.038
Espesor (mm):		35	Peso (kg):		23,5
Coe. V %/C		-0,35	Coe. I %/C		0,048

3.2 INVERSOR

La potencia nominal de la instalación se determina en función del sistema de inversores o sistema generador aceptado por el promotor.

Se ha seleccionado el inversor de la marca KOSTAL modelo PIKO 17 de 17 kW nominal

A continuación, sus características técnicas.

Especificaciones generales			
Fabricante:		KOSTAL	
Modelo:		PIKO 17	
Especificaciones eléctricas			
Potencia Nominal AC (kW):	17,00	Potencia máxima DC (kWp):	17,00
Tensión DC mínima (V):	440,00	Tensión DC máxima (V):	800,00
Tensión DC mínima MPP (V):	440,00	Tensión DC máxima MPP (V):	800,00
Tensión AC nominal (V):	400,00	Factor de potencia	1
Rendimiento (%)	98,00	Tipo de salida	III
Intensidad de entrada max. DC (A)	40,00	Nº de entradas	3
Intensidad de salida AC (A)	27,40		

3.3 CABLEADO

Todo el cableado de continua es de doble aislamiento y de 1kV de tensión de aislamiento, por lo que es adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Según la ITC BT-40 en su punto 5 expone “Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Publica o a la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.” Según esta misma norma ITC BT-40 la instalación se corresponde con el esquema 8 y en el apartado “4.A.3 Equivalencia entre las partes que constituyen las instalaciones receptoras y las generadoras” se denomina “13 Equipo generador-inversor (GEN)”. Por tanto, desde el sistema inversor hasta el punto de conexión con la instalación interior se determinan unas pérdidas que no pueden superar el 1,5%.

Para la parte de DC que va desde los módulos fotovoltaicos hasta el sistema inversor se aplica la ITC BT-19 que en su apartado “2.2.2 Sección de los conductores. Caídas de tensión” dentro de este apartado se especifica que: “La sección de los conductores a utilizar se determinara de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las instrucciones particulares, menor del 3% de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3% para alumbrado y del 5% para los demás usos.” En nuestro caso somos lo que se considera una instalación interior por lo que en el total de la instalación no se deben superar pérdidas del 3%.

En base a lo expuesto anteriormente se determina una perdida no superior del 3% para toda la instalación siendo el máximo de 1,5% en el tramo entre el sistema captador de módulos fotovoltaicos y el sistema inversor y otro 1,5% entre el sistema inversor y el punto de conexión con la instalación interior.

Además, como se indica anteriormente en el punto 5 de la ITC BT-40 se debe tener en cuenta que “Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al

125% de la máxima intensidad del generador". Este criterio se aplica a todo el cableado de la instalación.

Los conductores usados serán aislados y unipolares, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. En el caso de la derivación individual, se usaran cables no propagadores de incendio, con emisiones de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes las de la norma UNE 21123 parte 4 o 5, cumplen con estas prescripciones.

3.4 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE

3.4.1 ACOMETIDA

Se define como la línea eléctrica que interconecta la caja General de protección y la red interior. La acometida no debe sufrir modificaciones con respecto a la ya existente, puesto que la potencia nominal de la planta fotovoltaica es inferior a la potencia nominal de la instalación.

3.4.2 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

Cumplirá la norma UNE-EN 60 439-1, tendrá grado de inflamabilidad según norma UNE-EN 60 43 9-3, tendrá grado de protección IP43 o superior según UNE-EN 50 102 serán perceptibles.

Se encuentra en la sala de los inversores, junto a los mismos, para reducir la caída de tensión de cableado y por tanto las pérdidas que se produzcan en los mismos, y se conecta a la red interior del consumo, alimentándolo en paralelo con la energía que procede de la red.

En todos los casos se procurara que la situación elegida, sea lo más próxima a la red interior del consumo y protegida adecuadamente, de otras instalaciones tales como de aguas, gas, teléfono, etc.... según se indica en ITC-BT-06 e ITC-BT-07.

Igual que la acometida, se aprovecha la existente.

3.4.3 PROTECCIONES

La instalación está protegida contra sobretensiones transitorias según lo establecido en la ITC-BT-23 como instalación fija de categoría II o IV en función de su ubicación. Se han seguido los criterios indicados en la misma norma.

En cuanto a las protecciones, al tratarse de una instalación generadora de baja tensión, se aplican las establecidas en la ITC-BT 40. Sin embargo, las protecciones instaladas son las recogidas en el RD 1699/2011 por ser equivalentes a las anteriormente referidas y ser más restrictivas.

De forma detallada, se muestra el resumen de las Protecciones instaladas en cada tramo de la instalación eléctrica de la planta fotovoltaica:

Inversor:

- Se emplea un fusible a la entrada del inversor, para cada serie de módulos, en el lado de continua.
- Varistores conectados a tierra del lado de la red (protección ante sobrecargas).

- Según el punto 7 de la ITC-BT 40, el inversor cuenta con las protecciones de máxima y mínima frecuencia y las de máxima y mínima tensión entre fases, tal y como se indica posteriormente.
- Interruptor diferencial para protección contra contactos indirectos.

Inversor -> Cuadro Inversores

- Interruptor magnetotérmico por cada inversor.

Cuadro Inversores -> Cuadro General de Mando y Protección de la Planta PV

- Interruptor Automático Diferencial con rearme automático.
- Interruptor magnetotérmico.

La instalación se realiza en baja tensión, 400V.

Especificadas estas protecciones nos aseguramos del completo cumplimiento de la normativa aplicable, la ITC-BT-40.

Se adjuntan en el apartado correspondiente las fichas técnicas de los cuadros de protección empleados.

3.4.4 PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra cumplirá con lo dispuesto en las normas ITC BT-18 e ITC BT-40, sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, están conectadas a una única tierra. Esta tierra es independiente de la del neutro de la empresa distribuidora.

Tal como indica la ITC-BT-40, se empleara la tierra del mismo edificio donde se situara la Instalación Fotovoltaica y los cálculos de dimensionamiento de la sección utilizada para los diferentes tramos de los conductores a tierra, se desarrollan en este proyecto.

Los materiales instalados aseguran lo establecido en el punto 3 de la ITC-BT-18 que dispone:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra este conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas. - La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrolisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras, tubos.
- Pletinas, conductores desnudos.
- Placas: anillos, mallas metálicas; constituidas por los elementos anteriores o sus combinaciones; armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas; otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

La instalación se conectara a la instalación de tierra creada independiente de la del neutro de la red de distribución pública.

Los conductores de tierra cumplirán las prescripciones de la siguiente tabla cuando estén enterrados:

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra se extremara el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.

Se cuidara, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

En la instalación de puesta a tierra se preverá un borne principal de tierra, al cual se unen los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra,
- Los conductores de protección,
- Los conductores de unión equipotencial principal,
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

También se preverá sobre los conductores de tierra y en un lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra instalada, cumpliendo el punto 3.3. de la ITC-BT-18.

El electrodo se dimensiona de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no será superior al valor especificado para ella.

Según el punto 9 de la ITC-BT-18, este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

Los cálculos necesarios para este dimensionado están reflejados en las tablas 3, 4 y 5 del punto 9 de la ITC-BT-18.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores de fase (mm ²)	Sección Conductor Protección (mm ²)
$S_f < 16$	$S_p = S_f$
$16 < S_f < 35$	$S_p = 16$
$S_f > 35$	$S_p = S_f / 2$

Los conductores de protección están convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

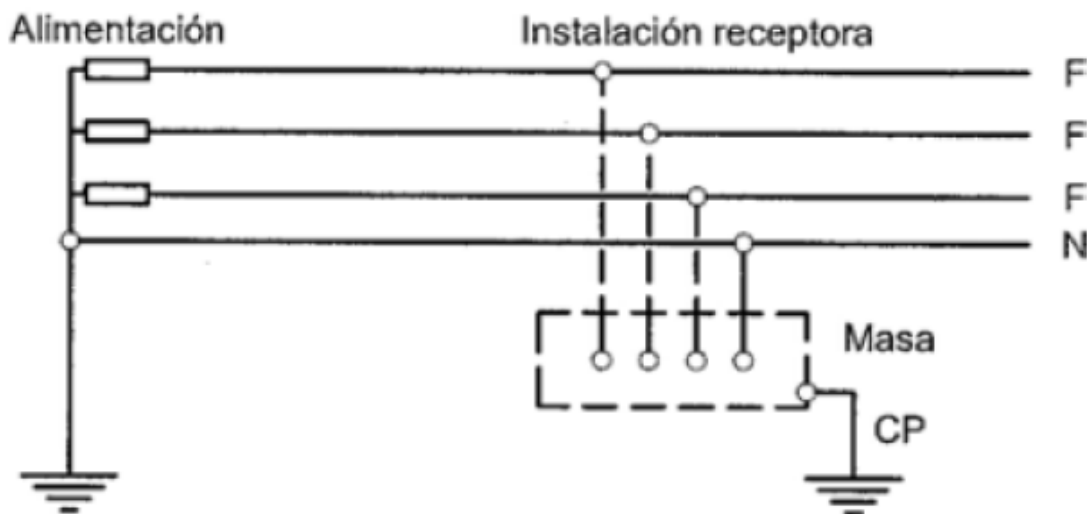
Las conexiones están accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de rellenos o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Estarán constituidos por conductores aislados HO7V – R/U/K de 750 V de tensión nominal de color amarillo-verde. De un modo general el tendido de estos conductores (protección, derivación, línea principal de tierra) se efectuara de modo que su recorrido sea el más corto posible, acompañando a los conductores activos correspondientes, sin cambios bruscos de dirección y sin conectarse a ningún aparato de protección, garantizando en todo momento su continuidad. Se verifica que las masas de la instalación, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Tal como está reflejado en el punto 12 de la ITC-BT-18, la instalación de puesta a tierra será revisada por el Director de Obra o el Instalador, antes de dar el alta para su puesta en marcha. También, se realizara una comprobación anual, cuando el terreno este más seco, por personal técnicamente competente. Y cada cinco años, donde la conservación de los electrodos no sea favorable, se revisaran los mismos, así como los conductores de enlace.

3.4.5 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La instalación se protegerá contra contactos indirectos mediante la puesta a tierra de las masas conductoras y la instalación de interruptores diferenciales de corriente de 30 mA y 300 mA de sensibilidad (inversor e interruptor magnetotérmico diferencial autorrearmable), de acuerdo con la instrucción ITC-BT-18 y la ITC BT-24.

En esta instalación se instalará una protección por corte automático de la alimentación de Esquema tipo TT.



La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante “corte automático de la alimentación”. Esta medida consiste en impedir, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz de corriente alterna en condiciones normales y 24V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a < U$$

dónde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial residual es la corriente diferencial residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (24 o 50V).

Por tanto, contando con una tensión de contacto límite de 24 V, el valor de las resistencias de la toma de tierra no será superior a 80 ohmios.

3.4.6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para establecer los elementos y acciones a tomar destinadas a proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos, se han seguido las indicaciones reflejadas en el punto 3 de la ITC-BT-24 y en la norma UNE 20.460-4-41 donde se establecen las siguientes condiciones a cumplir:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos (no aplica en nuestro proyecto).
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento (no aplica en nuestro proyecto).
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

3.4.7 PROTECCIÓN POR AISLAMIENTO DE LAS PARTES ACTIVAS

Las partes activas están recubiertas de un aislamiento que no puede ser eliminado más que destruyéndolo.

3.4.8 PROTECCIÓN POR MEDIO DE BARRERAS O ENVOLVENTES

Lo descrito a continuación corresponde con lo establecido en el punto 3.2. de la ITC-BT-24.

Las partes activas están situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que poseen como mínimo el grado de protección IP XXB.

Las superficies interiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, responden como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.

Las barreras o envolventes se fijan de manera segura y de robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario abrir las envolventes instaladas solo será posible con la ayuda de una llave o de una herramienta.

3.4.9 DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

Javier García Villamisar

Ingeniero Industrial, colegiado 2724 ICOIIG

DOCUMENTO 04: CÁLCULOS

4 DIMENSIONAMIENTO DE LAS ENTRADAS AL GENERADOR - INVERSOR

4.1 SISTEMA GENERADOR-INVERSOR

Como las condiciones técnicas de los módulos son idénticas, el criterio de diseño de series de módulos es el mismo. Se muestran las gráficas de la ficha técnica en las que se observa el comportamiento de modulo tanto en tensión como en intensidad con la temperatura y la irradiación.

4.1.1 CRITERIO DE FUNCIONAMIENTO ÓPTIMO:

La tensión Upmp de todas las series fotovoltaicas debe estar en el rango de seguimiento del punto de máxima potencia del inversor en las condiciones de radiación y temperatura extremas del emplazamiento. Para el cálculo de los parámetros de funcionamiento de los módulos fotovoltaicos de este proyecto, se utilizan las fórmulas que relacionan los datos y las gráficas de la ficha técnica del propio modulo fotovoltaico.

4.1.1.1 MÁXIMA TENSIÓN DE ENTRADA AL INVERSOR

Para la tensión de entrada al inversor, se respetará la máxima de la ficha técnica adjuntada del modelo elegido para este proyecto.

4.2 DATOS FINALES SISTEMA INVERSOR

Se utiliza el inversor KOSTAL modelo PIKO 17 de 17kW que dispone de 3 entradas al inversor, por tanto, el sistema está diseñado para conectar dos series de 20 módulos cada una al inversor.

Total sistema:			
Número total de módulos	40	Número total inversores:	1
P. total del G.G. (kWp):	18,20	P. nominal de la planta (kW)	17,00

5 CÁLCULOS DE PRODUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

5.1 ORIGEN DE LOS DATOS DE RADIACIÓN

Los datos de radiación están tomados de la Comisión Europea JRC de la web "PhotovoltaicGeographicalInformationSystem (PVGIS). Esta web sale referenciada por el IDAE dentro de la lista de web y sites de referencia.

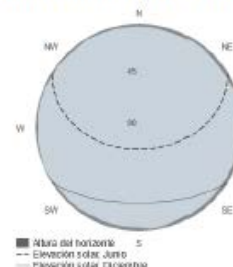
A la hora de ubicar el emplazamiento en la web se utilizan las coordenadas y se toma la consideración de obtener el dato de radiación horizontal en kWh/m².

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

Datos proporcionados:
Latitud/Longitud: 42.083,-8.498
Horizonte: Calculado
Base de datos: PVGIS-SARAH2
Tecnología FV: Silicio cristalino
FV instalado: 18.2 kWp
Pérdidas sistema: 14 %

Resultados de la simulación
Ángulo de inclinación: 35 °
Ángulo de azimut: 5 °
Producción anual FV: 24824.89 kWh
Irradiación anual: 1745.8 kWh/m²
Variación interanual: 929.20 kWh
Cambios en la producción debido a:
Ángulo de incidencia: -2.81 %
Efectos espectrales: 0.85 %
Temperatura y baja irradiancia: -7.31 %
Pérdidas totales: -21.87 %

Perfil del horizonte en la localización seleccionada



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	1363.2	89.8	348.0
Febrero	1864.2	111.9	355.2
Marzo	2062.3	141.2	377.6
Abril	2184.1	153.3	283.4
Mayo	2490.8	177.5	321.4
Junio	2472.9	178.6	193.8
Julio	2787.1	202.9	195.9
Agosto	2765.6	202.1	204.6
Septiembre	2445.6	176.3	192.7
Octubre	1891.5	132.0	341.6
Noviembre	1367.2	92.1	314.6
Diciembre	1330.3	88.1	215.0

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].
H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].
SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

5.2 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE FILAS DE MÓDULOS

Las placas van instaladas en estructura coplanar, con integración arquitectónica en la cubierta, por tanto, no habrá sombra entre ellas.

5.3 PÉRDIDAS

5.3.1 PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Mediante el cálculo proporcionado por el PVGYS, ya se introdujeron las características existentes en la cubierta en cuanto a inclinación y orientación de la cubierta objeto de este proyecto.

5.3.2 PÉRDIDAS POR SOMBREADO

En el tejado objeto de este proyecto no existen sombras que pudieran afectar a la producción de la planta fotovoltaica.

5.4 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ANUAL

Para determinar la producción de la instalación se deben determinar el rendimiento de la planta. Las pérdidas de la instalación son las siguientes:

Pérdidas por dispersión de potencia	2,50%
Pérdidas por temperatura	3,09%
Pérdidas por ensuciamiento	3,00%
Pérdidas por inclinación y acimut	7,79%
Pérdidas por sombras	0,00%
Pérdidas por degradación fotónica	1,00%
Pérdida eléctrica	7,65%
Pérdida por reflectancia	2,70%
Pérdidas totales	27,73%
Rendimiento instalación	72,27%

Con el resumen de pérdidas a las que se enfrenta el modulo fotovoltaico en la ubicación del presente proyecto y con las características de instalación detalladas en apartados anteriores se procede a calcular la producción de la instalación con carácter anual.

Para el cálculo se utiliza la siguiente formula:

$$R_{dh} * F_k * S_{total\ mod.} * Efic_{mod.} * Rend_{inst.} * Días = Producción\ mensual$$

dónde:

- R_{dh} es la radiación horizontal diaria, en kWh/(m² * día).
- F_k es el factor de inclinación dependiente de la latitud y de la inclinación.
- $S_{total\ instalaciones}$ es la superficie total de módulos fotovoltaicos, en m².
- $Efic_{mod.}$ es la eficiencia según ficha técnica del módulo, en %.
- $Rend_{inst.}$ es el rendimiento de la instalación, en %.
- Días son los días del mes.
- Producción mensual es la cantidad de energía que produce la planta en el mes de cálculo, en kWh.

El factor k necesario para el cálculo de la producción de la planta se puede obtener de la web www.cleanergysolar.com y depende y varia con la latitud y la inclinación de los módulos fotovoltaicos. En este caso utilizaremos la tabla para una latitud de 43° y una inclinación de 35°.

La superficie total de módulos fotovoltaicos se obtiene con las medidas según ficha técnica.

S. total instalacion = Alto mod. * Ancho mod. * Cantidad mod.

dónde:

S. total instalacion es la superficie total de módulos fotovoltaicos en m².

Alto mod. Dimensión según ficha técnica del módulo.

Ancho mod. Dimensión según ficha técnica del módulo.

Cantidad mod. es la cantidad de módulos de la instalación.

$$2,094 * 1,038 * 40 = 86,94 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, con los datos ya calculados anteriormente y los datos del factor k se obtiene la producción mensual y anual de la planta:

Mes	Radiación horizontal (kWh/m ² *d)	Factor de inclinación a 35º	Días al mes	Energía producida (kWh)
Enero	2,90	1,39	31	1.026,61
Febrero	4,00	1,30	28	1.196,43
Marzo	4,55	1,19	31	1.381,96
Abril	5,11	1,08	30	1.361,70
Mayo	5,73	1,00	31	1.459,87
Junio	5,95	0,97	30	1.424,85
Julio	6,55	1,00	31	1.668,77
Agosto	6,52	1,09	31	1.811,79
Septiembre	5,88	1,23	30	1.783,50
Octubre	4,26	1,40	31	1.519,91
Noviembre	3,07	1,51	30	1.143,80
Diciembre	2,84	1,58	31	1.144,85
Total producción anual (kWh)				16.924,05

6 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Los datos eléctricos de la instalación han sido obtenidos de las fichas técnicas de los equipos, tal y como observamos en las fichas siguientes:

Especificaciones generales					
Fabricante:		LONGI			
Modelo:		LR-4			
Tipo de célula		Monocrystalina			
Rendimiento del módulo		20,90 %			
Especificaciones eléctricas					
Tensión máx. del sistema (V):		41,70	Potencia máxima (Wp):		455,00
Corriente de cortocircuito (A):		11,66	Tensión a circuito abierto (V):		49,50
Corriente a max. Potencia (A):		10,92	Tensión a max. Potencia (V):		41,70
Características constructivas					
Alto (mm):		2.094	Ancho (mm):		1.038
Espesor (mm):		35	Peso (kg):		23,5
Coe. V %/C		-0,35	Coe. I %/C		0,048

Especificaciones generales			
Fabricante:		KOSTAL	
Modelo:		PIKO 17	
Especificaciones eléctricas			
Potencia Nominal AC (kW):	17,00	Potencia máxima DC (kWp):	17,00
Tensión DC mínima (V):	440,00	Tensión DC máxima (V):	800,00
Tensión DC mínima MPP (V):	440,00	Tensión DC máxima MPP (V):	800,00
Tensión AC nominal (V):	400,00	Factor de potencia	1
Rendimiento (%)	98,00	Tipo de salida	III
Intensidad de entrada max. DC (A)	40,00	Nº de entradas	3
Intensidad de salida AC (A)	27,40		

- **Tramo 1:** Línea de Cuadro General a Inversor, dónde tenemos que la intensidad debido a los 17 kW del inversor es de 24,54 A, teniendo por tensión la demandada de la red trifásica, 400V.
- **Tramo 2:** Línea de inversor a String 1, dónde tenemos que la intensidad es de 10,92 A marcada por los paneles, teniendo por tensión los 834,00 V resultantes de multiplicar 41,65 V por los paneles pertenecientes a la serie.
- **Tramo 3:** Línea de inversor a String 2, dónde tenemos que la intensidad es de 10,92 A marcada por los paneles, teniendo por tensión los 834,00 V resultantes de multiplicar 41,65 V por los paneles pertenecientes a la serie.

6.1 CÁLCULOS DE CAÍDA DE TENSIÓN

Para los cálculos de caída de tensión se han utilizado las siguientes formulas:

Para los tramos 2 y 3 en corriente continua:

$$\Delta U = 2 \cdot R \cdot I = 2 \cdot l \cdot \rho \cdot L / S$$

Dónde:

L = Longitud del cable (m)

S = Sección del cable (mm²)

ρ = Resistividad del cable ($\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$). Rho. Para un cable de cobre, es de 0.0172

I = Intensidad (A)

Para el Tramo 1, en corriente alterna:

$$S = P \cdot L / (\gamma \cdot U \cdot e)$$

Dónde:

S= sección del conductor en mm²

P= potencia en vatios

L= longitud del cable en metros

γ = conductividad del conductor (cobre 56 o 48 y aluminio 35)

U= tensión (monofásico 230 V y trifásico 400 V)

e= caída de tensión

Siguiendo estas operaciones, finalmente los resultados nos quedan como en la siguiente tabla:

CAIDA DE TENSIÓN						
Tramos	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Potencia (W)	CDTmax (%)	CDT (%)
Tramo 1	9	16	24,54	17.000	1,5	0,171
Tramo 2	22	6	10,92	9.100	1,5	0,165
Tramo 3	28	6	10,92	9.100	1,5	0,210

6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL CABLEADO, CANALIZACIONES Y PROTECCIONES

En la parte de corriente continua tenemos una intensidad de 10,92 A en cada String. Se ha seleccionado un conductor modelo ZZF-F/H1Z2Z2-K de 1x6 mm² bajo tubo de 20 mm bajo tubo de 20 mm². Como se ve en la ficha técnica adjunta, el conductor soporta una intensidad máxima de 67 A, con lo cual es apto para nuestra instalación. Además se ha realizado el cálculo de caída de tensión comprobando que también es apta. Los dos strings son iguales, con lo cual, lo calculado anteriormente es idéntico para cada uno de ellos.

En la parte de corriente alterna tenemos una intensidad de 24,54 A. Se ha seleccionado un conductor modelo RZ1-K (AS) – Libre de halógenos 0,6/1 kV de 5x16 mm², instalado bajo tubo de 32 mm². Como se ve en la ficha eléctrica adjunta, el conductor soporta una intensidad máxima de 53 A, con lo cual es apto para nuestra instalación. Además se ha realizado el cálculo de caída de tensión comprobando que también es apta.

7 ANÁLISIS DE VIENTOS, SOBRESFUERZOS Y RESISTENCIA ESTRUCTURAL

En este apartado se estudiara la influencia del viento y la del peso propio de la estructura que se va a instalar con el fin de demostrar que se cumple los requisitos básicos de seguridad, que aseguran que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto:

(Código Técnico de la Edificación, 2006 y actualizaciones recientes)

Variantes de partida:

- Modulo: LONGImodeloLR4, de 455Wp
- Dimensiones del módulo: 2.094x 1.038 x 35 mm
- Peso del módulo: 23,50 kg
- Coplanar
- Densidad: 2.700
- Cubierta tipo Teja

7.1 ACCIONES PERMANENTES

7.1.1 CÁLCULO DEL PESO DE LA ESTRUCTURA POR MÓDULO

La instalación fotovoltaica se ha diseñado con el objetivo de que los módulos fotovoltaicos queden sin importar la cubierta con una inclinación de 10° con respecto a la horizontal y orientados con el acimut de la cubierta.

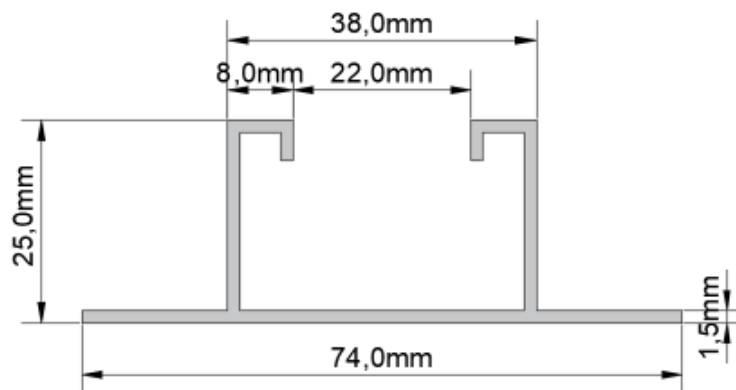
Para conocer la carga que supone la instalación sobre la cubierta, es preciso determinar el peso por unidad de modulo, teniendo en cuenta la estructura asociada a la unidad de modulo. Para ello se determina la estructura unitaria por modulo y se le suma el peso del módulo.

Dicho esto, y haciendo referencia a al Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación de ahora en adelante “SE-AE” en su apartado 2.1 Peso propio expone que “El valor característico del peso propio de los equipos e instalaciones fijas, tales como calderas colectivas, transformadores, aparatos de elevación, o torres de refrigeración, debe definirse de acuerdo con los valores aportados por los suministradores”. Esta instalación se considera fija ya que una vez instalada permanece impertérrita sobre la cubierta durante anos. Por tanto, como suministradores de la instalación realizamos el cálculo del peso propio del material instalado.

7.1.2 PESO DE LA ESTRUCTURA

El campo de módulos se ha diseñado con una estructura coplanar, siguiendo la pendiente y orientación de la cubierta, con su estructura soporte de carril base, que se ancla a la cubierta.

Se trata de un sistema de montaje con anclajes en la cubierta, para la instalación de módulos sobre superficies planas o con ligera inclinación.



Para cada unidad de modulo es necesario 1/3 de carril base, teniendo en cuenta que cada carril tiene una longitud de 6,2 metros.

A partir del peso unitario de cada carril base de 6,2 m., de 3,465 kg, se obtiene un peso estructural por módulo de unos 1,155 kg/módulo :

$$3,465 \frac{\text{kg}}{\text{carril}} \times \frac{1}{3} \frac{\text{carril}}{\text{módulo}} = 1,155 \frac{\text{kg}}{\text{módulo}}$$

7.1.3 PESO POR UNIDAD DE MÓDULO INSTALADO

El peso correspondiente a la colocación de un módulo fotovoltaico sobre la cubierta corresponde, por tanto, al peso que conlleva la instalación de un módulo fotovoltaico CRADY SOLAR, modelo CSP-HC-465 de 465Wp por unidad junto a la estructura asociada a su montaje se obtiene al sumar los pesos por módulo de los diferentes elementos que componen la estructura:

$$P. \text{mód.} \frac{\text{kg}}{\text{mód.}} + P. \text{est. 1} \frac{\text{kg}}{\text{mód.}} + P. \text{est. 2} \frac{\text{kg}}{\text{mód.}} = P. \text{ins-mód.} \frac{\text{kg}}{\text{mód.}}$$

$$23,50 + 1,155 = 24,655 \text{ kg/módulo}$$

7.1.4 ZONIFICACIÓN DE ACCIONES PERMANENTES

El peso que se ha calculado por módulo es de 24,655 kg/módulo, con este dato y el área que ocupan los módulos fotovoltaicos se determina la acción permanente que supone la instalación.

Para determinar el área que ocupa la instalación se tiene en cuenta la instalación diseñada y se mide por zonas el área que ocupan los módulos, tomándose al finalizar este apartado la zona que tenga una acción permanente más elevada para los cálculos.

ZONA	ÁREA	MÓDULOS	CARGA PERMANENTE
Zona 1	88,08 m ²	20	5,60kg/m ²
Zona 2	88,08 m ²	20	5,60kg/m ²

Siendo el caso más desfavorable el que se obtiene en ambas zonas con una acción permanente de 5,60 kg/m².

Según el "SE-AE" en el apartado "3.1.1 Valores de la sobrecarga" hace una clasificación en la tabla 3.1 donde se clasifican las categorías de uso donde se busca el tipo de zona que se corresponde con este proyecto. También hace subcategorías de uso para que se puede aclarar más el tipo de zona que se va a estudiar. Por último, aporta unos valores de sobrecarga máxima según clasifiquemos la zona que nos afecta.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁶⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

⁽¹⁾ Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre sí 1,8 m. Alternativamente dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de 3,0 kN/m² para el cálculo de elementos secundarios, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de 2,0 kN/m² para el de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos, y de 1,0 kN/m² para el de elementos primarios como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas. En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede.

⁽²⁾ Para cubiertas con un inclinación entre 20° y 40°, el valor de q_s se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.

⁽⁴⁾ El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.

⁽⁵⁾ Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m².

⁽⁶⁾ Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m² y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio.

⁽⁷⁾ Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

En este caso se considera que la instalación está ubicada en una categoría de uso tipo “A Zonas Residenciales”, con una subcategorización de “A2 Trasteros” que según el tipo de instalación que trata el presente proyecto se corresponde con una carga permanente y se pasa a considerar uniforme, siendo su valor máximo en base a lo anteriormente expuesto 3,0 kN/m², que equivale a 300,00 kg/m².

Con las consideraciones tomadas se comprueba que estamos dentro de la carga máxima que permite el “SE-AE” siendo 5,60 kg/m² inferior al valor límite permitido de 300,00 kg/m².

7.2 ACCIONES VARIABLES

7.2.1 VIENTO

Siguiendo el “SE-AE” para las acciones del viento sobre la estructura de una instalación fotovoltaica, se puede estimar dicho cálculo como se muestra a continuación.

La acción del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

dónde:

- q_e presión estática en kN/m^2
- q_b presión dinámica del viento (kN/m^2).
- c_e coeficiente de exposición.
- c_p coeficiente eólico o de presión exterior.

La determinación de los parámetros que constituyen esta fórmula se determina en los siguientes apartados.

7.2.1.1 PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO

El valor de la presión dinámica del viento viene en el “Anejo D. Acción del viento” del “SE AE” y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$q_b = 0,5 \times \delta \times v_b^2$$

dónde:

δ densidad del aire, $1,25 \text{ kg/m}^3$.

v_b velocidad del viento en la localidad.

El valor de la densidad del aire y de la velocidad del viento en Pontevedra, se aportan en el “Anejo D1” del “SE AE”, la densidad se estima en $1,25 \text{ kg/m}^3$ y el valor de la velocidad del viento se determina por la ubicación y el siguiente mapa:



Por tanto, el cálculo para la zona de Pontevedra es el coeficiente B que se corresponde con una velocidad del viento de 27 m/s , con estos datos sustituyendo en la fórmula anterior se obtiene la presión dinámica:

$$q_b = 0,5 \times 1,25 \times 272 = 0,455625 \text{ kN/m}^2$$

7.2.1.2 COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN

El coeficiente de exposición denominado “ce” se determina siguiendo el “Anejo D2” del “SE AE” mediante las ecuaciones que aporta para alturas sobre el terreno, z, no mayores de 200 m:

$$ce = F \cdot (F + 7k)$$

$$F = k \ln (\max (z, Z) / L)$$

Siendo k, L, Z parámetros característicos de cada tipo de entorno. En este caso, el grado de aspereza del entorno es de tipo “IV Zona urbana en general, industrial o forestal”, y por tanto los parámetros característicos son según la tabla:

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Determinados los parámetros se pueden sustituir los valores en las dos ecuaciones anteriores y obtener el valor del coeficiente de exposición:

dónde:

Ce → es el coeficiente de exposición.

F → factor a calcular para la obtención del coeficiente de exposición.

K → parámetro dependiente del grado de aspereza del entorno.

L → parámetro dependiente del grado de aspereza del entorno en m.

Z → parámetro dependiente del grado de aspereza del entorno en m.

z → altura a la que se encuentra la instalación en m.

$$F = 0,22 \cdot \ln (\max (5, 5) / 0,3) = 0,64$$

$$ce = 0,64 \cdot (0,64 + 7 \cdot 0,22) = 1,40$$

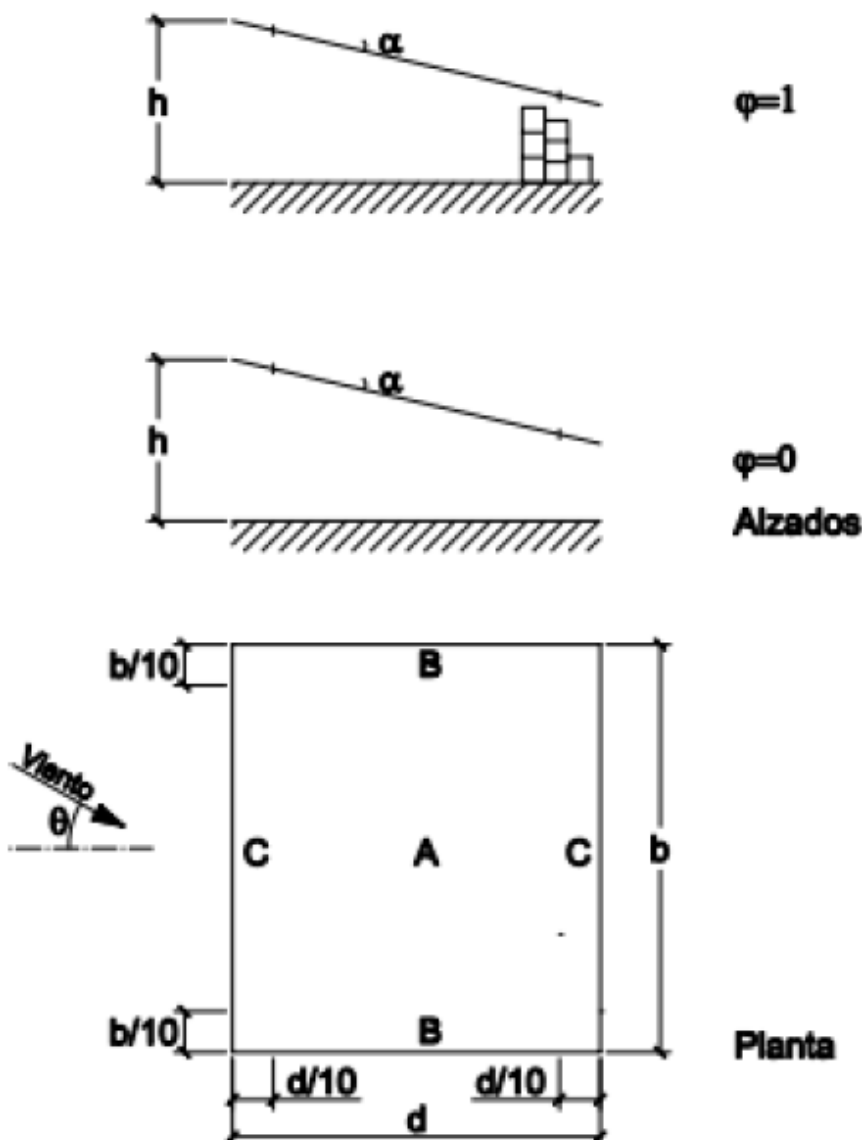
7.2.1.3 COEFICIENTE EÓLICO O DE PRESIÓN EXTERIOR

El coeficiente eólico es más complejo de decidir al no existir tipificación específica para este tipo de instalaciones por lo que en base a las opciones que presenta el “Anejo D3” del “SE AE”

se considera la estructura instalada junto con los paneles fotovoltaicos como una estructura típica de marquesina a un agua.

Se pueden suponer los soportes de la instalación como marquesinas a un agua, con tamaño superior a 10 m^2 (ya que tenemos varios paneles colocados en la misma fila) y con un factor de obstrucción al paso del viento igual a cero.

Por tanto, para elementos con área de influencia A de más de 10 m^2 , el coeficiente de presión exterior se puede obtener mediante la tabla siguiente. A, B y C indican las diferentes zonas de influencia de la superficie. Se toman los valores máximos tanto para arriba como para abajo.



De "Documento Basico SE-AE Seguridad Estructural Acciones en la edificacion", 2009, p. 35.

Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Coeficientes de presión exterior		
			$C_{p,10}$		
			Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

De “Documento Básico SE-AE Seguridad Estructural Acciones en la edificación”, 2009, p. 35.

Considerando la estructura de módulos fotovoltaicos como una marquesina, y según el caso más conservador de la tabla anterior, obtenemos el coeficiente eólico con la componente hacia arriba que siempre va a ser la más elevada para la inclinación de 20°.

$C_p = -2,9$ hacia arriba

$C_p = 2,90$ hacia abajo

7.2.1.4 OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE PRESIÓN ESTÁTICA

Por tanto, con los datos obtenidos en los apartados anteriores, ya se puede obtener la acción global del viento o presión estática hacia arriba:

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

$$q_e = 0,455625 \times 1,40 \times -2,9$$

$$q_e = -1,8498 \text{ kN/m}^2 = -184,98 \text{ kg/m}^2$$

Por tanto, con los datos obtenidos en los apartados anteriores, ya se puede obtener la acción global del viento o presión estática hacia abajo en este sentido el factor de obstrucción es de 0 ya que los módulos no ofrecen resistencia en este sentido.

En cuanto a cargas permanentes, se considera el peso propio de los paneles fotovoltaicos y el peso propio de la estructura portante de estos, lo que en conjunto corresponde a 24,655 kg/modulo que en el caso más desfavorable supone una sobrecarga permanente de 5,60 kg/m², muy inferior al umbral determinado con anterioridad para la clasificación determinada como “Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles” que es de 300,00 kg/m².

Para el efecto de succión se tiene en cuenta que la estructura a parte de su propio peso esta atornillada y sellada con polímero SINTEX MS-35 PLUS que tiene una resistencia a tracción de 1.800 kN/m² en el caso más desfavorable que soporta perfectamente la calculada anteriormente como hacia arriba con valor de -171,54 kg/m².

Finalmente, revisados los cálculos de las cargas y esfuerzos que transmite la instalación pretendida a la estructura existente y tras inspección visual del estado de la misma (la cual se encuentra en buen estado de conservación), este técnico certifica, **salvovicios ocultos**, que la cubierta puede asumir la carga transmitida por la instalación objeto, ya que la fotovoltaica no altera las condiciones de cálculo de la cubierta al encontrarse dentro de los coeficientes de seguridad de diseño de la misma.

Javier García Villamisar

Ingeniero Industrial, colegiado 2724 ICOIIG

DOCUMENTO 05: GESTIÓN DE RESIDUOS

8 ANTECEDENTES

Se prescribe el presente Estudio de Gestión de Residuos, como anejo al presente proyecto, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el **REAL DECRETO 105/2008, DE 1 DE FEBRERO, POR EL QUE SE REGULA LA PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.**

El presente estudio se redacta por encargo expreso del Promotor, y se basa en la información técnica por el proporcionada. Su objeto es servir de referencia para que el Constructor redacte y presente al Promotor un Plan de Gestión de Residuos en el que se detalle la forma en que la empresa constructora llevara a cabo las obligaciones que le incumben en relación con los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en cumplimiento del articulado del citado Real Decreto.

Dicho Plan de Gestión de Residuos, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por el Promotor, pasara a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

8.1 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

En la siguiente tabla se indican las cantidades de residuos de construcción de la instalación solar fotovoltaica.

Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos (LER) publicada por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

9.1.1.1 Código	9.1.1.2. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
De naturaleza no pétreo	
150101	Madera
170203	Plásticos

8.2 MEDIDAS D EPREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

En la lista anterior puede apreciarse que los residuos que se generaran en la obra son de naturaleza no pétreo (Cartón y plástico).

Estos residuos pertenecen a los embalajes de los módulos fotovoltaicos y los inversores que una vez finalizada la obra se depositan en los contenedores establecidos a tal efecto para cada uno de ellos.

La estructura es de aluminio y se sirve en obra cortado a medida para prevenir futuros residuos.

No hay obra civil.

- El montaje de la estructura se realiza cumpliendo con la normativa vigente y en concreto, con el Real Decreto 396/2006 que permite que se realicen determinados trabajos sin que sea necesario que la empresa esté inscrita en el RERA, ni tenga que presentar un plan de trabajo ni hacer vigilancia específica de la salud, eximiéndolo además de otros deberes documentales.

Para darse tales exenciones se deben cumplir tres condiciones comunes:

Tratarse de exposiciones esporádicas, solo durante el perforado.

La intensidad de estas exposiciones debe ser baja puesto que el proceso se hace con humectación previa e incluso durante el taladrado, consiguiendo una afectación del entorno va a ser mínima o inapreciable.

Además, el trabajo se realiza durante horas en las que no haya personal de la empresa, con una limpieza posterior y una contención limitada al punto de taladrado

Y además los trabajos también consisten en la encapsulación y sellado para evitar las goteras sin que, en ningún caso, implique riesgo de liberación de fibras.

Por consiguiente, el montaje se realiza cumpliendo con las medidas idóneas de prevención (técnicas, organizativas y de higiene personal y protección); además, los trabajadores disponen de toda la formación y equipos exigidos legalmente, así como; la información necesaria y especificada en el RD mencionado.

- Los envases de Polímero que se utiliza como producto de sellado de las perforaciones en la cubierta para atornillar la estructura de aluminio, cumplen la normativa europea de producto no peligrosos y son depositados en los contenedores de plástico habilitados a tal fin.

En este sentido, el Constructor se encargara de almacenar separadamente estos residuos y, en su caso, especificara en los contratos con los subcontratistas la obligación que estos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

8.3 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA

Dado que las cantidades de residuos de construcción estimadas para la obra objeto del presente proyecto son inferiores a las asignadas a las fracciones indicadas en el punto 5 del artículo 5 del RD 105/2008, no será obligatorio separar los residuos por fracciones.

8.4 PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar, por parte del contratista, la realización de una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta

operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

8.5 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA

El coste previsto para la **manipulación** de los residuos de construcción demolición de la obra descrita en el presente proyecto está incluido en cada uno de los costes de las unidades y partidas de obra, al haberse considerado dentro de los costes indirectos de estas.

Javier García Villamisar

Ingeniero Industrial, colegiado 2724 ICOIIG

DOCUMENTO 06: PLIEGO DE CONDICIONES

9 PLIEGO DE CONDICIONES

9.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutaran con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la dirección facultativa y especificaciones del presente proyecto.

9.1.1 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Los conductores utilizados se registrarán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Valoración.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal de aislamiento.
- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 Kv de tensión nominal de aislamiento.
- Conductor: de cobre.
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4000 V.
- Instalación: bajo tubo, al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricaran de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20°C esta entre el 98% y el 100%. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: a una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de circulo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrocioridrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20°C. Esta operación se efectuara dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6mm² deberán estar constituidos por hilo de cobre trenzado de diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

Para la selección de la sección de los conductores activos del cable, adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada generador fotovoltaico, partiendo de las intensidades así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para baja tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC – BT- 44 para receptores de alumbrado e ITC –BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión para la parte de continua no podrá haber una caída de tensión superior al 1.5%. Y para la parte de alterna no podrá ser superior al 1.5%.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC – BT – 07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

9.1.2 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima a la fijada en la tabla 2 de la ITC – BT – 18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que estos o bien en forma independiente.

9.1.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Para la instalación de los conductores en la parte de corriente continua se marcarán de forma permanente el positivo de color Rojo y el negativo de color Azul, los colores de los recubrimientos serán Azul para el neutro, Marrón, Gris o negro para las fases y Amarillo-verde para los de protección.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc...

9.1.4 CANALIZACIONES

Parte de la instalación eléctrica, correspondiente al tramo entre los módulos fotovoltaicos y la sala de inversores, tendremos condiciones especiales reflejadas en la ITC-BT-30 punto “2. *Instalaciones en locales mojados*”, por tratarse de una zona geográfica con precipitaciones abundantes sobretodo en meses de invierno y estar a la intemperie.

Esta norma nos establece las siguientes condiciones que se cumplen en la ejecución de las instalaciones.

Los cables aislados y armados con alambres galvanizados sin tubos protectores tienen una tensión asignada de 0,6/1kV y discurrirán por:

- El interior de huecos de la construcción
- Fijados en superficie mediante dispositivos hidrófugos y aislantes

En los tramos restantes de la instalación las ITC-BT-30 debido la actividad de la empresa, se encuentran tramos de canalización con una protección especial IP5X destinada a emplazamientos polvorientos. Las características técnicas de la canaleta empleada se adjuntan en los anexos del presente proyecto.

9.1.4.1 TUBOS

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE –EN 50086 – 2 – 1: sistemas de tubos rígidos.
- UNE –EN 50086 – 2 –2: sistemas de tubos curvables.
- UNE –EN 50086 – 2 –3: sistemas de tubos flexibles
- UNE –EN 50086 – 2 –4: sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN-60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN- 50.086-2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizara en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

En canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser perfectamente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos moldeables. Sus características mínimas serán las indicadas en ITC – BT- 21.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser moldeables o flexibles, con características mínimas indicadas en ITC-BT-21.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las señaladas en ITC-BT-21.

Los tubos en canalizaciones enterradas presentaran las características señaladas en ITC –BT – 21.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

En general, para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrá en cuenta lo dictado en ITC –BT – 21.

El canal protector es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Tendrán un grado de protección y estarán clasificados como “canales con tapa de acceso que solo pueden abrirse con herramientas”. En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales tendrán unas características mínimas señaladas en apartado 3 de ITC –BT – 21.

En bandeja o soporte de bandejas, solo se utilizaran conductores aislados con cubierta, unipolares o multipolares según norma UNE 20.460-5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100mm como mínima, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicara en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Tendrán la misma calidad que la bandeja.

La bandeja y sus accesorios se sujetaran a techos y parámetros mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm. Y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizaran rejillas metálicas que se fijaran a las bandejas.

9.1.4.2 REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

INSTALACION DE CABLES AISLADOS

En la etapa de proyecto se deberá consular con los titulares para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada.

Una vez conocida, antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno. Como ya se ha comentado, al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutaran verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso. Se dejara un paso de 500mm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. Se deben tener todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Los cables aislados en la instalación objeto de este proyecto, podrán ser de la siguiente forma:

- Directamente enterrado
La profundidad hasta la parte inferior del cable, no será menor de 0,60m en acera, ni de 0,80m en calzada. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, estas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. Por el contrario, deberán aumentarse cuando las condiciones lo exijan. Las tierras excavadas en las zanjas con su esponje natural serán retiradas por el contratista y depositadas en vertedero. El lugar de trabajo quedara libre y completamente limpio.
Durante la ejecución de las obras, estarán debidamente señalizadas con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.
- En canalizaciones entubadas
Serán conformes con las especificaciones del apartado 124 de la ITC – BT – 21. No se instalara más de un circuito por tubo. Se evitara, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arqueta con tapa de registro. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalaran arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40m.

Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes. A la entrada de las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

- Proximidades y paralelismo

Los cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Cables de telecomunicación: la distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 200mm. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado anterior.

9.1.5 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y medio el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80mm.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductores y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrilla hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaz de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

9.1.6 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Las únicas maniobras posibles en las centrales solares fotovoltaicas son las de puesta en marcha y parada del inversor que forma parte del generador fotovoltaico.

Para gobierno y maniobra del inversor, se dispondrá además de los correspondientes elementos de protección, elementos de seccionamiento en la parte de corriente continua y un interruptor de corte en la parte de corriente alterna que garanticen la ausencia de tensión en bornes.

9.1.7 APARATOS DE PROTECCIÓN

9.1.7.1 CUADROS ELÉCTRICOS

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregaran en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC –BT- 24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del 5% sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fabrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frio, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalaran dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montaran dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada. Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevara hasta una regleta de bornes situadas junto a las entradas de los cables desde el exterior. Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.

El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

9.1.7.2 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

En el punto de interconexión, se colocara el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar. En la salida de generación de corriente alterna del inversor instalado se colocara un dispositivo de protección contra sobreintensidades adecuado a las intensidades nominales que marca el fabricante del inversor.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalaran en el origen de estos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados.

No se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevaran marcadas la intensidad y la tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de corte omnipolar de entrada al cuadro, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él. Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

9.1.7.3 FUSIBLES

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores. Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores ohmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevaran marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

9.1.7.4 INTERRUPTORES DIFERENCIALES

1°. La protección contra contactos directos se asegurara adoptando las siguientes medidas:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.
- Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para impedir que las personas o animales domésticos toquen parte de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD. Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas. Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de estas, esto no debe ser posible más que:

- Con la ayuda de una llave o de una herramienta
- Después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes
- Si hay interpuesta una segunda barrera que posee, como mínimo, el grado de protección IP2X o IP XXB.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 300mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2°. La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante “corte automático de la alimentación”. Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mínimo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra. Se cumplirá la siguiente ecuación:

$$Ra * Ia = U$$

Dónde:

- *Ra es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de proteccion de masas.*
- *Ia es la corriente que asegura el funcionamiento automatico del dispositivo de proteccion. Cuando el dispositivo de proteccion es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.*
- *U es la tension de contacto limite convencional (50 o 24V).*

9.1.7.5 SECCIONADORES

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador. Tendrán que proporcionar servicio continuo y capacidad de abrir y cerrar a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

9.1.7.6 MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE

Los interruptores y conmutadores cortaran la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación del arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Sera del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevaran marcadas su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1000 voltios.

9.1.8 ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS

La totalidad de los elementos que conforman la Central Solar Fotovoltaica, así como todos los utilizados en su instalación, montaje y mantenimiento, cumplirán con lo especificado en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE para instalaciones Fotovoltaicas Conectadas a Red, en su revisión vigente de octubre de 2002.

9.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LA SINISTALACIONES

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el Reglamento Electrotécnico para B.T. así como las correspondientes Normas y disposiciones vigentes relativas a su fabricación y control industrial o en su defecto, las Normas UNE, especificadas para cada uno de ellos.

Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizara comprobando sus características aparentes.

9.3 VERIFICACIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Se efectuaran las pruebas específicas necesarias, así como los diferentes controles que a continuación se relacionan:

Funcionamiento del interruptor diferencial:

- Puesta la instalación interior en tensión, accionar el botón de prueba estando el aparato en posición de cerrado.
- Puesta la instalación interior en tensión, conectar en una base para toma de corriente el conductor de fase con el de protección a través de una lámpara aconsejable de 25W incandescente, deberá actuar el diferencial.

Funcionamiento del pequeño interruptor automático:

- Abierto el pequeño interruptor automático, conectar, mediante un puente, los alveolos de fase y neutro en la base de toma de corriente más alejada del Cuadro General de Distribución.
- A continuación, se cierra el pequeño interruptor automático, realizando esta operación en los distintos circuitos y líneas derivadas, deberá actuar en cada uno de ellos el correspondiente PIA.

Corriente de fuga:

- Cerrando el interruptor diferencial y con tensión en los circuitos, se conectaran los receptores uno por uno, durante un tiempo no inferior a 5 minutos, durante los que no deberá actuar el interruptor diferencial.

Pruebas de puesta en marcha.

- Se realizaran las pruebas y verificaciones que marca el PCT IDAE 2002 en diferentes momentos del día poniendo especial atención al cumplimiento de las protecciones de funcionamiento en Isla y el tiempo de rearme de las protecciones incluidas en los inversores.

9.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

9.4.1 MANTENIMIENTO

De acuerdo a lo exigido en el PCT IDAE 2002, se realizarán como mínimo 2 revisiones anuales completas de todos los elementos que componen la Central Solar Fotovoltaica. El mantenimiento será realizado por una empresa instaladora que haya estado acreditada por IDAE para realizar y mantener Instalaciones Fotovoltaicas.

Independientemente de las anteriores labores de mantenimiento se realizarán los siguientes trabajos:

- **CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION**
Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos contactos indirectos y directos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protege.
- **INSTALACION INTERIOR**
Cada cinco años se comprobará el aislamiento de la instalación interior, que entre cada conductor de tierra y entre cada dos conductores, no deberá ser inferior de 250.000 Ohmios.
- **PUESTA A TIERRA**
Cada dos años y en la época en que el terreno esté más seco, se medirá la resistencia a tierra y se comprobará que no sobrepase el valor prefijado, así mismo se comprobará, mediante inspección visual, el estado frente a la corrosión de la conexión de la barra de puesta a tierra, con la arqueta y la continuidad de la línea que las une.

En cada uno de los tres puntos se reparan los defectos encontrados, haciéndose las comprobaciones específicas por instalador autorizado por la Consejería de Industria.

9.4.2 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Durante la fase de realización de la instalación, así como durante el mantenimiento de la misma, los trabajos se efectuarán sin tensión en las lineales, verificándose esta circunstancia mediante un comprobador. En el lugar de trabajo se encontrarán siempre un mínimo de dos operarios, utilizándose herramientas aisladas y guantes aislantes. Cuando sea preciso el uso de aparatos o herramientas eléctricas, estas deberán de estar dotadas de aislamiento clase II (como mínimo).

Se cumplirán todas las disposiciones generales que le sean de aplicación de la legislación vigente, como la ley de prevención de riesgos laborales. Será obligatorio por parte todo operario el uso de los EPI's correspondientes a cada riesgo.

9.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

A la finalización de la instalación, el responsable del proyecto y por consiguiente de la dirección de obra, emitirá un certificado donde se acredite que toda la instalación se ha realizado de acuerdo con el presente proyecto.

Igualmente, si se hubiera realizado, por razones que responsable hubiere considerado oportunas sobre el proyecto original, este lo hará constar mediante certificado. Todo ello de acuerdo con los modelos en vigor que dictamine la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

9.5.1 LIBRO DE ÓRDENES

Durante la ejecución de la presente instalación, el técnico director de la instalación, llevara un libro de órdenes debidamente registrado, donde anotara las órdenes y observaciones realizadas al instalador durante las preceptivas visitas de supervisión y dirección de obra efectuadas a la instalación durante su ejecución.

9.5.2 LIBRO DE MANTENIMIENTO

Siempre que se intervenga en la instalación, cualquiera que sea la causa, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en el presente proyecto.

Cuando se ejecute cualquier tipo de labor en la instalación (mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo) se tendrá que comprobar el estado general de la instalación, Todas estas labores deberán quedar reflejadas en el libro de mantenimiento de la instalación.

Javier García Villamisar

Ingeniero Industrial, colegiado 2724 ICOIIG

DOCUMENTO 07: PRESUPUESTO

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 01 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA						
01.01		u	Panel fotovoltaico LONGI modelo LR-4 de 455 Wp			
			Panel solar fotovoltaico monocristalino marca LONGI, modelo LR-4 de 455 W			
PAN FV	1,000	u	Panel fotovoltaico LONGI LR4	125,00	125,00	
TOTAL PARTIDA						125,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICINCO EUROS						
01.02		u	Inversor fotovoltaico KOSTAL modelo PIKO 17			
			Inversor fotovoltaico marca KOSTAL modelo PIKO 17 de 17 kW			
INV	1,000	u	Inversor KOSTAL PIKO 17	1.800,00	1.800,00	
TOTAL PARTIDA						1.800,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL OCHOCIENTOS EUROS						
01.03		u	Estructura para colocación de paneles en cubierta inclinada			
			Estructura soporte Coplanar para instalación de paneles fotovoltaicos en cubierta inclinada			
ESTRUC	1,000	u	Estructura soporte coplanar	1.100,00	1.100,00	
TOTAL PARTIDA						1.100,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO EUROS						
01.04		u	Cuadros y material eléctrico			
			Cuadros y material eléctrico necesario para el correcto funcionamiento de la instalación			
CUA	1,000	u	Cuadros y material	2.000,00	2.000,00	
TOTAL PARTIDA						2.000,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL EUROS						
01.05		u	Mano de Obra y puesta en marcha			
			Mano de obra y puesta en marcha necesaria para la correcta finalización de la instalación			
MO OF1	50,000	h	Oficial de 1º Electricista	22,00	1.100,00	
MO OF2	50,000	h	Peón especialista Electricista	20,00	1.000,00	
TOTAL PARTIDA						2.100,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CIENTO EUROS						

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 01 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA			
01.01	u	Panel fotovoltaico LONGI modelo LR-4 de 455 Wp Panel solar fotovoltaico monocristalino marca LONGI, modelo LR-4 de 455 W	125,00
		CIENTO VEINTICINCO EUROS	
01.02	u	Inversor fotovoltaico KOSTAL modelo PIKO 17 Inversor fotovoltaico marca KOSTAL modelo PIKO 17 de 17 kW	1.800,00
		MIL OCHOCIENTOS EUROS	
01.03	u	Estructura para colocación de paneles en cubierta inclinada Estructura soporte Coplanar para instalación de paneles fotovoltaicos en cubierta inclinada	1.100,00
		MIL CIENTO EUROS	
01.04	u	Cuadros y material eléctrico Cuadros y material eléctrico necesario para el correcto funcionamiento de la instalación	2.000,00
		DOS MIL EUROS	
01.05	u	Mano de Obra y puesta en marcha Mano de obra y puesta en marcha necesaria para la correcta finalización de la instalación	2.100,00
		DOS MIL CIENTO EUROS	

LISTADO DE MATERIALES VALORADO (Pres)

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
CUA	1,000 u	Cuadros y material	2.000,00	2.000,00
Grupo CUA.....				2.000,00
ESTRUC	1,000 u	Estructura soporte coplanar	1.100,00	1.100,00
Grupo EST.....				1.100,00
INV	1,000 u	Inversor KOSTAL PIKO 17	1.800,00	1.800,00
Grupo INV.....				1.800,00
MO OF1	50,000 h	Oficial de 1º Electricista	22,00	1.100,00
MO OF2	50,000 h	Peón especialista Electricista	20,00	1.000,00
Grupo MO				2.100,00
PAN FV	40,000 u	Panel fotovoltaico LONGI LR4	125,00	5.000,00
Grupo PAN.....				5.000,00
Resumen				
Mano de obra.....				2.100,00
Materiales.....				9.900,00
Maquinaria.....				0,00
Otros.....				0,00
TOTAL.....				12.000,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA									
01.01	u Panel fotovoltaico LONGI modelo LR-4 de 455 Wp Panel solar fotovoltaico monocristalino marca LONGI, modelo LR-4 de 455 W						40,00	125,00	5.000,00
01.02	u Inversor fotovoltaico KOSTAL modelo PIKO 17 Inversor fotovoltaico marca KOSTAL modelo PIKO 17 de 17 kW						1,00	1.800,00	1.800,00
01.03	u Estructura para colocación de paneles en cubierta inclinada Estructura soporte Coplanar para instalación de paneles fotovoltaicos en cubierta inclinada						1,00	1.100,00	1.100,00
01.04	u Cuadros y material eléctrico Cuadros y material eléctrico necesario para el correcto funcionamiento de la instalación						1,00	2.000,00	2.000,00
01.05	u Mano de Obra y puesta en marcha Mano de obra y puesta en marcha necesaria para la correcta finalización de la instalación						1,00	2.100,00	2.100,00
TOTAL CAPÍTULO 01 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....									12.000,00
TOTAL.....									12.000,00

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	12.000,00	100,00
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	12.000,00	
	13,00% Gastos generales.....	1.560,00	
	6,00% Beneficio industrial.....	720,00	
	SUMA DE G.G. y B.I.	2.280,00	
	21,00% I.V.A.....	2.998,80	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	17.278,80	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	17.278,80	

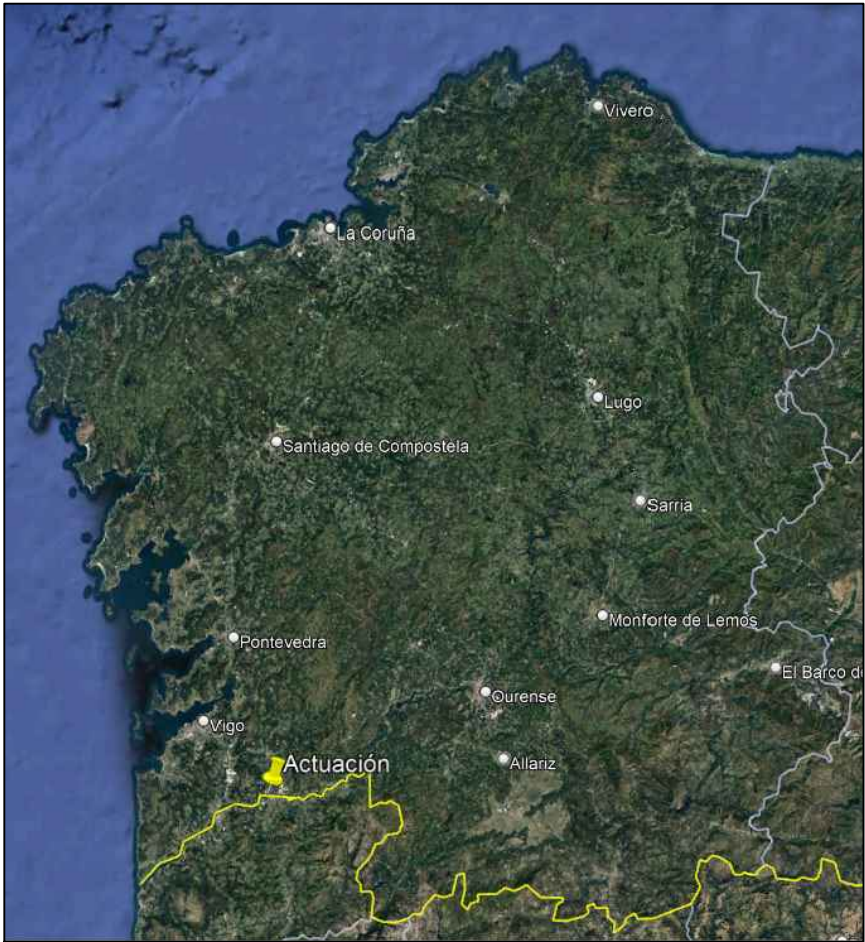
Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DIECISIETE MIL DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

, a 22 de abril de 2022.

El promotor




La dirección facultativa


DOCUMENTO 08: PLANOS





PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO EN LA CASA DEL CONCELLO SALVATERRA DO MIÑO		
PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		ESCALA: S/E
AUTOR: JAVIER GARCÍA VILLAMISAR INGENIERO INDUSTRIAL, colegiado 2724 ICOIIG	ABRIL 2022	




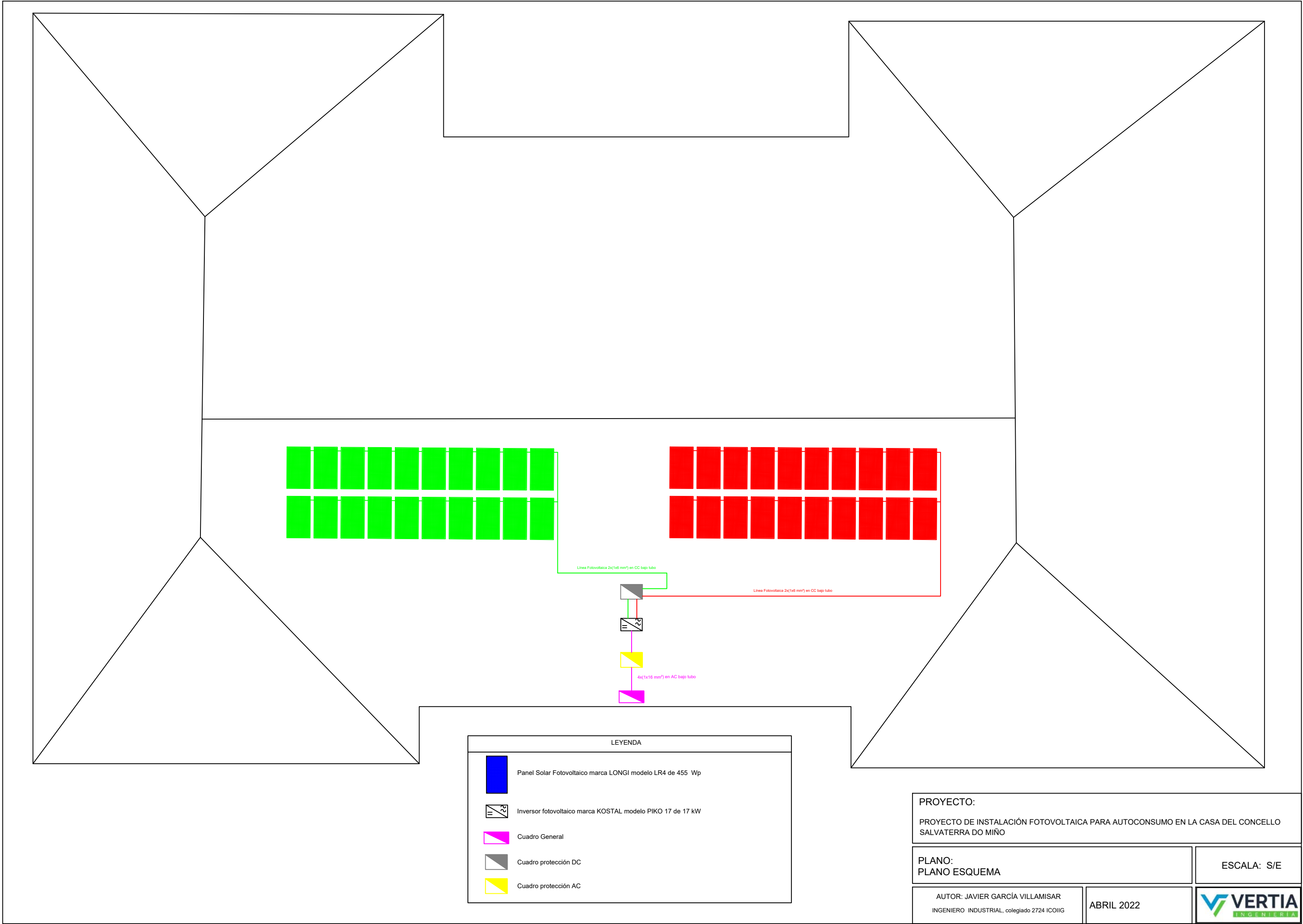
LEYENDA	
	Panel Solar Fotovoltaico marca LONGI modelo LR4 de 455 Wp
	Inversor fotovoltaico marca KOSTAL modelo PIKO 17 de 17 kW
	Cuadro General

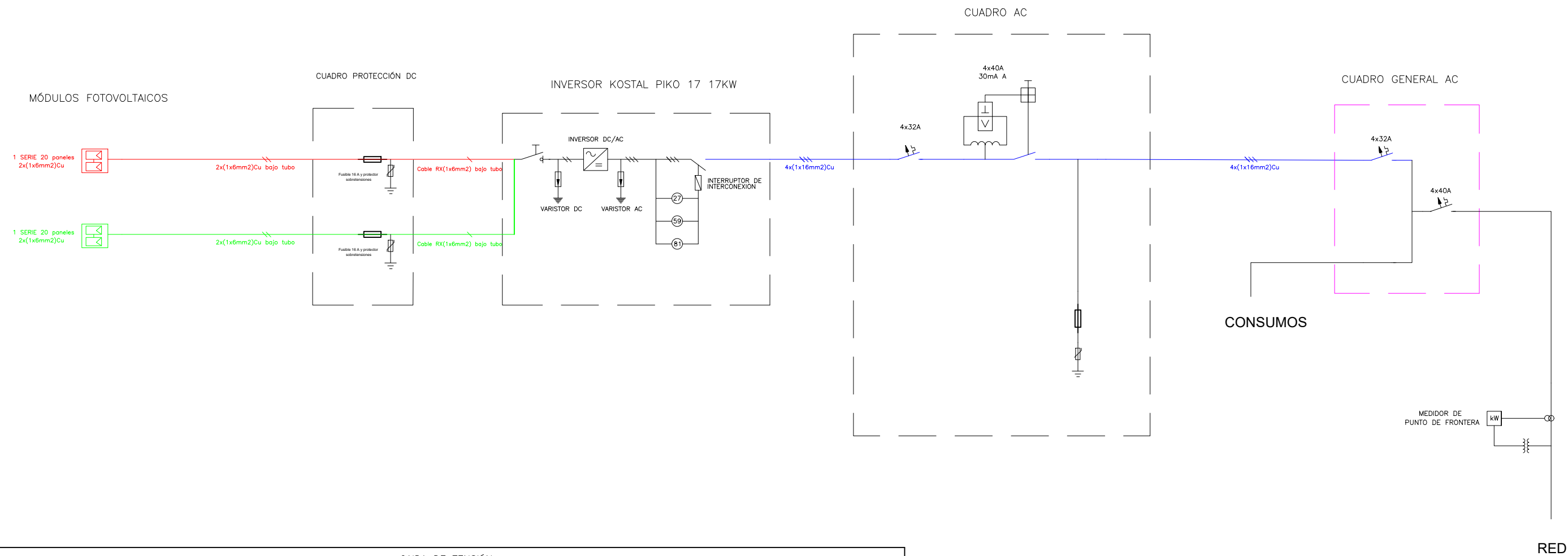
PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO EN LA CASA DEL CONCELLO SALVATERRA DO MIÑO		
PLANO: DISTRIBUCIÓN EN CUBIERTA		ESCALA: S/E
AUTOR: JAVIER GARCÍA VILLAMISAR INGENIERO INDUSTRIAL, colegiado 2724 ICOIIG	ABRIL 2022	



Inversor KOSTAL PIKO 17 de 17 kW	
	MPPT 1: 20 módulos
	MPPT 2: 20 módulos

PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO EN LA CASA DEL CONCELLO SALVATERRA DO MIÑO		
PLANO: DISTRIBUCIÓN DE SERIES		ESCALA: S/E
AUTOR: JAVIER GARCÍA VILLAMISAR INGENIERO INDUSTRIAL, colegiado 2724 ICOIIG	ABRIL 2022	





CAIDA DE TENSIÓN						
TRAMOS	LONGITUD (m)	SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD (A)	POTENCIA (W)	CDTmax (%)	CDT (%)
TRAMO 1 AZUL	9 m	16 mm ²	24,54 A	17.000 W	1,5	0,17
TRAMO 2 ROJO	22 m	6 mm ²	10,92 A	9.100 W	1,5	0,17
TRAMO 3 VERDE	28 m	6 mm ²	10,92 A	9.100 W	1,5	0,21


PROYECTO:
PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO EN LA CASA DEL CONCELLO
SALVATERRA DO MIÑO

PLANO:
PLANO UNIFILAR





ESCALA: S/E


AUTOR: JAVIER GARCÍA VILLAMISAR
INGENIERO INDUSTRIAL, colegiado 2724 ICOIIG

ABRIL 2022

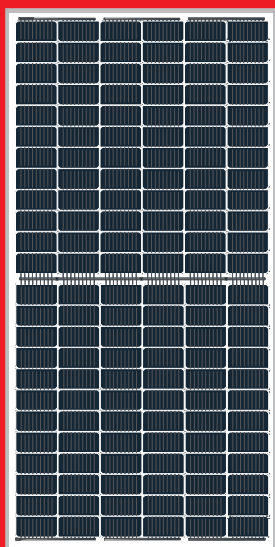




LEYENDA	
	Inversor fotovoltaico marca KOSTAL modelo PIKO 17 de 17 kW
	Cuadro General
	Cuadro protección DC
	Cuadro protección AC

PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO EN LA CASA DEL CONCELLO SALVATERRA DO MIÑO		
PLANO: SITUACIÓN CUADROS E INVERSOR		ESCALA: S/E
AUTOR: JAVIER GARCÍA VILLAMISAR INGENIERO INDUSTRIAL, colegiado 2724 ICOIIG	ABRIL 2022	

**DOCUMENTO 09: FICHAS DE
CARACTERÍSTICAS**



*Both 6BB & 9BB are available

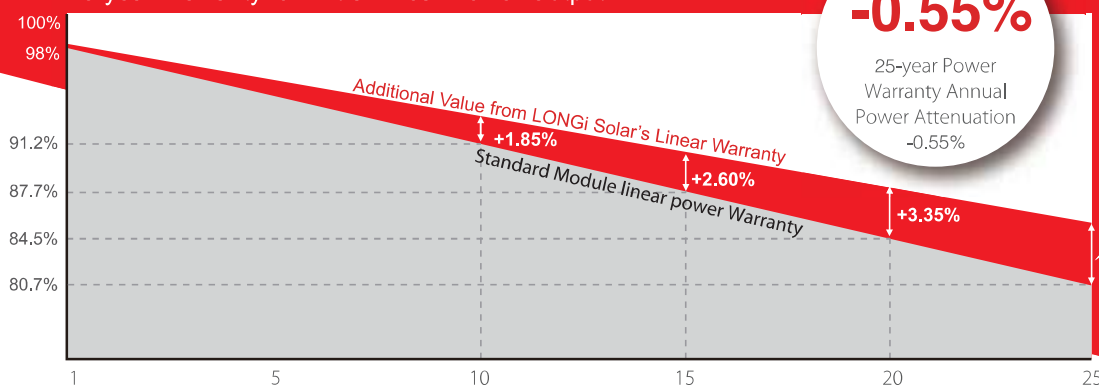
LR4-72HPH 425~455M

Hi-MO 4m

NEW

**High Efficiency
Low LID Mono PERC with
Half-cut Technology**

12-year Warranty for Materials and Processing;
25-year Warranty for Extra Linear Power Output



Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO 9001:2008: ISO Quality Management System

ISO 14001: 2004: ISO Environment Management System

TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety



* Specifications subject to technical changes and tests.
LONGi Solar reserves the right of interpretation.

Positive power tolerance (0 ~ +5W) guaranteed

High module conversion efficiency (up to 20.9%)

Slower power degradation enabled by Low LID Mono PERC technology: first year <2%, 0.55% year 2-25

Solid PID resistance ensured by solar cell process optimization and careful module BOM selection

Reduced resistive loss with lower operating current

Higher energy yield with lower operating temperature

Reduced hot spot risk with optimized electrical design and lower operating current

LONGi

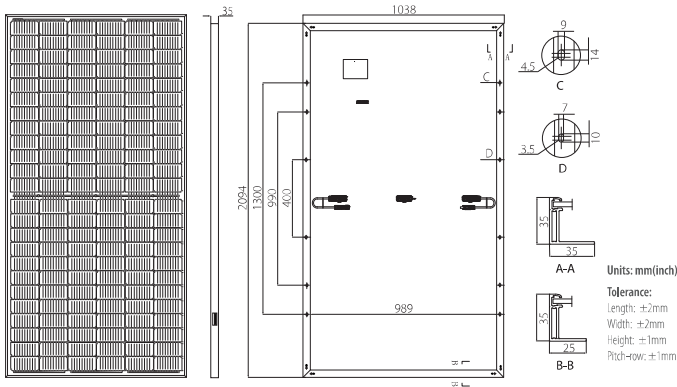
Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGi Solar

Note: Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LONGi have the sole right to make such modification at anytime without further notice; Demanding party shall request for the latest datasheet for such as contract need, and make it a consisting and binding part of lawful documentation duly signed by both parties.

20200401V11

LR4-72HPH 425~455M

Design (mm)



Mechanical Parameters

Cell Orientation: 144 (6x24)
Junction Box: IP68, three diodes
Output Cable: 4mm², 300mm in length,
length can be customized
Glass: Single glass
3.2mm coated tempered glass
Frame: Anodized aluminum alloy frame
Weight: 23.5kg
Dimension: 2094×1038×35mm
Packaging: 30pcs per pallet
150pcs per 20'GP
660pcs per 40'HC

Operating Parameters

Operational Temperature: -40℃ ~ +85℃
Power Output Tolerance: 0 ~ +5 W
Voc and Isc Tolerance: $\pm 3\%$
Maximum System Voltage: DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating: 20A
Nominal Operating Cell Temperature: 45 ± 2 ℃
Safety Class: Class II
Fire Rating: UL type 1 or 2

Electrical Characteristics

Test uncertainty for Pmax: $\pm 3\%$

Model Number	LR4-72HPH-425M		LR4-72HPH-430M		LR4-72HPH-435M		LR4-72HPH-440M		LR4-72HPH-445M		LR4-72HPH-450M		LR4-72HPH-455M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	425	317.4	430	321.1	435	324.9	440	328.6	445	332.3	450	336.1	455	339.8
Open Circuit Voltage (Voc/V)	48.3	45.3	48.5	45.5	48.7	45.7	48.9	45.8	49.1	46.0	49.3	46.2	49.5	46.4
Short Circuit Current (Isc/A)	11.23	9.08	11.31	9.15	11.39	9.21	11.46	9.27	11.53	9.33	11.60	9.38	11.66	9.43
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	40.5	37.7	40.7	37.9	40.9	38.1	41.1	38.3	41.3	38.5	41.5	38.6	41.7	38.8
Current at Maximum Power (Imp/A)	10.50	8.42	10.57	8.47	10.64	8.53	10.71	8.59	10.78	8.64	10.85	8.70	10.92	8.75
Module Efficiency(%)	19.6		19.8		20.0		20.2		20.5		20.7		20.9	

STC (Standard Testing Conditions): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25℃, Spectra at AM1.5

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20℃, Spectra at AM1.5, Wind at 1m/s

Temperature Ratings (STC)

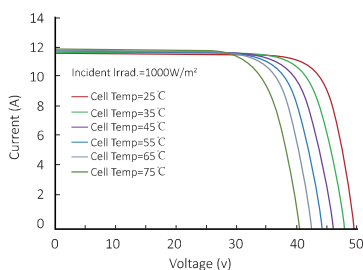
Temperature Coefficient of Isc	+0.048%/℃
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/℃
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/℃

Mechanical Loading

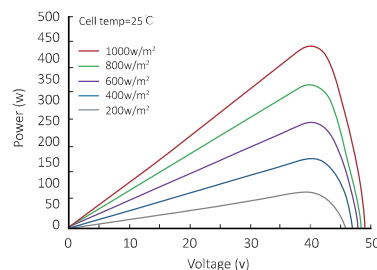
Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

I-V Curve

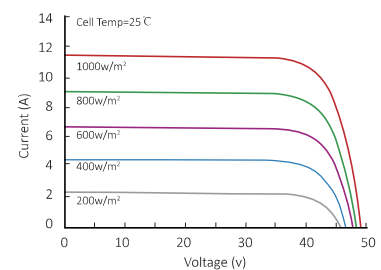
Current-Voltage Curve (LR4-72HPH-440M)



Power-Voltage Curve (LR4-72HPH-440M)



Current-Voltage Curve (LR4-72HPH-440M)



LONGi

Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGi Solar

Note: Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LONGi have the sole right to make such modification at anytime without further notice; Demanding party shall request for the latest datasheet for such as contract need, and make it a consisting and binding part of lawful documentation duly signed by both parties.



Smart
connections.

Ficha técnica

PIKO 10-20

Inversores PIKO: flexibles, comunicativos y manejables

Uso flexible

Inyección trifásica

Hasta 3 seguidores PMP para el dimensionado de prácticamente todos los tejados

Amplio rango de tensión de entrada para un diseño de strings flexible

Smart connected

Kit de comunicación integrado de serie con registro de datos, monitorización de instalaciones y Webserver

Portal solar gratuito y Solar App para la monitorización de la instalación fotovoltaica

Varias interfaces sin componentes adicionales: interfaz de pantalla y de control para el operador eléctrico

Smart performance

Gestión de sombras rápida con autoaprendizaje: se adapta de forma individual al lugar de instalación

Control dinámico de la potencia activa y medición del consumo energético mediante el PIKO BA Sensor disponible opcionalmente

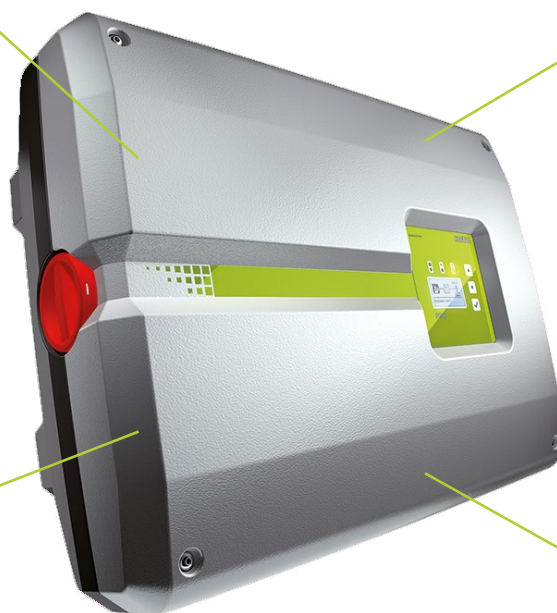
Fácil instalación

Fácil configuración del dispositivo mediante el asistente para la puesta en funcionamiento

Contacto de conexión integrado para optimización de autoconsumo

Dispositivo de desconexión CC electrónico integrado

Montaje CA y CC rápido, sin complicaciones y sin herramientas



PIKO 10-20: Listo para el servicio de forma compacta y rápida



A



B



C

PIKO 10-12: (A) 44,5 cm, (B) 58,0 cm, (C) 24,8 cm

PIKO 17-20: (A) 54,0 cm, (B) 70,0 cm, (C) 26,5 cm

Datos técnicos PIKO 10-20

	Clase de potencia		10	12	15	17	20
Lado de entrada (CC)	Potencia fotovoltaica máx. ¹⁾ (cos φ = 1)	kWp	15	18	22,5	25,5	30
	Potencia CC nominal	kW	10,8	12,3	15,3	17,4	20,4
	Tensión de entrada nominal (U _{CC,r})	V	680				
	Tensión de entrada de inicio (U _{CCinicio})	V	180				
	Rango de tensión de entrada (U _{CCmin} - U _{CCmáx})	V	160...1000				
	Rango PMP con potencia nominal en el modo de un seguidor (U _{PMPmin} - U _{PMPmáx})	V	527...800	626...800	-	-	-
	Rango PMP con potencia nominal en el modo de dos seguidores (U _{PMPmin} - U _{PMPmáx})	V	sim: 290/290...800 asim: 390/250...800	sim: 345/345...800 asym: 490/250...800	390...800	440...800	515...800
	Rango PMP con potencia nominal en el modo de tres seguidores (U _{PMPmin} - U _{PMPmáx})	V	-	-	sim: 260/260/260...800 asim: 325/325/250...800	sim: 290/290/290...800 asim: 375/375/250...800	sim: 345/345/345...800 asim: 450/450/450...800
	Rango de tensión de trabajo PMP (U _{PMPtrabmín} - U _{PMPtrabmáx})	V	180...800				
	Tensión de trabajo máx. (U _{CCtrabmáx})	V	800				
	Corriente de entrada máx. (I _{CCmáx.}) por entrada CC		sim: 18/18 asim: 20/10		sim: 20/20/20 asim: 20/20/10		
	Corriente de entrada máx. con conexión en paralelo (entrada DC1+DC2 / DC3)	A	36/-		40/20		
	Corriente de cortocircuito FV máx. (I _{SC_PV}) por entrada CC	A	-				
	Número de entradas CC		2		3		
	Número de seguidores PMP indep.		2		3		
Lado de salida (CA)	Potencia nominal, cos φ = 1 (P _{CA,r})	kW	10	12	15	17	20
	Potencia aparente de salida máx., cos φ _{, adj}	kVA	10	12	15	17	20
	Tensión de salida mín. (U _{CAmín})	V	184				
	Tensión de salida máx. (U _{CAMáx})	V	264,5				
	Corriente de salida asignada (I _{CA,r})	A	14,6	17,4	21,7	24,6	29,0
	Corriente de salida máx. (I _{CAMáx})	A	16,2	19,3	24,2	27,4	32,2
	Corriente de cortocircuito (Peak/RMS)	A	25/16,6	27,4/16,7	42/28,5	41,3/29	51/36,5
	Conexión de red		3N~, 400V, 50 Hz				
	Frecuencia de referencia (f _r)	Hz	50				
	Frecuencia de red mín/máx (f _{min} /f _{máx})	Hz	47/51,5				
	Margen de ajuste del factor de potencia (cos φ _{CA,r})		0,8...1...0,8				
	Factor de potencia con potencia nominal (cos φ _{CA,r})		1				
	Coefficiente de distorsión armónico máx.	%	3				
	Espera (consumo durante la noche)	W	1,8				
	η	Coefficiente de rendimiento máx.	%	97,7	97,7	98,0	98,0
Coefficiente europeo de rendimiento		%	97,1	97,1	97,2	97,3	97,3
Coefficiente de rendimiento de adaptación PMP		%	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9

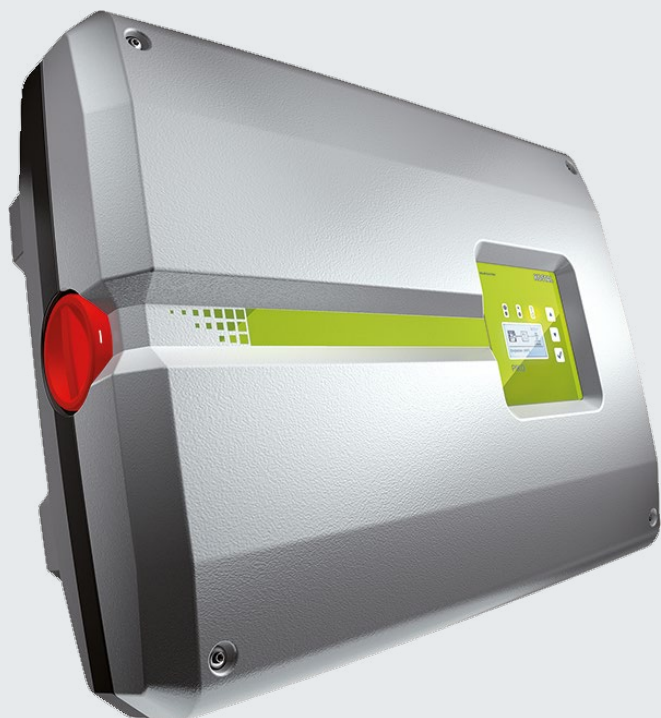
Clase de potencia		10	12	15	17	20
Datos del sistema	Topología: sin aislamiento galvánico –sin transformador		✓			
	Tipo de protección según IEC 60529 (carcasa/ventilador)		IP 65 / IP 55			
	Categoría de protección según IEC 62103		I			
	Categoría de sobretensión según IEC 60664-1 lado de entrada (generador fotovoltaico)		II			
	Categoría de sobretensión según IEC 60664-1 lado de salida (conexión de red)		III			
	Grado de contaminación		4			
	Categoría medioambiental (montaje a la intemperie)		✓			
	Categoría medioambiental (montaje en interior)		✓			
	Resistencia UV		✓			
	Diámetro del cable CA (mín-máx)	mm	9...17			
	Sección del cable CA (mín-máx)	mm²	4...6	6...16		
	Sección del cable CC (mín-máx)	mm²	4...6			
	Fusible máx. lado de salida		B25 / C25	B32 / C32		B40 / C40
	Protección para las personas interna según EN 62109-2		RCCB tipo B			
	Dispositivo de desconexión autónomo según VDE 0126-1-1		✓			
	Altura/anchura/profundidad	mm (in)	445/580/248 (17.52/22.83/9.76)	540/700/265 (21.26/27.56/10.43)		
	Peso	kg (lb)	37,5 (82.67)	48,5 (106.9)		
	Principio de refrigeración – ventilador regulado		✓			
	Volumen de aire máx.	m³/h	2 x 48	2 x 84		
	Nivel de emisión sonora máx.	dBA	44	56		
Temperatura ambiente	°C (°F)	-20...60 (-4...140)				
Altura de montaje máx. sobre el nivel del mar	m (pies)	2000 (6562)				
Humedad relativa del aire	%	4...100				
Técnica de conexión en el lado CC		Conector SUNCLIX				
Técnica de conexión en el lado CA		Regleta de bornes con mecanismo de resorte				
Interfaces	Ethernet LAN (RJ45)		2			
	RS485		1			
	S0		1			
	Entradas analógicas		1			
	Contacto libre de potencial para control de autoconsumo		1			
	Interfaz PIKO BA Sensor		1			
	Webserver (interfaz de usuario)		✓			
	Garantía	Años	5			
Ampliación de la garantía opcional en (años)			5 / 10 / 15			
Directivas/Certificación ²⁾			CE, GS, EN 62109-1, EN 62109-2, EN 60529, IEC 61683, CEI 0-21, EN 50438*, G83/2, IEC 61727, IEC 62116, RD 1699, TOR D4, UNE 206006 IN, UNE 206007-1 IN, UNE 217001 IN, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105			

Reservado el derecho de modificaciones técnicas y errores. Encontrará información actualizada en www.kostal-solar-electric.com. Fabricante: KOSTAL Industrie Elektrik GmbH, Hagen, Alemania

¹⁾ Debe evitarse operar el inversor de forma permanente por encima del 110 % de la potencia nominal CC

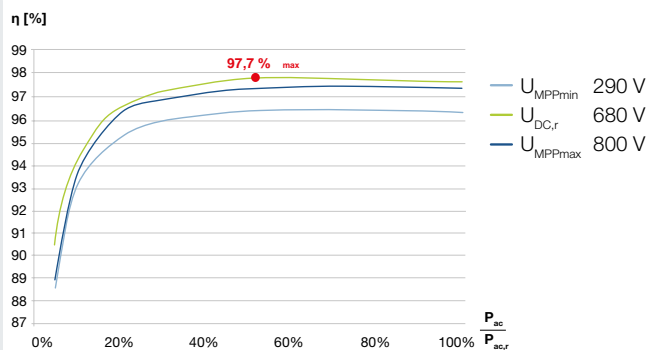
²⁾ No es válido para todos los apéndices nacionales de la norma EN 50438

Inversores PIKO: la nueva generación

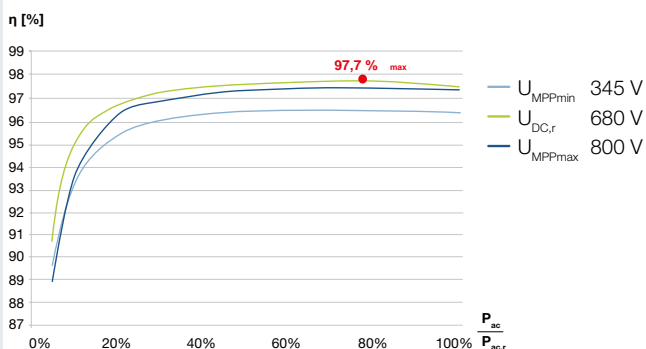


10	12	15	17	20
----	----	----	----	----

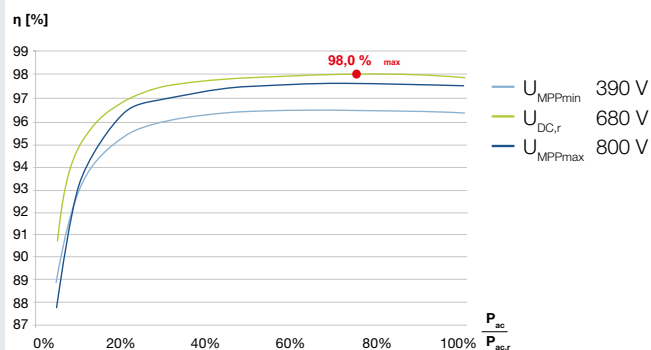
PIKO 10



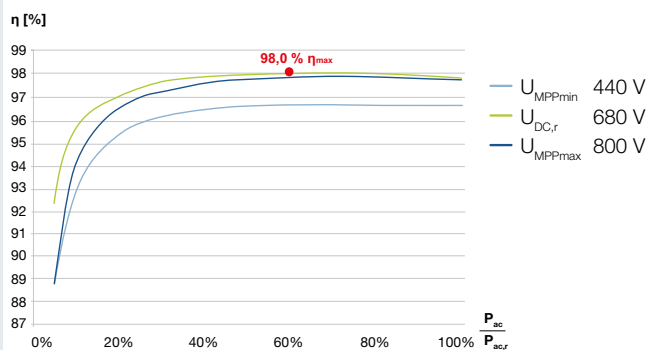
PIKO 12



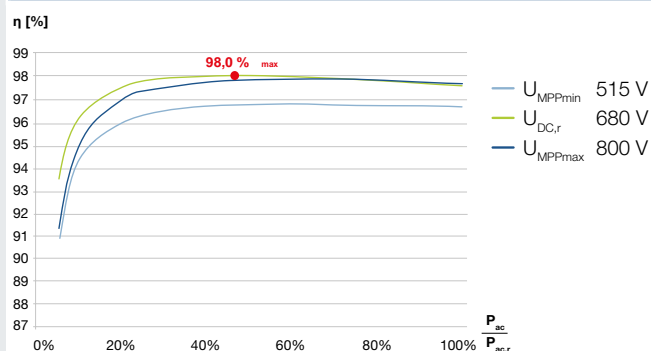
PIKO 15



PIKO 17



PIKO 20



Prestaciones de servicio en torno a nuestros productos

FAQs:

kostal-solar-electric.com/service-support

Registro del producto, ampliación de la garantía o adquisición de accesorios: shop.kostal-solar-electric.com

Póngase en contacto con nosotros:
service-solar-es@kostal.com



KOSTAL Solar Electric GmbH
Hanferstr. 6
79108 Freiburg i. Br.
Deutschland
Telefon: +49 761 47744 - 100
Fax: +49 761 47744 - 111

KOSTAL Solar Electric Ibérica S.L.
Edificio abm
Ronda Narciso Monturiol y Estarriol, 3 Torre
B, despachos 2 y 3
Parque Tecnológico de Valencia
46980 Valencia
España
Teléfono: +34 961 824 - 934
Fax: +34 961 824 - 931

KOSTAL Solar Electric France SARL
11, rue Jacques Cartier
78280 Guyancourt
France
Téléphone: +33 1 61 38 - 4117
Fax: +33 1 61 38 - 3940

KOSTAL Solar Electric Hellas E.Π.Ε.
47 Steliou Kazantzidi st., P.O. Box: 60080 1st
building – 2nd entrance
55535, Pilea, Thessaloniki
Ελλάδα
Τηλέφωνο: +30 2310 477 - 550
Φαξ: +30 2310 477 - 551

KOSTAL Solar Electric Italia Srl
Via Genova, 57
10098 Rivoli (TO)
Italia
Telefono: +39 011 97 82 - 420
Fax: +39 011 97 82 - 432

KOSTAL Solar Elektrik Turkey
Mahmutbey Mah. Taşocağı Yolu Cad.
No:3 (B Blok), Ağaoğlu My Office 212
Kat:16, Ofis No:269
Bağcılar - İstanbul / Türkiye
Telefon: +90 212 803 06 24
Faks: +90 212 803 06 25

www.kostal-solar-electric.com

EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV



C_{ca}-s1b,d1,a1

exZhellent COMPACT

NORMAS

CONSTRUCCIÓN

IEC 60502-1

UNE 21123-4

REACCIÓN AL FUEGO*

UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2

UNE-EN 50399

UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2

UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2

UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1

UNE-EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24

CLASIFICACIÓN CPR

EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

DOP 000040

Clase C_{ca}-s1b,d1,a1

EXZHELLENT® Class SECTORFLEX

DOP 000135

Clase C_{ca}-s1b,d1,a1

CONSTRUCCIÓN

1. CONDUCTOR

Cobre, clase 5 según UNE-EN 60228.

Sectorial para secciones de 50 mm² y superiores (solución Sectorflex®).

2. AISLAMIENTO

Poliétileno reticulado,

tipo XLPE según IEC 60502-1.

Identificación por color.

3. CUBIERTA EXTERIOR

Polioléfina termoplástica libre de halógenos, tipo ST8 según IEC 60502-1.

APLICACIONES

Locales de pública concurrencia, instalaciones de enlace, locales con riesgo a incendio o explosión e instalaciones en falsos techos o suelos elevados en industrias. Y en general para instalaciones en las que el riesgo de incendio no sea despreciable.

Temperatura máxima del conductor: +90 °C.

Temperatura mínima de trabajo: -25 °C.

CERTIFICACIONES



* En azul ensayos de fuego válidos en la UE.

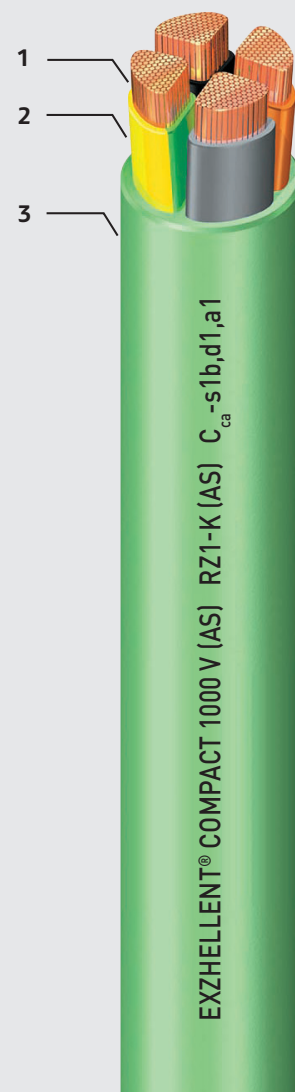


DESCÁRGATE LA DOP

(declaración de prestaciones)

<https://es.prysmiangroup.com/dop>

Nº DOP 000040
000135



General Cable

A Brand of Prysmian Group

Prysmian
Group

EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV

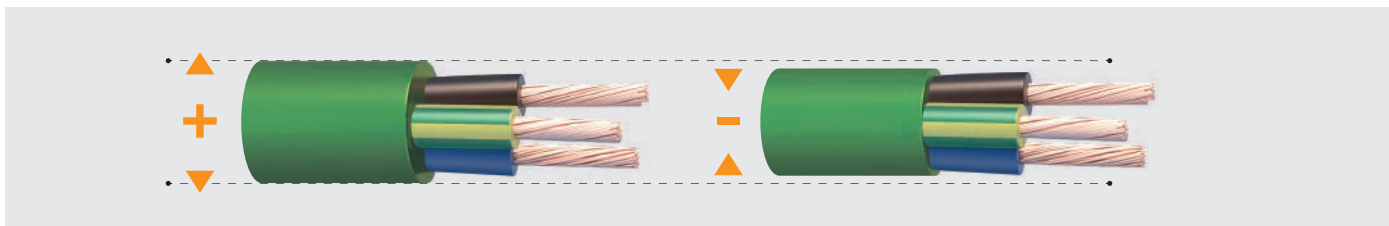


exZhellent COMPACT

PRESTACIONES ADICIONALES:

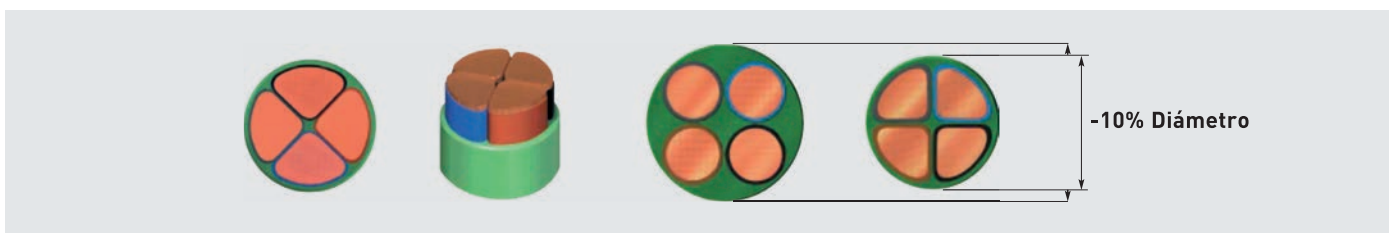
Exzhellent® Compact 1000 V (AS)

Cable con conductores circulares según formaciones indicadas en tablas. 10 % más ligero y 7 % más compacto. Mayor manejabilidad, más ecológico. Sin desprendimiento de gotas incandescentes en caso de incendio.



Exzhellent® Compact Sectorflex 1000 V (AS)

Cables con conductor sectorial para formaciones desde 2 hasta 4 conductores y secciones desde 50 mm². 11 % más ligero y 10 % más compacto. Más manejable y ecológico.



EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV



C_{ca}-s1b,d1,a1

exZhellent COMPACT

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Intensidad máxima admisible en bandeja (40° C) (2) A	Intensidad máxima admisible bajo tubo o canal protectora (40° C) (3) A	Intensidad admisible enterrado (4) A	Caída de tensión V/(A·km)	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
1x1,5 *	6,6	61	27	13,3	21	18	21	26,5	21,36
1x2,5 *	7,0	74	29	7,98	30	25	27	15,92	12,88
1x4 *	8,0	99	32	4,95	40	35	35	9,96	8,1
1x6 *	8,5	125	34	3,3	52	44	44	6,74	5,51
1x10 *	9,5	170	38	1,91	72	60	58	4	3,31
1x16 *	10,1	220	41	1,21	97	80	75	2,51	2,12
1x25 *	11,7	315	47	0,78	123	106	96	1,59	1,37
1x35 *	12,8	410	52	0,55	154	131	117	1,15	1,01
1x50 *	14,3	550	58	0,38	195	159	138	0,85	0,77
1x70 *	16,4	750	66	0,27	244	202	170	0,59	0,56
1x95 *	17,8	945	72	0,20	298	245	202	0,42	0,43
1x120 *	19,8	1190	80	0,16	349	284	230	0,34	0,36
1x150 *	21,8	1470	88	0,12	404	311	260	0,27	0,31
1x185 *	23,7	1770	95	0,10	464	349	291	0,22	0,26
1x240 *	25,7	2245	130	0,08	552	409	336	0,17	0,22
1x300 *	29,5	2805	150	0,06	640	468	380	0,14	0,19
2x1,5 *	8,9	120	36	13,3	24	20	24	30,98	24,92
2x2,5 *	9,8	150	40	7,98	33	27	32	18,66	15,07
2x4 *	10,8	200	44	4,95	45	36	42	11,68	9,46
2x6 *	11,7	250	47	3,3	57	46	53	7,90	6,42
2x10 *	13,6	365	55	1,91	78	63	70	4,67	3,84
2x16 *	15,6	515	63	1,21	105	82	91	2,94	2,45
2x25 *	18,7	725	75	0,78	136	108	116	1,86	1,59
2x35 *	21,2	970	85	0,55	168	133	140	1,34	1,16
2x50 **	25,0	1410	100	0,38	205	159	166	0,99	0,88

*Versión Exzhellent® Compact 1000 V (AS).

Reducido diámetro y peso. Más ecológico.

**Versión Exzhellent® Sectorflex 1000 V (AS).

Con conductores sectoriales, más compacto, ligero y ecológico.

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja perforada o rejilla a la sombra (40 °C, temperatura estándar en España).

Tabla B.52.12:

Instalación tipo F (1x trifásica).

Instalación tipo E (2x, 3G monofásica).

Instalación tipo E (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación a la sombra bajo tubo en montaje superficial o empotrado en pared de mampostería. O bajo canal protectora en montaje superficial o suspendida.

Temperatura ambiente máxima: 40 °C (temperatura estándar en España).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B1 (1x trifásica).

Tabla B.52.3. Instalación tipo B2 (2x, 3G monofásica).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B2 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

Para temperatura ambiente de 30 °C multiplicar las intensidades por 1,1. (Aplicable a (2) y (3)).

Para acción solar directa sobre la canalización multiplicar las intensidades por 0,85. (Aplicable a (2) y (3)).

(4) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W y temperatura de 25° C (estándar en España).

Tabla B.52.2.bis:

→XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) →1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) →2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

General Cable

A Brand of Prysmian Group

EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV



C_{ca}-s1b,d1,a1

exZhellent COMPACT

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Intensidad máxima admisible en bandeja (40° C) (2) A	Intensidad máxima admisible bajo tubo o canal protectora (40° C) (3) A	Intensidad admisible enterrado (4) A	Caída de tensión V/(A·km)	
								cos Φ= 1	cos Φ= 0,8
3G1,5 *	9,4	135	38	13,3	24	20	24	30,98	24,92
3G2,5 *	10,3	175	42	7,98	33	27	32	18,66	15,07
3G4 *	11,4	235	46	4,95	45	36	42	11,68	9,46
3G6 *	12,4	300	50	3,3	57	46	53	7,90	6,42
3G10 *	14,5	450	58	1,91	78	63	70	4,67	3,84
3G16 *	16,6	645	67	1,21	105	82	91	2,94	2,45
3x25 *	20,0	925	80	0,78	116	96	96	1,62	1,38
3x35 *	22,6	1250	91	0,55	144	116	117	1,17	1,01
3x50 **	26,7	1810	135	0,38	175	140	138	0,86	0,77
3x70 **	31,4	2520	160	0,27	224	177	170	0,6	0,56
3x95 **	35,0	3245	175	0,20	271	212	202	0,43	0,42
3x120 **	39,6	4135	200	0,16	315	244	230	0,34	0,35
3x150 **	43,9	5135	220	0,12	363	273	260	0,28	0,3
3x185 **	48,2	6225	245	0,10	415	309	291	0,22	0,26
3x240 **	54,9	8175	330	0,08	490	362	336	0,17	0,21
3x300 **	63,1	10320	380	0,06	565	414	380	0,14	0,18
3x25/16 *	22,2	1135	89	0,780/1,21	116	95	96	1,62	1,38
3x35/16 *	24,7	1470	99	0,554/1,21	144	116	117	1,17	1,01
3x50/25 *	29,4	2150	150	0,386/0,780	175	140	138	0,86	0,77
3x70/35 *	34,6	3000	175	0,272/0,554	224	177	170	0,6	0,56
3x95/50 *	38,5	3880	195	0,206/0,386	271	212	202	0,43	0,42
3x120/70 *	44,0	5015	220	0,161/0,272	315	244	230	0,34	0,35
3x150/70 *	48,3	6075	245	0,129/0,272	363	273	260	0,28	0,3
3x185/95 *	53,0	7410	320	0,106/0,206	415	309	291	0,22	0,26
3x240/120 *	60,4	9695	365	0,0801/0,161	490	362	336	0,17	0,21
3x300/150 *	69,4	12285	420	0,0641/0,129	565	414	380	0,14	0,18

*Versión Exzhellent® Compact 1000 V (AS).

Reducido diámetro y peso. Más ecológico.

**Versión Exzhellent® Sectorflex 1000 V (AS).

Con conductores sectoriales, más compacto, ligero y ecológico.

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja perforada o rejilla a la sombra (40 °C, temperatura estándar en España).

Tabla B.52.12:

Instalación tipo F (1x trifásica).

Instalación tipo E (2x, 3G monofásica).

Instalación tipo E (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación a la sombra bajo tubo en montaje superficial o empotrado en pared de mampostería. O bajo canal protectora en montaje superficial o suspendida.

Temperatura ambiente máxima: 40 °C (temperatura estándar en España).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B1 (1x trifásica).

Tabla B.52.3. Instalación tipo B2 (2x, 3G monofásica).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B2 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

Para temperatura ambiente de 30 °C multiplicar las intensidades por 1,1. (Aplicable a (2) y (3)).

Para acción solar directa sobre la canalización multiplicar las intensidades por 0,85. (Aplicable a (2) y (3)).

(4) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W y temperatura de 25° C (estándar en España).

Tabla B.52.2.bis:

→XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) →1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) →2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

General Cable

A Brand of Prysmian Group

EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV



C_{ca}-s1b,d1,a1

exZhellent COMPACT

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Intensidad máxima admisible en bandeja (40° C) (2) A	Intensidad máxima admisible bajo tubo o canal protectora (40° C) (3) A	Intensidad admisible enterrado (4) A	Caída de tensión V/(A·km)	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
4G1,5*	10,3	165	42	13,3	21	178	21	26,94	21,67
4G2,5*	11,3	210	46	7,98	29	24	27	16,23	13,1
4G4*	12,6	285	51	4,95	38	32	35	10,16	8,23
4G6*	13,7	370	55	3,3	49	40	44	6,87	5,59
4G10*	16,0	560	65	1,91	68	53	58	4,06	3,34
4G16*	18,4	810	74	1,21	91	73	75	2,56	2,13
4x25*	22,3	1185	90	0,78	116	95	96	1,62	1,38
4x35*	25,0	1585	130	0,55	144	116	117	1,17	1,01
4x50**	29,7	2300	150	0,38	175	140	138	0,86	0,77
4x70**	35,0	3210	175	0,27	224	177	170	0,6	0,56
4x95**	38,9	4140	195	0,20	271	212	202	0,43	0,42
4x120**	44,3	5290	225	0,16	315	244	230	0,34	0,35
4x150**	48,8	6545	245	0,12	363	273	260	0,28	0,3
4x185**	53,8	7965	325	0,10	415	309	291	0,22	0,26
4x240**	61,3	10455	370	0,08	490	362	336	0,17	0,21
4x300**	70,4	13175	425	0,06	565	414	-	-	-
5G1,5*	12,0	220	48	13,3	21	18	21	26,94	21,67
5G2,5*	12,3	255	50	7,98	29	24	27	16,23	13,1
5G4*	13,8	345	55	4,95	38	32	35	10,16	8,23
5G6*	15,0	450	61	3,3	49	40	44	6,87	5,59
5G10*	17,6	685	71	1,91	68	53	58	4,06	3,34
5G16*	20,4	995	82	1,21	91	73	75	2,56	2,13
5G25*	24,7	1455	99	0,78	116	96	96	1,62	1,38
5G35*	27,7	1960	140	0,55	144	116	117	1,17	1,01
5G50*	33,1	2860	170	0,38	175	140	138	-	-

*Versión Exzhellent® Compact 1000 V (AS).

Reducido diámetro y peso. Más ecológico.

**Versión Exzhellent® Sectorflex 1000 V (AS).

Con conductores sectoriales, más compacto, ligero y ecológico.

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja perforada o rejilla a la sombra (40 °C, temperatura estándar en España).

Tabla B.52.12:

Instalación tipo F (1x trifásica).

Instalación tipo E (2x, 3G monofásica).

Instalación tipo E (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación a la sombra bajo tubo en montaje superficial o empotrado en pared de mampostería. O bajo canal protectora en montaje superficial o suspendida.

Temperatura ambiente máxima: 40 °C (temperatura estándar en España).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B1 (1x trifásica).

Tabla B.52.3. Instalación tipo B2 (2x, 3G monofásica).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B2 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

Para temperatura ambiente de 30 °C multiplicar las intensidades por 1,1. (Aplicable a (2) y (3)).

Para acción solar directa sobre la canalización multiplicar las intensidades por 0,85. (Aplicable a (2) y (3)).

(4) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W y temperatura de 25° C (estándar en España).

Tabla B.52.2.bis:

→XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) →1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) →2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

General Cable

A Brand of Prysmian Group



TOPSOLAR PV ZZ-F / H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV y EN.

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502

DISEÑO



E_{ca}

Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

Aislamiento

Goma libre de halógenos

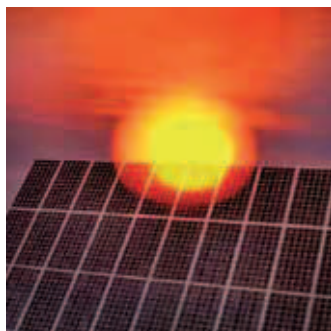
Cubierta

Goma libre de halógenos de color negro o rojo.

APLICACIONES

El cable Topsolar ZZ-F/H1Z2Z2-K, certificado TÜV y EN, es apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua o alterna. Compatible con la mayoría de conectores. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías.





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 1,5/1,5 · 1kV · (1,8) kV DC



Norma de referencia

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502



Certificaciones

Certificados

CE
TÜV
EN
RoHS



E_{ca}



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -40°C



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
Reacción al fuego CPR, E_{ca} según la norma EN 50575



Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.
Resistencia a los ataques químicos: excelente.



Resistencia a los rayos Ultravioleta

Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD8 sumergida.



Vida útil

Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2



Otros

Marcaje: metro a metro.



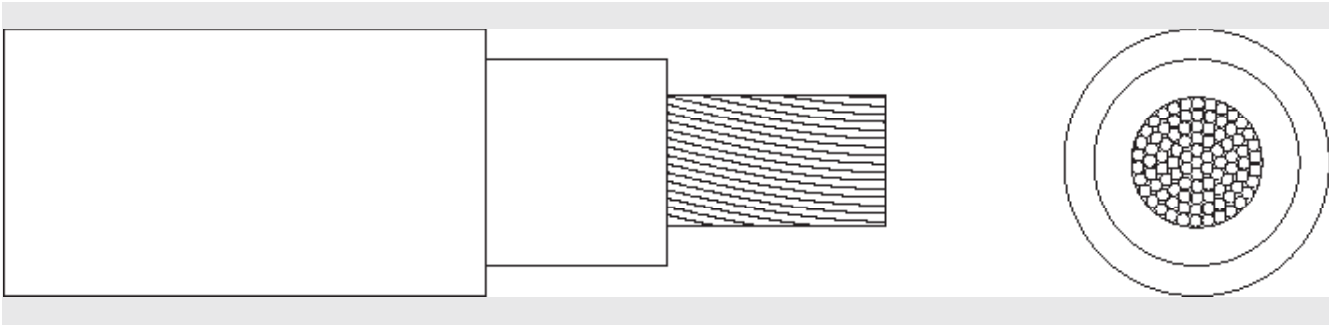
Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.



Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.



DIMENSIONES

Sección (mm2)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre (A)	Int. Sobre Superficie (A)	Int. Adya- cente a Superficie (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 2,5	4,8	42	41	39	33	23,0
1 x 4	5,3	57	55	52	44	14,3
1 x 6	5,9	76	70	67	57	9,49
1 x 10	7,0	120	98	93	79	5,46
1 x 16	8,2	179	132	125	107	3,47
1 x 25	10,8	294	176	167	142	2,23
1 x 35	11,9	390	218	207	176	1,58

Intensidades máximas admisibles según IEC 60364-5-52.
Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en el anexo de este catálogo.
Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable y en la Declaración de Prestaciones (DoP).
Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com



TOPSOLAR PV DUAL ZZ-F/H1Z2Z2-K/PV WIRE

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV, UL y EN.

UL PV WIRE / UL USE-2 / EN 50618 / TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502

DISEÑO

Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

Aislamiento

Goma libre de halógenos (tipo XLEVA según UL / tipo EI6 según TÜV).

Cubierta

Goma (tipo XLEVA según UL / tipo EM16 según TÜV) libre de halógenos.
Color negro.

APLICACIONES

El cable Topsolar ZZ-F/H1Z2Z2-K 600V Dual, certificado TÜV, UL y EN, es apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua o alterna. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie con plenas garantías. Cable con certificado Dual, para los principales fabricantes mundiales de paneles solares y cajas de conexión. Apto para ambientes húmedos y mojados.





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN: 1,5/1,5 1kV · (1,8) kV EN DC
UL2000V



Norma de referencia

UL PV WIRE / UL USE-2 / EN 50618 /
TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502



Certificaciones

Certificados
CE
UL LISTED
TÜV
EN
RoHS



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -40°C



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1
e IEC 60332-1.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC
61034. Transmitancia luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2
e IEC 60754-2.
Resistencia a la llama UL VW-1.



Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.
Resistencia a los ataques químicos: excelente.



Resistencia a los rayos Ultravioleta

Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618,
TÜV 2Pfg 1169-08 y UL 2556.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD8 sumergida.



Vida útil

Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2



Otros

Marcaje: metro a metro.



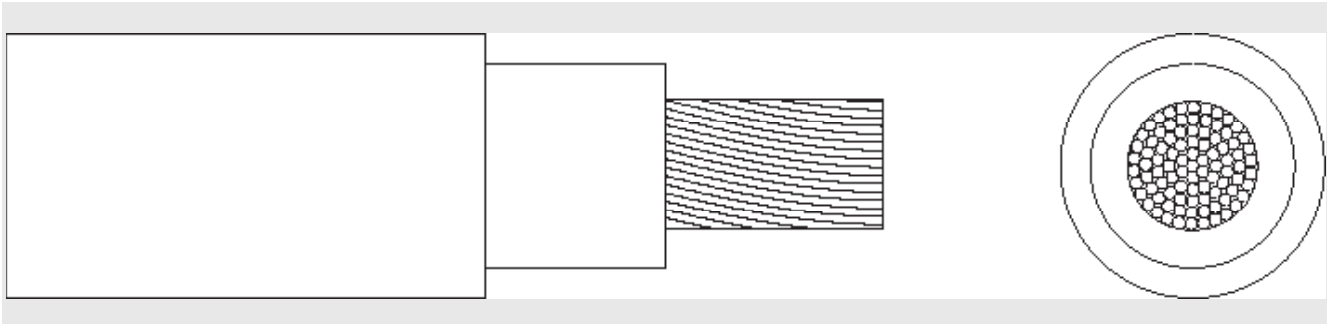
Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.



Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.



DIMENSIONES

Sección (mm2)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire: Libre (A)	Int. Sobre Superficie (A)	Int. Adya- cente a Superficie (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 4 (12 AWG)	7,1	83	55	52	44	14,3
1 x 6 (10 AWG)	7,7	104	70	67	57	9,49
1 x 10 (8 AWG)	9,1	159	98	93	79	5,46
1 x 16 (6 AWG)	10,1	218	132	125	107	3,47
1 x 25 (4 AWG)	11,5	309	176	167	142	2,23
1 x 35 (2 AWG)	12,6	404	218	207	176	1,58



Intensidades máximas admisibles según IEC 60364-5-52.
Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en el anexo de este catálogo.
Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable.
Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com