

PROYECTO DE BAJA TENSIÓN
Instalación Solar Fotovoltaica para
Autoconsumo Colectivo sobre cubierta
de la nave de Conservación de
Carreteras del Gobierno de Navarra
De 85.680Wp
Calle E, nº14 (PO 130 BA2) P.I. Landaben
Pamplona, Navarra (España)

DESARROLLADO POR:
SUNSTROOM ENGINEERING, S.L.

Ricardo Aicua Royo
Ingeniero Técnico
Nº Colegiado: 3.414

Iñigo Iriguibel López
Ingeniero Técnico
Nº Colegiado: 2.533



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
[http://isado.citnavarra.com/cs/v/\\$Z00W6LSKWTZJD](http://isado.citnavarra.com/cs/v/$Z00W6LSKWTZJD)

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

INDICE

1. MEMORIA	6
1.1 Objeto	7
1.2 Antecedentes	8
1.3 Legislación aplicable	8
1.4 Promotor/Solicitante	9
1.5 Localización	9
1.6 Descripción de la instalación solar fotovoltaica	9
1.7 Conexión de la instalación solar fotovoltaica	10
1.8 Requisitos de medida según RD 244/2019	12
1.9 Configuración de la instalación solar fotovoltaica	13
1.9.1 Panel solar	14
1.9.2 Grupos de string	14
1.9.3 Estructura	14
1.9.4 Inversores	15
1.9.5 Cable	15
1.9.6 Tierras	16
1.9.7 Cuadro de baja tensión de AC	16
1.9.8 Sistema de monitorización	17
2. ELEMENTOS DE INSTALACIÓN	18
2.1 Objetivo	19
2.1.1 Paneles solares	19
2.1.2 Grupos de String	19
2.1.3 Estructura de soporte	19
2.1.1 Inversores trifásicos	20
2.1.2 Cableado	22
2.1.3 Cuadro de protección de baja tensión CA	22
2.1.4 Sistema de comunicaciones	23
2.1.5 Contador de medida	24
2.1.6 Vatímetro	24
3. ANEXO I. INVERSOR Y PLACAS	25
4. ANEXO II. CÁLCULOS	33
4.1 Caída de tensión salida general AC	34
4.1.1 Resistencia	34
4.1.2 Reactancia inductiva	34
4.1.3 Impedancia final	34
4.1.4 Caída de tensión	35
4.2 Corriente admisible salida general AC	35
4.2.1 Factor de corrección por temperatura	35
4.2.2 Factor de corrección por número de circuitos	36



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA

<http://isado.citnavarra.com/cs/US200W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

4.2.3	Resultado de los factores de corrección	36
4.3	Caída de tensión salida del inversor AC	36
4.3.1	Resistencia	36
4.3.2	Reactancia inductiva	37
4.3.3	Impedancia final	37
4.3.4	Caída de tensión	37
4.4	Corriente admisible salida del inversor AC	37
4.4.1	Factor de corrección por temperatura	38
4.4.2	Factor de corrección por número de circuitos	38
4.4.3	Resultado de los factores de corrección	38
4.5	Caída de tensión DC	39
4.5.1	Resistencia	39
4.5.2	Reactancia inductiva	39
4.5.3	Impedancia final	40
4.5.4	Caída de tensión	40
4.6	Corriente admisible DC	40
4.6.1	Factor de corrección por temperatura	41
4.6.2	Factor de corrección por número de circuitos	41
4.6.3	Resultado de los factores de corrección	41
5.	ANEXO III. ESTIMACION ENERGÍA PRODUCIDA	43
6.	ANEXO IV. INFORME DE CÁLCULO ESTRUCTURA ALUMINIO	47
7.	ANEXO V. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	51
7.1	ANTECEDENTES	52
7.2	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PREVISTA	52
7.3	INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA	52
7.3.1	SERVICIOS HIGIÉNICOS	52
7.3.2	PRIMEROS AUXILIOS	52
7.3.3	ASISTENCIA SANITARIA	53
7.3.3.1	Normas de actuación:	53
7.3.3.2	Asistencia primaria:	53
7.3.3.3	Asistencia especializada:	53
7.4	INFORMACIÓN Y FORMACIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	53
7.5	MAQUINARIA POR UTILIZAR	54
7.6	EVALUACIÓN DE RIESGOS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE OBRA	54
7.6.1	EXCAVACIONES MECÁNICAS - ZANJAS Y POZOS	54
7.6.1.1	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EVITABLES	54
7.6.1.2	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES	55



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA

http://isado.cifnavarra.com/cs/v/\$Z00W6LSKWTZJD

N°: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

7.6.1.3	MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL	55
7.6.2	HORMIGONADO POR VERTIDO DIRECTO EN POZOS Y ZANJAS	58
7.6.2.1	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EVITABLES	58
7.6.2.2	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES	59
7.6.2.3	MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL	59
7.6.3	INSTALACIÓN TUBERÍAS ENTERRADAS	60
7.6.3.1	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EVITABLES	60
7.6.3.2	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES	61
7.6.3.3	MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL	61
7.6.3.4	MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER ESPECÍFICO	61
7.6.4	INSTALACIÓN LÍNEAS ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN	61
7.6.4.1	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EVITABLES	61
7.6.4.2	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES	62
7.6.4.3	MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL	62
7.6.4.4	MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER ESPECÍFICO	63
7.6.4.5	MEDIDAS PREVENTIVAS ATENUANTES PARA RIESGOS NO EVITABLES	63
7.6.4.6	PROTECCIONES PERSONALES	63
7.6.5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN CENTROS DE MANIOBRA	64
7.6.5.1	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EVITABLES	64
7.6.5.2	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES	64
7.6.5.3	MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL	64
7.6.5.4	MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER ESPECÍFICO	65
7.6.5.5	PROTECCIONES PERSONALES	65
7.6.6	AFECCIONES A VIALES	66
7.6.6.1	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EVITABLES	66
7.6.6.2	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES	66
7.6.6.3	MEDIDAS PREVENTIVAS	66
7.6.6.4	PROTECCIONES PERSONALES	66
7.6.6.5	PROTECCIONES COLECTIVAS	66
7.7	EVALUACIÓN DE RIESGOS EN FUNCIÓN DE LA MAQUINARIA A UTILIZAR	67
7.7.1	CAMIONES Y PLUMAS:	67
7.7.2	TALADROS Y OTRAS HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES:	67
7.7.3	OTRAS HERRAMIENTAS MANUALES	68
7.8	EVALUACIÓN DE RIESGOS EN FUNCIÓN DE LOS MEDIOS AUXILIARES A UTILIZAR	69
7.8.1	CAMIONES Y PLUMAS:	69
7.8.2	RETROEXCAVADORA / PALA CARGADORA:	70

GRADUADOS EN INGENIERIA

INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES

NAVARRA

http://isado.cifnavarra.com/cs/v1/S200W6LSKWTZJD

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

7.8.3	CAMIÓN HORMIGONERA:	71
7.8.4	DUMPER (MOTO-VOLQUETE AUTOPROPULSADO):	72
7.8.5	COMPACTADORA MANUAL:	74
7.8.6	TALADROS Y OTRAS HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES:	75
7.8.7	OTRAS HERRAMIENTAS MANUALES	76
7.9	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	77
7.10	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	77
7.11	NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES	77
7.11.1	NORMATIVA GENERAL:	78
7.11.2	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:	78
7.11.3	NORMATIVA ESPECÍFICA INSTALACIONES ELÉCTRICAS:	78
7.12	CONCLUSIÓN	79
8.	ANEXO VI. PLIEGO DE CONDICIONES	80
9.	ANEXO VII ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	110
9.1	ANTECEDENTES	111
9.2	CODIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR	111
9.3	ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR	111
9.4	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS	112
9.5	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS	112
9.6	REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN	113
9.6.1	REUTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS	113
9.6.2	PREVISIÓN DE VALORIZACIÓN "IN SITU" DE LOS RESIDUOS GENERADOS.	114
9.6.3	DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORIZABLES "IN SITU"	114
9.7	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	117
9.7.1	PRESCRIPCIONES GENERALES	117
9.7.2	PRESCRIPCIONES ESPECÍFICAS	119
9.8	TABLAS DE RESIDUOS ESTIMADOS	120
9.9	PRESUPUESTO	124
10.	ANEXO VIII. PRESUPUESTO	125
11.	ANEXO IX. PLANOS	126



**GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA**

http://isado.cifnavarra.com/cs/v/5200W6LSKWTZJD

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

1. MEMORIA

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/v/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	--	---------------

1.1 Objeto

Este documento describe la instalación de una cubierta solar fotovoltaica para autoconsumo colectivo sobre el tejado la nave del almacén de sal del Servicio de Conservación de Carreteras del Gobierno de Navarra. Se trata de un autoconsumo colectivo con excedentes con compensación, con un suministro conectado a la red eléctrica interna de Baja Tensión de la nave y otros suministros del mismo titular conectados a través de la red de distribución. La potencia fotovoltaica de la instalación es de 85.680Wp.

La instalación solar fotovoltaica estará ubicada en el tejado del suministro situado en Calle E, nº14 (PO 130 BA2) P.I. Landaben de Pamplona, en Navarra, y la energía producida por ella será para ser autoconsumida por dicho suministro y otros situados a menos de 2.000 m de la instalación, entre ellos el Hospital Virgen del Camino situado en la calle Irunlarrea nº4 de Pamplona.

La instalación solar fotovoltaica está destinada a permitir que se cumplan tres objetivos bien definidos:

- Fomentar la energía solar como fuente alternativa para la producción de energía.
- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero en la generación de energía eléctrica.
- Producir la energía eléctrica en el mismo punto donde se consume, ahorrando en pérdidas por el transporte de ésta.

El efecto ambiental de esta instalación es muy favorable y se puede resumir de la siguiente manera:

- Producción de electricidad limpia, sin emisión de gases tóxicos ni vertido de contaminantes. De esta forma se puede evitar el efecto invernadero y la lluvia ácida.
- Reduce el consumo de combustibles fósiles.
- Cada kWh de electricidad producida en la planta solar ahorra alrededor de 0,241 kg de emisiones de CO₂ a la atmósfera.
- La producción de electricidad es segura, limpia y no causa contaminación acústica.
- Reducir la factura de la energía eléctrica frente a la compañía eléctrica.

La obra civil consistirá en canalizar los cables y llevar a cabo todas las actuaciones necesarias para colocar las estructuras de la cubierta sobre las que se colocarán los paneles fotovoltaicos. También incluye las líneas de Baja Tensión y los cuadros eléctricos para protección, maniobras y medición.

Este proyecto es para una instalación que genera electricidad a través del efecto fotovoltaico (PV). Este proyecto también incluye la definición de los grupos de strings y la instalación de las líneas subterráneas de Baja Tensión.

Esta instalación solar fotovoltaica alimentará el suministro eléctrico situado en Calle E, nº14 (PO 130 BA2) P.I. Landaben de Pamplona, en Navarra.



 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isadoc.citnavarra.com/cs/v/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

1.2 Antecedentes

El desarrollo de la energía solar fotovoltaica implica aprovechar las nuevas oportunidades y productos fotovoltaicos y, más específicamente, todas las aplicaciones en el proceso de desarrollo o simplemente surgir en el mercado como opciones tecnológicas futuras o posibles.

El cliente ha considerado necesaria una inversión en materia de Sostenibilidad Energética la instalación de paneles fotovoltaicos con el fin de producir energía eléctrica para su vivienda.

El objetivo del proyecto es establecer un punto de partida hacia los objetivos establecidos en el Acuerdo de París de 2015, lo que significa que para 2020, la cantidad de gases de efecto invernadero que ingresan a la atmósfera debe ser un 20% menor que en 1990, lo que aumenta la necesidad de más fuentes renovables de energía.

1.3 Legislación aplicable

La legislación aplicable a este proyecto de instalación fotovoltaica es la que se expone a continuación:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- 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 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
- Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector 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 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Código Técnico de la Edificación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, residuos y suelos contaminados para economía circular.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isadoc.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	--	---------------

▪ Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

1.4 Promotor/Solicitante

Los datos del promotor son los siguientes:

- Nombre: GOBIERNO DE NAVARRA
- CIF: S3100000C
- Dirección: Calle E, nº14 P.I. Landaben , 31012 Pamplona, Navarra.

1.5 Localización

La instalación solar fotovoltaica se colocará sobre la parcela situada en el suministro de la Calle E, nº14 (PO 130 BA2) P.I. Landaben de Pamplona con el número de la Parcela Catastral 310000000002201045HR, en la parcela 1331 del polígono 7 en el municipio de Pamplona (Navarra).

Las coordenadas de situación son las siguientes:

X: 607418

Y: 4741084



1.6 Descripción de la instalación solar fotovoltaica

La instalación solar fotovoltaica que se está considerando en este proyecto, tiene una potencia de 85.680Wp de paneles solares, que son las encargadas de generar la energía eléctrica.

La instalación solar fotovoltaica convertirá la energía provista por el sol en electricidad, que luego se inyecta en la red interior del cliente a través de la Caja General de Protección y Medida. Los pasos a seguir son los siguientes: la radiación solar se convierte en corriente continua a través del efecto fotovoltaico; la corriente continua se transforma en corriente alterna por los inversores. Se colocarán 2 inversores trifásicos de 36,0kW. Por último, la energía es inyectada en la red.

El primer paso consiste en convertir la energía proveniente de la radiación solar en corriente continua a través de una serie de paneles solares instalados en estructuras metálicas. Esta colección de paneles solares, incluida la estructura, se denomina grupo de string.

La corriente continua producida en el grupo de strings luego se convierte en corriente alterna usando inversores para que luego se pueda inyectar directamente en la red de baja tensión.

La instalación solar fotovoltaica incluye elementos de protección como el interruptor automático para la interconexión o el interruptor general, que permite separar la instalación

GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA

http://isaido.cifnavarra.com/csw/IS200W6L510W7ZJP

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

fotovoltaica de la red eléctrica interna del cliente. Los elementos de protección están diseñados para cumplir con las normas vigentes. Aun así, el equipo, el cableado y la protección se especificarán en las secciones correspondientes.

Debe garantizarse que haya un grado mínimo de aislamiento eléctrico del tipo básico de clase I en relación con el equipo (paneles e inversores) y el resto de los materiales (conductores, cajas, armarios de conexión, etc.). Esta sección excluye el cableado para corriente continua, que será de doble aislamiento.

Las instalaciones incluirán todos los elementos necesarios para garantizar la protección física de las personas en todo momento, la calidad del suministro y para evitar causar problemas en la red, como se establece en la norma vigente.

Dado que la instalación se conectará a la red de baja tensión y el propósito de la instalación solar fotovoltaica será consumir la energía producida en autoconsumo y compensar el excedente en la factura eléctrica del cliente, tendrá todos los equipos de medición necesarios para controlar la energía producida, autoconsumida y excedentaria.

1.7 Conexión de la instalación solar fotovoltaica

Se instalará un cuadro de protección que albergará un interruptor automático de protección donde se conectará la línea de salida de la instalación solar fotovoltaica.

Tal y como se ha comentado al inicio del presente documento, los suministros que se van a asociar en la instalación de autoconsumo colectivo serán el suministro de la nave del almacén de sal del Servicio de Conservación de Carreteras del Gobierno de Navarra y varios suministros del mismo titular situados a menos de 2.000 metros del punto frontera de la instalación, entre ellos el Hospital Virgen del Camino situado en la calle Irunlarrea PO 4 BA 6, 31008 Pamplona.

Los suministros asociados a la presente instalación de autoconsumo colectivo, tendrán un determinado coeficiente de reparto acordado entre todas las partes.

El acuerdo de los coeficientes de reparto será firmado por todas las partes y entregado a la Compañía Distribuidora para la aplicación del autoconsumo según el coeficiente de reparto aprobado a todos los consumidores asociados.

La instalación fotovoltaica tendrá como suministro asociado conectado a red interior el siguiente suministro del cliente:

El resto de suministros asociados serán a través de la red de distribución y se encontrarán en un radio de 2.000 metros de la instalación. Entre ellos se encontrará el suministro del Hospital Virgen del Camino situado en la calle Irunlarrea nº4 de Pamplona que tiene las siguientes características:



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA

http://isadco.cifinavarra.com/cs/v/US200W6LSKWTZJD

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

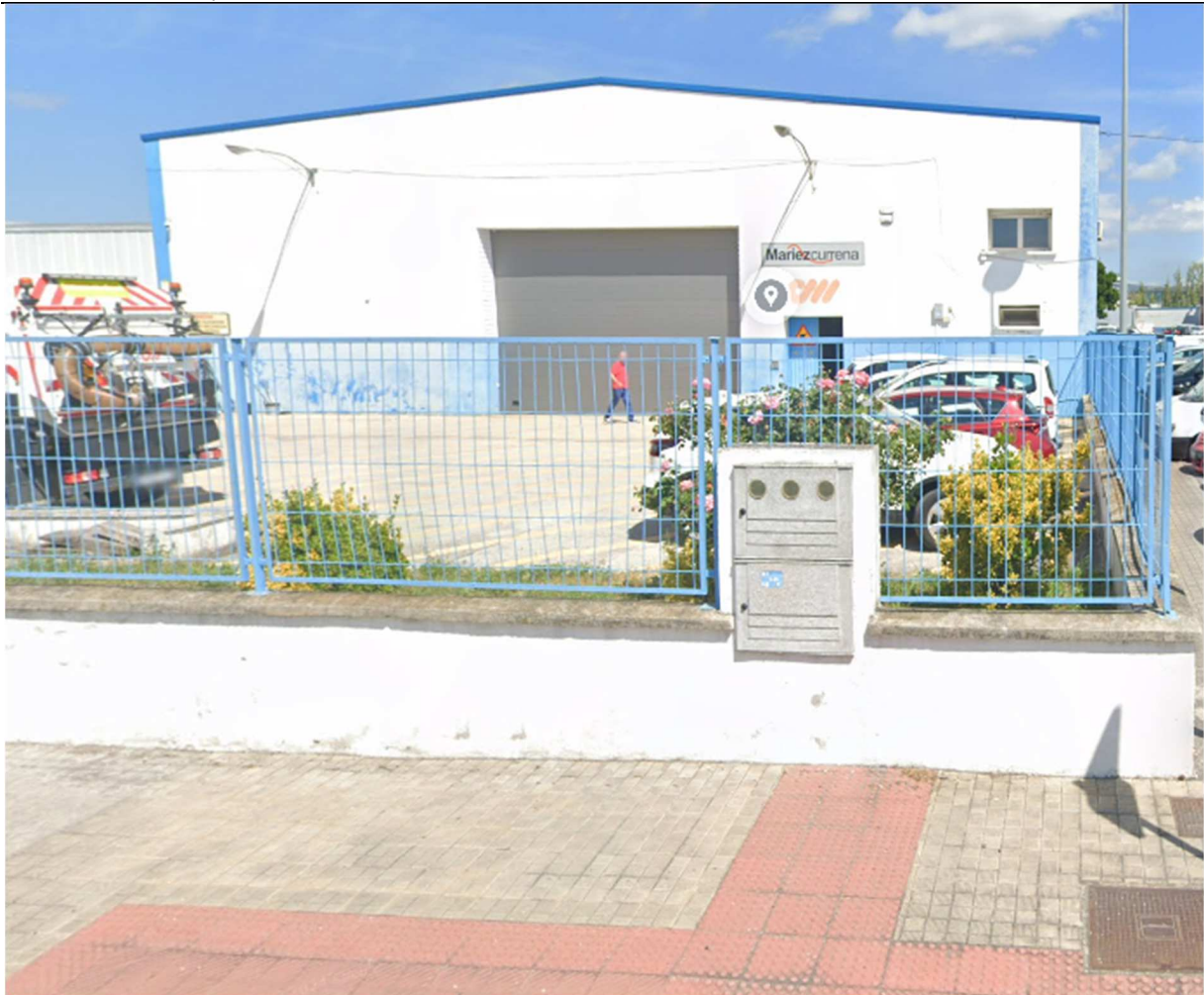
VISADO

Se colocará un contador de generación con medida indirecta junto al contador de suministro a red interior:



Contador actual del suministro.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isadco.cifnavarra.com/cs/v/US2001W6LSKWTZJD	N°: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
---	--	----------------------



Situación CGPM actual del suministro.

1.8 Requisitos de medida según RD 244/2019

Según se establece en el artículo 10 del RD 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, los sujetos acogidos a cualquiera de las modalidades de autoconsumo dispondrán de los equipos de medida necesarios para la correcta facturación de los precios, tarifas, cargos, peajes de acceso y otros costes y servicios del sistema que les resulten de aplicación.

Con carácter general, los consumidores acogidos a cualquier modalidad de autoconsumo deberán disponer de un equipo de medida bidireccional en el punto frontera o, en su caso, un equipo de medida en cada uno de los puntos frontera.

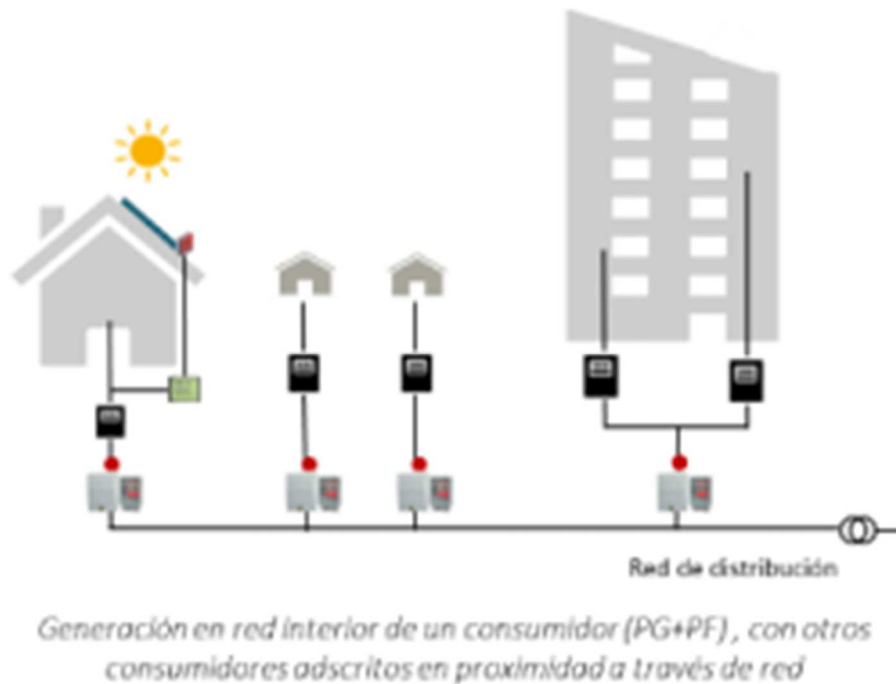
Adicionalmente, las instalaciones de generación deberán disponer de un equipo de medida que registre la generación neta en cualquiera de los siguientes casos:

- i. Se realice un autoconsumo colectivo.
- ii. La instalación de generación sea una instalación próxima a través de red.
- iii. Etc.

Es decir, se colocará un Contador de Generación. El mismo será bidireccional homologado por la Compañía Distribuidora, que registrará la energía generada y exportada a la red de distribución y la consumida por los equipos que componen la instalación fotovoltaica.

La generación irá conectada a la red interior de un consumidor (nave) con otros consumidores adscritos en proximidad a través de red tal y como se indica en la Guía de Autoconsumo

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isad.o.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO



Como se puede ver la conexión se realizará en la parte de baja tensión del suministro.

1.9 Configuración de la instalación solar fotovoltaica

La instalación solar fotovoltaica incluida en este proyecto tendrá 85.680Wp instalados. La instalación solar fotovoltaica está destinada al autoconsumo del suministro del cliente.

La instalación está formada por 8 grupos de strings (del tipo que se detalla en la siguiente sección) que consistirá en una estructura metálica de 144 paneles solares de 595Wp (4 strings de 18 paneles solares a cada uno de los dos inversores). Por lo tanto, cada grupo de string de 18 paneles solares tendrá una potencia de 10.530Wp.

Estos grupos de strings estarán orientados la mitad al este y la otra mitad al oeste con una inclinación de 10°. Estos grupos de strings enviarán la energía a los inversores, a través de cables de corriente continua de baja tensión. Los inversores estarán lo más cerca posible de la instalación. Los 2 inversores serán de la marca HUAWEI mod. SUN2000-36KTL-M3 o similares.

INVERSOR 1	4 STRINGS DE 18 PANELES
INVERSOR 2	4 STRINGS DE 18 PANELES

La energía de los inversores se envía a un cuadro de protección situado en el interior de la propiedad, a través de cables de CA de baja tensión en conductos enterrados en zanja o sobre la pared.

Resumen de la instalación solar:

- Potencia: 85.680Wp
- Producción anual estimada: 91,77MWh
- Número de paneles fotovoltaicos: 144
- Fabricante de los paneles: JA SOLAR

**GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA**

http://isado.citnavarra.com/cs/v/SZ00W6LSKWTZJD

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

- | | |
|-----------------------------------|----------------------|
| • Modelo del panel: | JAM72D40 595/MB |
| • Orientación de las estructuras: | Este/Oeste |
| • Inclinación de las estructuras: | 10° de la horizontal |
| • Fabricante de los inversores: | HUAWEI |
| • Número de inversores: | 2 |
| • Tipo de inversores: | SUN2000 36KTL-M3 |

1.9.1 Panel solar

Los módulos fotovoltaicos usan energía de la luz del Sol (fotones) para generar electricidad a través del efecto fotovoltaico. Los módulos usan celdas de silicio monocristalinas basadas en obleas o celdas de película delgada. El miembro estructural (portador de carga) de un módulo puede ser la capa superior o la capa posterior. Las células también están protegidas contra daños mecánicos y humedad. Las celdas están conectadas eléctricamente en serie, una a otra. Externamente, los módulos fotovoltaicos usan conectores tipo MC4 para facilitar las conexiones resistentes a la intemperie con el resto del sistema.

1.9.2 Grupos de string

El término grupo de string se aplica a la colección de paneles solares (paneles fotovoltaicos) responsables de la transformación, sin paso intermedio, de la energía proveniente de la radiación solar en electricidad directa. Este generador incluye la estructura de soporte para los paneles solares. Además, se conectarán 11 paneles solares en serie para formar 2 grupos de string y 18 paneles solares en serie para formar 10 grupos de strings, y se instalarán lo más cerca posible de la misma estructura. Los cables para cada grupo de string se llevará a los inversores.

1.9.3 Estructura

Los paneles solares en la instalación se colocarán sobre estructuras fijadas a la cubierta. Se colocarán unos perfiles de aluminio de 4850 mm de longitud y 33,3 mm de altura, que irán sujetos a la cubierta con tornillos de doble rosca. Tanto el tornillo como el perfil de aluminio tienen una junta de neopreno que aseguran la estanqueidad de la fijación, evitando filtraciones de agua al interior de la nave. Están diseñadas para soportar el peso de los paneles solares y las cargas adicionales causadas por el viento y la nieve, de acuerdo con la norma vigente.



GRADUADOS EN INGENIERIA

INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES

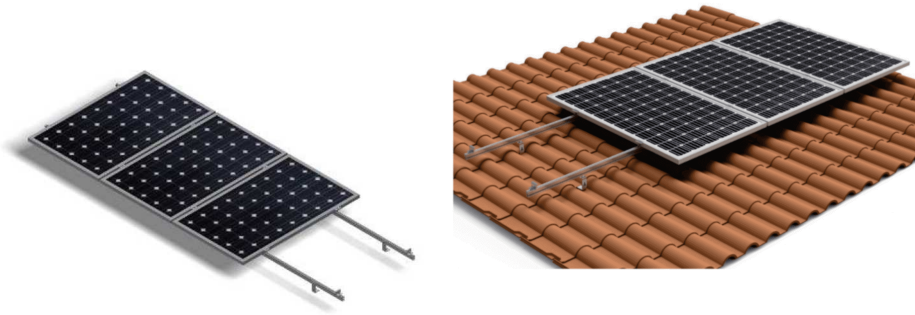
NAVARRA

http://misdoo.citnavarra.com/cv/US200W6LSKWTZJD

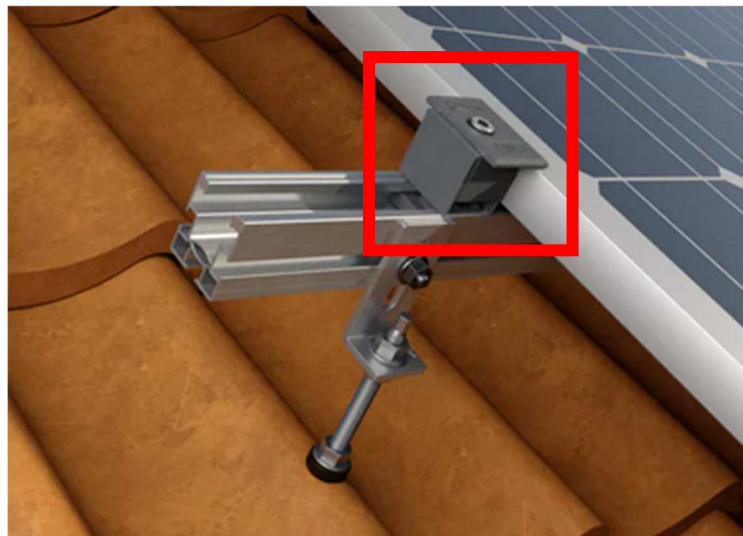
Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO



Sobre estos perfiles de aluminio se colocan los paneles fotovoltaicos que irán sujetos por unas grapas atornilladas que los sujetarán a los perfiles de aluminio.



1.9.4 Inversores

Los inversores son la parte de la instalación responsable de convertir la corriente continua generada en los paneles solares en corriente alterna sincronizada con la de la red eléctrica.

Los inversores son completamente automáticos. Cuando los paneles solares generan suficiente energía, la electrónica de potencia incluida en el inversor controla el voltaje, la frecuencia de la red y la producción de energía. Si esto es suficiente, el equipo comenzará a inyectar energía en la red.

En este caso se colocarán 2 inversores trifásicos de 36,0kW con una potencia total de 72,0kW.

1.9.5 Cable

Hay tres tipos de cable que se colocarán en la planta solar:

- El cable que conectará el grupo de string al inversor.
- El cable que conectará el inversor al cuadro de protección.
- El cable que conectará el cuadro de protección a la instalación eléctrica de baja tensión del cliente.

Los cables positivos y negativos para cada grupo de string se separarán y protegerán de acuerdo con la legislación vigente. Todo el cableado de corriente continua será adecuado para uso en exteriores de acuerdo con las normas vigentes.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	--	---------------

El cableado estará diseñado para tener el menor impacto visual posible, lo que implica instalar una bandeja o tubo aislante para cable.

Cada extremo del cable deberá suministrarse con una etiqueta de identificación autorizado. Este requisito será particularmente importante para todos los cables que terminan en la parte posterior o en la base de la placa de circuito, y en cualquier otra circunstancia en la que la función del cable no sea inmediatamente obvia.

Las etiquetas de identificación serán etiquetas de plástico marcadas, firmemente fijadas a la caja que sella el cable o al cable mismo.

1.9.6 Tierras

La instalación de puesta a tierra, si resulta necesario, cumplirá con lo estipulado en la normativa vigente en relación con las condiciones de puesta a tierra en plantas solares conectadas a la red de baja tensión.

Los sistemas de puesta a tierra, si fuesen necesarios, utilizados en esta planta solar cumplirán los siguientes requisitos:

- Resistente a tensiones mecánicas y corrosión.
- Resista, desde un punto de vista térmico, la corriente de falla más alta determinada en el cálculo.
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a los voltajes que aparecen durante una falla a tierra en los sistemas de puesta a tierra.
- Proteja los daños a la propiedad y al equipo y garantice la confiabilidad de la estación transformadora.

La línea de tierra que pertenece al sistema de tierra de Protección debe conectar los siguientes elementos:

- Estructura metálica.
- Envolvente metálica de cajas de baja tensión.
- Todos los inversores.

Todas las conexiones a tierra de la estructura de soporte para los paneles solares en la instalación solar estarán conectadas a una tierra independiente de la de neutro de la red eléctrica.

1.9.7 Cuadro de baja tensión de AC

Relé diferencial

El sistema de protección cumplirá con las exigencias establecidas en la normativa vigente. El relé diferencial actuará sobre el interruptor automático general, con la opción de sustituirlos por otros diferentes siempre que sus características técnicas sean las exigidas y cumplan con la norma vigente.

Reaccionarán con toda intensidad al desviar a tierra cualquier cosa que alcance o exceda el valor de sensibilidad del interruptor.

La capacidad de maniobra debe garantizar una desconexión perfecta en caso de cortocircuito y derivación simultánea a tierra.

Interruptor automático general e individual.

Este elemento permite aislar los inversores de la red general en caso de falla.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isadoc.citnavarra.com/cs/v/US200W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

Todas las instalaciones estarán equipadas con protecciones en cabeza, y su acción se retrasará en función de su distancia a las líneas de generación, con la intención de aislar la zona de falla sin detener toda la instalación. Su diseño coincide con las condiciones de carga individuales y, en consecuencia, garantiza operaciones impecables y confiables.

1.9.8 Sistema de monitorización

El sistema de comunicaciones con el inversor se realizará a través del sistema wifi incorporado por el propio inversor.

Mediante este sistema de comunicación se pueden configurar los inversores, ver su estado, estadísticas de producción, e incluso se pueden enviar correos electrónicos en caso de error.

El sistema de monitoreo será fácilmente accesible por el usuario. En principio, se integrará en los inversores, aunque podría estar disponible un sistema adicional.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
---	--	----------------------

2. ELEMENTOS DE INSTALACIÓN

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	--	---------------

2.1 Objetivo

En este apartado se definirán los distintos elementos que componen la instalación.

2.1.1 Paneles solares

La siguiente tabla muestra las características de los paneles solares elegidos:

JAM72D40 595/MB

Datos Eléctricos						
Modelo	N° de celdas	Potencia nominal 0/+3%	Corriente nominal	Tensión nominal	Corriente de cortocircuito	Tensión en circuito abierto
JAM72D40 595/MB	144	595W	13,33A	44,64V	13,99A	52,58V
Características físicas						
Modelo	Longitud	Anchura	Altura	Peso		
JAM72D40 595/MB	2278mm	1134mm	30mm	31,8Kg		

Estas características son las específicas en condiciones estándar de 1000W/m2, temperatura de la celda de 25°C y una masa de aire AM 1.5.

Este tipo de panel solar utiliza medias células de silicio monocristalino que garantizan el máximo rendimiento en la producción de electricidad cuando existe radiación solar. Los paneles solares incluyen dos cables de conexión prefabricados, con una longitud de 0,3 m el positivo y de 0,4 m el negativo y una sección de 4 mm², con sistemas de conexión compatibles con MC4.

2.1.2 Grupos de String

Diez grupos de string contarán con 18 paneles solares conectados en, de modo que el voltaje de salida a la potencia máxima será de 803,52V, y la corriente será de 13,33A y tienen una potencia de 10.530,00Wp.

2.1.3 Estructura de soporte

La estructura será de aluminio. Los elementos de fijación de la estructura al tejado serán de acero inoxidable, y sujetarán toda la estructura. Las fijaciones que unen los paneles solares a la estructura de aluminio serán de aluminio.

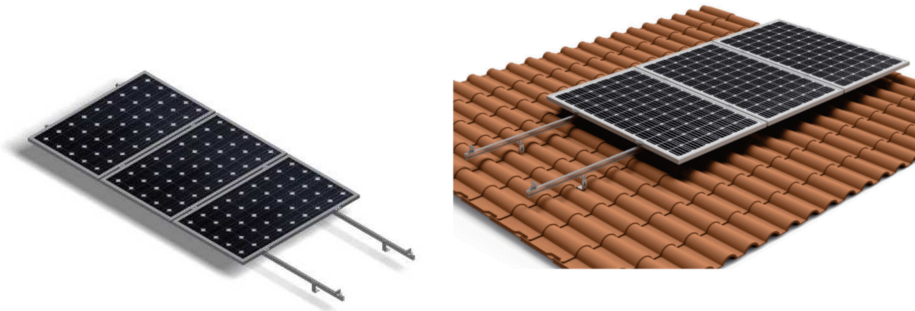


GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA

http://isidco.citnavarra.com/cs/USZ00W6LBKWTZJD

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO



2.1.1 Inversores trifásicos

Se colocarán 2 inversores trifásicos de 36,0kW con una potencia total de 72,0kW.

Los inversores trifásicos funcionan con la máxima potencia posible (control del punto de máxima potencia) de los paneles solares. Cuando la radiación solar que cae sobre los paneles solares no es suficiente para suministrar energía a la red, los inversores dejan de funcionar. Dado que la energía consumida por la electrónica proviene de los paneles solares, por la noche los inversores sólo consumen una pequeña cantidad de energía procedente de la red de la compañía eléctrica. Se garantiza que la fabricación de los inversores cumple con todas las normas de seguridad vigentes.

Los inversores se desconectarán en las siguientes circunstancias:

- Fallo en la red eléctrica: En caso de interrupción de la alimentación de la red eléctrica, el inversor dejará de producir y, por lo tanto, se desconectará a sí mismo; es antiisla y se reconectará cuando se restablezca la tensión en la red.
- Tensión fuera de rango: Si la tensión de la red eléctrica es superior o inferior a la tensión de funcionamiento del inversor, se desconectará automáticamente y esperará a que se den las condiciones de funcionamiento más favorables.
- Frecuencia fuera de rango: Si la frecuencia de la red eléctrica está fuera del rango admisible, el inversor dejará de funcionar inmediatamente, ya que puede deberse a una red aislada o inestable.
- Sobrecalentamiento: El inversor dispone de un sistema de refrigeración por convección natural. Si la temperatura interna del equipo aumenta, el equipo está diseñado para proporcionar menos potencia para no exceder la temperatura máxima. Si se excede esta temperatura, se desconecta automáticamente.
- Protección de la conexión inversa de la entrada de DC.
- Detección de la resistencia de aislamiento.
- Detección de dispositivo de corriente residual (RCD).
- Protección de sobreintensidad de salida.
- Las características técnicas suministradas por el fabricante del inversor en cuestión se muestran en la siguiente tabla:

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isadco.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

Datos técnicos	
Modelo	HUAWEI SUN2000 36KTL-M3
Potencia nominal de salida	36,0kW
Potencia máxima de salida	40,0kW (cos φ = 1)
Potencia aparente máxima	40,0kVA
Corriente nominal de salida	52,0A (230V)
Factor de potencia de salida	0.8 LG a 0.8 LD (elegible)
Frecuencia de salida	50Hz / 60Hz
Número de puntos de trabajo MPPT	04
Número máximo de entradas por MPPT	02
Corriente de entrada máxima por MPPT	26,0A
Rango de tensión de funcionamiento del MPPT	200 - 1000 Vdc
Rango de temperatura de funcionamiento	-25°C / 60°C
Tensión máxima de entrada	1.100Vdc
Distorsión armónica total máxima	<3 %
Humedad relativa	De 0 a 100 %
Máxima eficiencia	98,7%
Tipo de refrigeración	Convección natural
Datos mecánicos	
Armario de 640x530x270mm (ancho x alto x fondo) (43 kg)	
Grado de protección IP-65	



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA

http://isad4.citnavarra.com/cs/US200WEL5WVZJD

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

Tiene la marca CE y cumple con las normas EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2, G98, G99, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TOR D4, NRS 097-2-1, IEC61727, IEC62116, DEWA 2.0.

Los inversores SUN2000 36KTL-M3 tienen un grado de protección IP-65, lo que significa que son adecuados para su instalación en exterior.

2.1.2 Cableado

Para la conexión de los grupos de string al inversor, el tipo de cableado a utilizar será H1Z2Z2-K. Se fabricará según las normas IEC 62930 y EN 50618. Conductor de cobre, con una sección de 1x6mm². Aislamiento libre de halógenos reticulado. Tensión nominal de 600/1000V para CA y 1800V para CC. Temperatura máxima del conductor de 120°C, y temperatura ambiente de funcionamiento de -40°C a 90°C. Cables solares para uso en sistemas fotovoltaicos, aplicaciones subterráneas, exteriores e interiores y para uso en conductos de cables.

Para la conexión del inversor al cuadro de protección, el tipo de cableado a utilizar será RV-K. Se fabricará con la norma EN/IEC60332-1-2, no propagación de la llama. Conductor de cobre, con una sección de 5x35mm². Aislamiento de XLPE (polietileno reticulado). Tensión nominal de 600/1000V. Y una temperatura de -40°C a 90°C. Cable de distribución de energía de baja tensión para instalaciones al aire, entubadas y/o enterradas.

Para la conexión del cuadro de protección al cuadro del suministro, el tipo de cableado a utilizar será RV-K. Se fabricará con la norma EN/IEC60332-1-2, no propagación de la llama. Conductor de cobre, con una sección de 5x95mm². Aislamiento de XLPE (polietileno reticulado). Tensión nominal de 600/1000V. Y una temperatura de -40°C a 90°C. Cable de distribución de energía de baja tensión para instalaciones al aire, entubadas y/o enterradas.

2.1.3 Cuadro de protección de baja tensión CA

Este cuadro irá situado preferentemente dentro del suministro del cliente.

Interruptor automático y diferencial Individual.

El Interruptor automático individual tendrá una corriente nominal de 70A, 3 polos y 35kA de capacidad nominal de corte en cortocircuito. La tensión de trabajo será de 400/230V AC. El interruptor automático cumple con la norma internacional EN/IEC 60898-1.

El interruptor automático diferencial consistirá en un toroidal que sólo agrupará las tres fases (sin incluir la tierra), porque no hay neutro, con un mecanismo de bobina de disparo que hará saltar el interruptor automático. Tendrá una sensibilidad ajustable entre 30mA y 1000mA y de curva tipo A, con la opción de sustituirlos por otros diferentes siempre que sus características técnicas sean las exigidas y cumplan con la normativa vigente. El interruptor automático diferencial cumplirá con la norma internacional EN/IEC 61009-1.

Para ello, debe pasar por todos los cables que alimentan el equipo receptor, incluido el neutro.

- Interruptor automático del inversor: Conexión y desconexión automática de la planta solar en caso de caída de la tensión o de la corriente de la red.
- Protección del inversor de frecuencia máxima y mínima (52 y 48 Hz respectivamente) y de tensión máxima y mínima (1,1 y 0,85 Um respectivamente). Esta protección está integrada en los inversores.

El restablecimiento del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión de la planta solar a la red de baja tensión, será automático una vez que la compañía eléctrica haya restablecido la tensión. Esto es gestionado por los inversores. El estado del contactor (encendido/apagado) debe estar claramente indicado en la parte frontal del equipo en un lugar destacado.

Interruptor automático General.

El Interruptor automático general tendrá una corriente nominal de 250A regulado a 125A, 4 polos y 42kA de capacidad nominal de corte en cortocircuito. La tensión de trabajo será de 400/230V AC. El interruptor automático cumple con la norma internacional EN/IEC 60898-1.



**GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA**

http://isado.cifnavarra.com/cs/v1/US200W6LSKWTZJD

Nº: 2025-1266-0

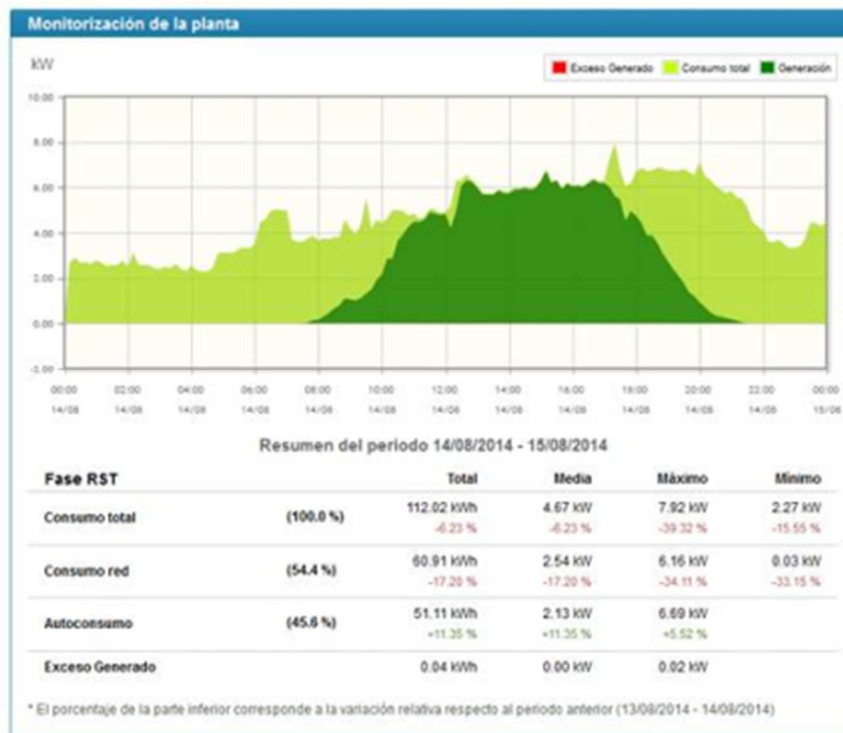
Fecha: 28/5/2025

VISADO

Todas las instalaciones estarán equipadas con protecciones en cabeza, y su acción se retrasará en función de su distancia a las líneas de generación, con la intención de aislar la zona de falla sin detener toda la instalación. Su diseño coincide con las condiciones de carga individuales y, en consecuencia, garantiza operaciones impecables y confiables.

2.1.4 Sistema de comunicaciones

Aunque el inversor ya dispone de un sistema propio para monitorizar la producción de la instalación solar fotovoltaica que se visualiza a través de una plataforma web o a través de un Smartphone, en este proyecto será obligatorio también la instalación de un dispositivo ITR Laceal 2.0 para que Gobierno de Navarra pueda visualizar todas sus plantas fotovoltaicas en una misma plataforma.



Tanto el consumo total de la nave como la generación fotovoltaica se visualizarán en la monitorización que posee el ITR2.0.

El inversor también debe ser monitorizado en su plataforma web: Huawei FusionSolar. Interfaz Ethernet integrada para la transmisión de datos y la actualización del software.

- Detección automática de dispositivos y asignación de direcciones de bus RS485, máximo 10 dispositivos.
- Opciones de configuración para controlar la potencia reactiva (por ejemplo, cos-phi).
- Envío por correo electrónico en caso de error.
- Fácil configuración de los inversores mediante navegador. Los ajustes se pueden copiar a otros dispositivos del mismo tipo.
- Convertidor Modbus RTU a Modbus TCP con función broadcast para el control simultáneo de todos los inversores.
- Visualización mediante app desde el móvil.

2.1.5 Contador de medida

Se colocará un contador de energía eléctrica dentro de un cuadro homologado por la compañía eléctrica que será el encargado de indicar la energía producida e inyectada a la red, siempre y cuando la compañía eléctrica lo exija.

2.1.6 Vatímetro

Se colocará un equipo de medida instantánea de la energía eléctrica dentro del cuadro de protección existente en el suministro. Este equipo servirá para captar todos los parámetros eléctricos necesarios para poder funcionar sin vertido si fuera necesario.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/ics/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
---	--	----------------------

3. ANEXO I. INVERSOR Y PLACAS

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	--	---------------

Harvest the Sunshine

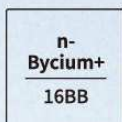
605W



JA SOLAR

JAM72D40 MB n-type Double Glass Bifacial Modules

Premium Cells



MBB Half-Cell
Technology

26%



Cell Conversion
Efficiency

Premium Modules



Higher power
generation better LCOE



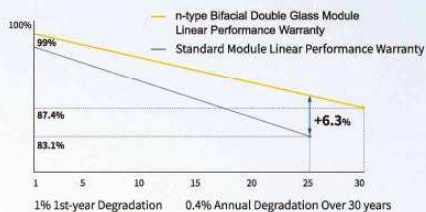
n-type with very
Lower LID



Better Temperature
Coefficient



Better low irradiance
response



12-year product
warranty



30-year linear power
output warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC 62941: 2019 Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Quality system for PV module manufacturing



DEEP BLUE 4.0 Pro



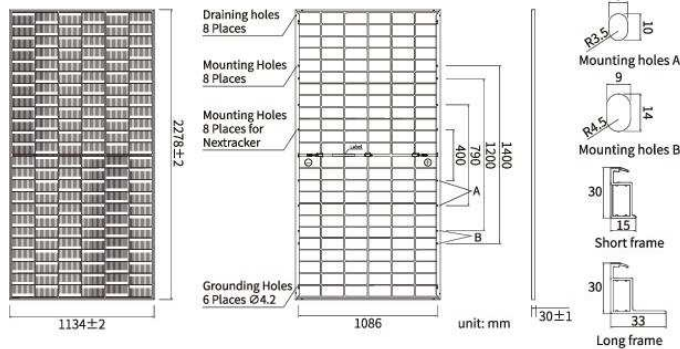
GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isadoc.citnavarra.com/cs/USZ001W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

JAM72D40 MB

n-type Double Glass Bifacial Modules



MECHANICAL PARAMETERS

Cell	Mono
Weight	31.8kg
Dimensions	2278±2mm×1134±2mm×30±1mm
Cable Cross Section Size	4mm²(IEC), 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3diodes
Connector	QC 4.10-351/ MC4-EVO2A
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-) Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)
Front Glass/Back Glass	2.0mm/2.0mm
Packaging Configuration	36pcs/Pallet, 720pcs/40HQ Container

Remark: customized frame color and cable length available upon request

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72D40 580/MB	JAM72D40 585/MB	JAM72D40 590/MB	JAM72D40 595/MB	JAM72D40 600/MB	JAM72D40 605/MB
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	580	585	590	595	600	605
Open Circuit Voltage (Voc) [V]	51.95	52.16	52.37	52.58	52.79	53.00
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	44.02	44.22	44.43	44.64	44.85	45.05
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.84	13.89	13.94	13.99	14.04	14.09
Maximum Power Current(Imp) [A]	13.17	13.23	13.28	13.33	13.38	13.43
Module Efficiency [%]	22.5	22.6	22.8	23.0	23.2	23.4
Power Tolerance	0~+3%					
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc (β _{Voc})	-0.250%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.290%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, AM1.5G					

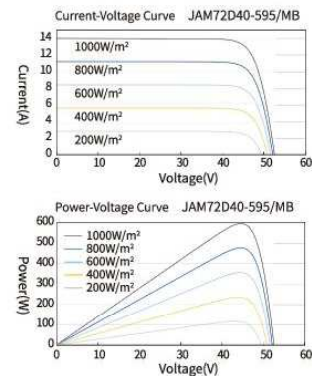
Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS WITH 10% SOLAR IRRADIATION RATIO

TYPE	JAM72D40 580/MB	JAM72D40 585/MB	JAM72D40 590/MB	JAM72D40 595/MB	JAM72D40 600/MB	JAM72D40 605/MB
Rated Max Power(Pmax) [W]	626	632	637	643	648	653
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	51.95	52.16	52.37	52.58	52.79	53.00
Max Power Voltage(Vmp) [V]	44.02	44.22	44.43	44.64	44.85	45.05
Short Circuit Current(Isc) [A]	14.95	15.00	15.06	15.11	15.16	15.22
Max Power Current(Imp) [A]	14.23	14.29	14.34	14.40	14.45	14.50
Irradiation Ratio (rear/front)	10%					

* For Nexttracker installations, maximum static load please take compatibility approve letter between JA Solar and Nexttracker for reference.
** Bifaciality=Pmax, rear/Rated Pmax, front

CHARACTERISTICS



OPERATING CONDITIONS

Maximum System Voltage	1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	30A
Maximum Static Load, Front*	5400Pa(112 lb/ft²)
Maximum Static Load, Back*	2400Pa(50 lb/ft²)
NOCT	45±2°C
Bifaciality**	80%±10%
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 29/Class C

JA SOLAR

Headquarters

No. 8 Building, Nuode Center, No.1 Courtyard, East Auto Museum Road,
Fengtai District, Beijing
Tel: +86 10 6361 1888 Fax: +86 10 6361 1999
E-mail: sales@jasolar.com marketing@jasolar.com www.jasolar.com

Specifications subject to technical changes and tests.
JA Solar reserves the right of final interpretation.

Version No. : Global-EN-20240823A

SUN2000-30/36/40KTL-M3 Smart PV Controller



Inteligente

Monitorización a nivel de string



Eficiente

Eficiencia máxima del 98.7%



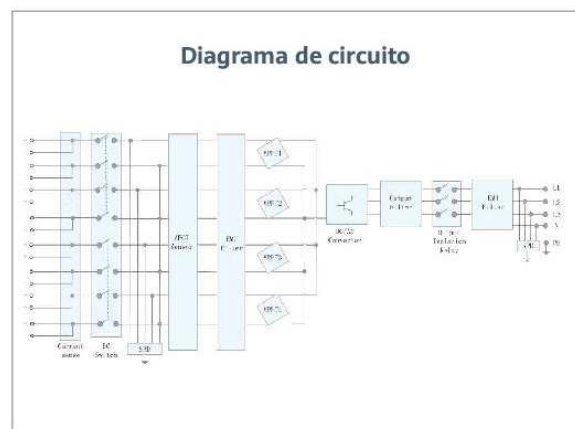
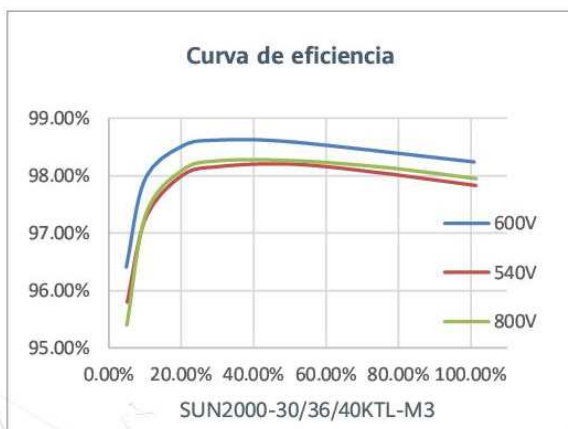
Seguro

Diseño sin fusibles



Confiable

Descargadores de sobretensión tipo II de CC y CA



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isando.cifnavarra.com/cs/v/SZ00W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

SUN2000-30/36/40KTL-M3
Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
Eficiencia			
Máxima eficiencia		98.7%	
Eficiencia europea ponderada		98.4%	
Entrada			
Tensión máxima de entrada ¹		1,100 V	
Intensidad de entrada máxima por MPPT		26 A	
Intensidad de cortocircuito máxima		40 A	
Tensión de arranque		200 V	
Rango de tensión de operación ²		200 V ~ 1000 V	
Tensión nominal de entrada		600 V	
Cantidad de entradas		8	
Cantidad de MPPTs		4	
Salida			
Potencia nominal activa de CA	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de Salida		230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE	
Frecuencia nominal de red de CA		50 Hz / 60 Hz	
Intensidad nominal de salida	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Máx. intensidad de salida	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Factor de potencia ajustable		0.8 LG ... 0.8 LD	
Máx. distorsión armónica total		< 3%	

Características y protecciones

Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Monitorización a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones de CC	Sí
Descargador de sobretensiones de CA	Sí
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
Protección ante fallo por arco eléctrico	Sí
Control del receptor Ripple	Sí
Recuperación PID integrada ³	Sí

Comunicación

Display RS485	Indicadores LED, WLAN Integrado + FusionSolar APP
Smart Dongle	Sí
Monitoring BUS (MBUS)	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Opcional) Sí (transformador de aislamiento requerido)

Especificaciones generales

Dimensiones (Ancho x Profundo x Alto)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)
Peso (Kit de herramientas para soporte de suelo incluido)	43 kg (94.8 lb)
Nivel de Ruido	< 46 dB
Rango de temperaturas en operación	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)
Ventilación	Convección natural
Max. Altitud de operación	0 ~ 4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0% RH ~ 100% RH
Conector de CC	Staubli MC4
Conector de CA	Terminal PG impermeable + conector OT/DT
Grado de Protección	IP 66
Tipología	Sin transformador
Consumo de energía durante la noche	≤ 5.5W

Compatibilidad con optimizador

Optimizador compatible con DC MBUS	SUN2000-450W-P
------------------------------------	----------------

Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)

Seguridad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Estándares de conexión a red eléctrica	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, AS/NZS 4777.2, DEWA

1. El voltaje de entrada máxima es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.
2. Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.
3. SUN2000-30~40KTL-M3 aumenta por encima de cero la tensión entre la FV- y tierra a través de la función de recuperación PID, con el fin de recuperar la degradación del módulo debido al efecto PID. Compatible con módulos tipo-P (mono, poli), tipo-N (nPERT, HIT)
SOLAR.HUAWEI.COM/ES/



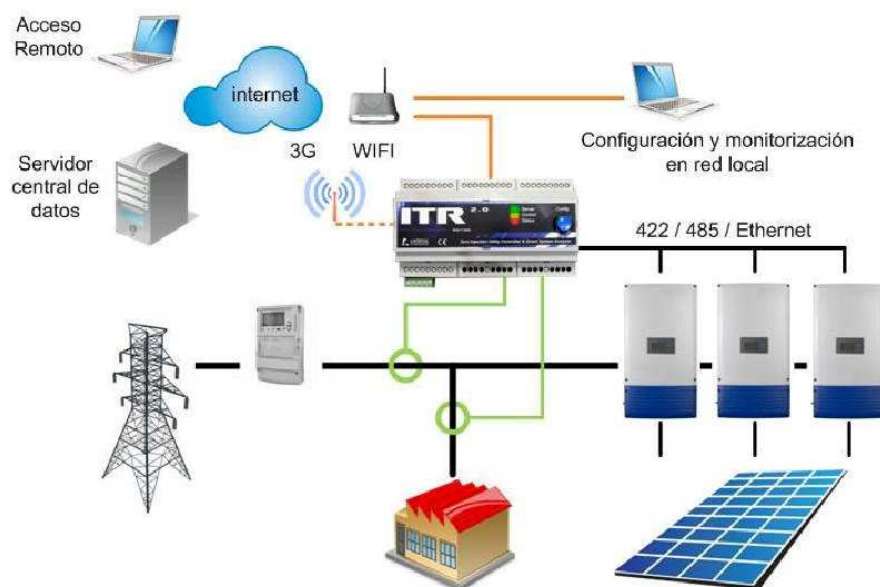
GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://visado.cifnavarra.com/cs/v/USZ001W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

ITR 2.0 Gestor de Autoconsumo e Inyección Cero

El sistema de gestión de autoconsumo e inyección cero de LACECAL es el centro de su instalación de autoconsumo instantáneo. El **doble analizador de redes trifásico de serie** le permite monitorizar los consumos y la generación de su instalación en todo momento, haciendo además la función de registrador.



Se comunica con los inversores de los principales fabricantes, limitando su producción en caso necesario para asegurar la inyección cero en la red.

Pero además, gracias a su **módulo de control de cargas**, si dispone de un depósito de ACS podrá acumular en él justo el exceso de energía sobrante, obteniendo de esta forma el máximo rendimiento de su instalación.



KOSTAL

Ingeteam



Danfoss

REFU^{sol}

powering tomorrow
Growatt



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
[http://isado.citnavarra.com/cs/v/\\$Z00W6LSKWTZJD](http://isado.citnavarra.com/cs/v/$Z00W6LSKWTZJD)

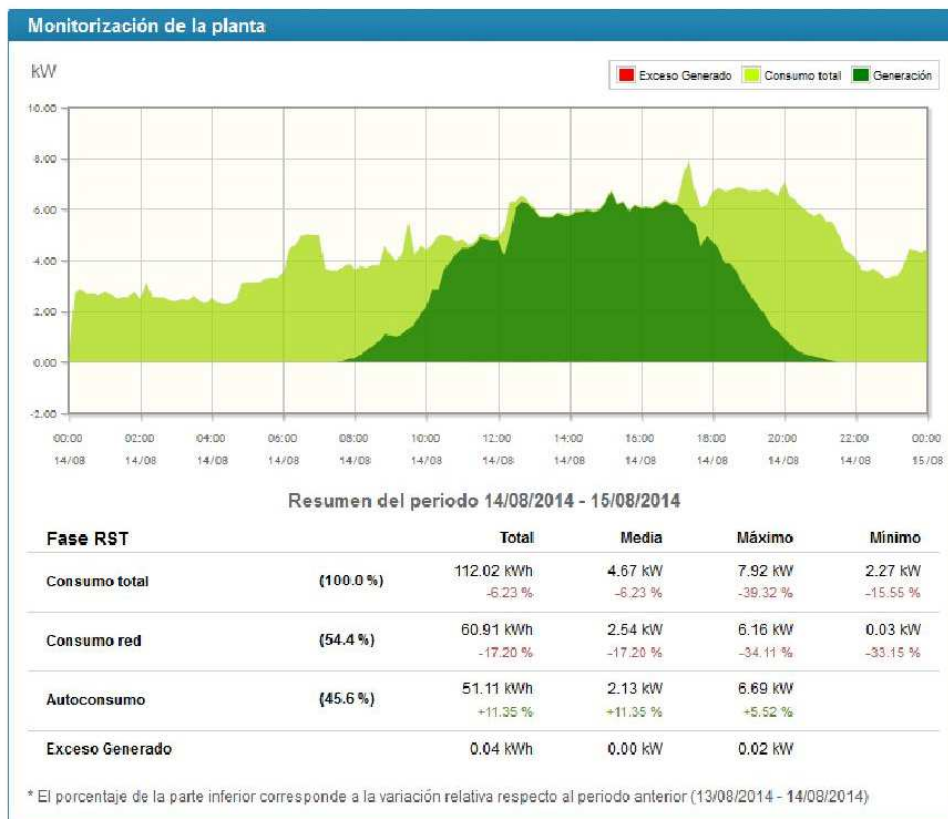
Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

La instalación y configuración del Gestor de Autoconsumo se realiza de forma sencilla y amigable gracias al **servidor WEB integrado**, que también permite el acceso al histórico de los datos almacenados.

La máxima funcionalidad la obtendrá conectando el Gestor de Autoconsumo a internet, bien mediante su red local utilizando Ethernet o WIFI, o directamente mediante un modem 3G USB estándar. De ésta forma se enviarán los datos de funcionamiento a un servidor central y podrá acceder a ellos en cualquier momento y desde cualquier lugar mediante nuestra **plataforma WEB gratuita**.

Además podrá configurar **alarmas y avisos** que se envíen a su correo electrónico ante determinados eventos, permitiendo la rápida detección de los posibles fallos en la instalación.



Especificaciones Técnicas

Alimentación	230 Vca (40% ... 115%) 50 ... 60 Hz 8 VA 14 VA (con módulos WIFI y 3G simultáneos)
Medida de tensión	10 ... 264 Vac (fase-neutro) 50 ... 60 Hz 0,03 VA
Medida de corriente	.../0,250 (0,04 VA) .../1 A (0,02 VA) .../5 A (0,5 VA)
Precisión	1 %
Comunicaciones	Ethernet RS422 / RS485 WIFI / 3G / Bluetooth mediante dispositivos USB estándar no incluidos.
Interface de usuario	Servidor WEB integrado en el equipo. Acceso mediante Ethernet o WIFI.
Registro de datos	Almacenamiento local de todos los datos de funcionamiento en SD incluida.
Conexión a internet	Ethernet / WIFI / 3G Necesaria para el envío de datos al portal web y recepción de actualizaciones de firmware automáticas.
Características Mecánicas	9 módulos DIN (159x90x58 mm) ABS UL94V-0 310 gr



LACECAL I+D

Edificio I+D, Campus Miguel Delibes.

Paseo de Belén 11

47011 Valladolid

<http://www.lacecal.es>

ingenieria@lacecal.es

+34 983 184 701



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isad.o.cifnavarra.com/cs/v/USZ00W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

4. ANEXO II. CÁLCULOS

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/v/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	-------------------------------------	--------

4.1 Caída de tensión salida general AC

La resistencia y la reactancia distribuidas a lo largo de la línea constituyen la impedancia serie de la línea.

Las características para la conexión del cuadro de protección al cuadro del suministro son:

- Tipo de cable utilizado: RV-K
- Tamaño: 95mm²
- Material conductor: Cobre
- Frecuencia: 50Hz
- Longitud del cable: 82m

4.1.1 Resistencia

La resistencia de un conductor varía con la temperatura. Conocida la resistencia R' a la temperatura base de resistencia T_0 , se puede obtener la resistencia R'_1 a otra temperatura de operación T_a mediante la expresión:

$$R'_1 = R' \cdot [1 + \alpha(T_a - T_0)]$$

α Coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura

(Cu=0,00393 °C⁻¹ Al= 0,00403 °C⁻¹)

T_0 Temperatura base de resistencia (20,00 °C)

T_a Temperatura de operación (40,00 °C)

R' Resistencia relativa del conductor a la temperatura base de resistencia

En el caso del cable para la conexión del cuadro de protección al cuadro del suministro, la R' será de 0,000210000Ω/m. Por lo tanto, la R'_1 será de 0,000226506Ω/m.

La resistencia total para la línea es:

$$R_1 = R'_1 \cdot L$$

L Longitud del conductor en metros

En el caso del cable para la conexión del cuadro de protección al cuadro del suministro, la longitud es de 82m. Por lo tanto, la R_1 será de 0,018573492Ω.

4.1.2 Reactancia inductiva

La reactancia inductiva, X_L , es la reactancia que se produce en la instalación por el hecho de tener cargas inductivas como motores o fluorescentes. Como en este caso se va a programar para que el inversor produzca la energía con un factor de potencia de 1, este tipo de reactancia será siempre cero.

Por lo tanto, la X_L será de 0Ω.

4.1.3 Impedancia final

La impedancia final, Z , será la suma de la resistencia y la reactancia:

$$Z = R_1 + jX_L$$

En el caso del cable para la conexión del cuadro de protección al cuadro del suministro, la impedancia es $Z = (18,573+j0)$ mΩ.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

4.1.4 Caída de tensión

La caída de tensión se calculará en cada caso aplicando la ley de Ohm:

$$V = I \cdot Z$$

En el caso del cable para la conexión del cuadro de protección al cuadro del suministro, la corriente máxima de trabajo es de 116,00A, por lo tanto, la caída de tensión es de 2,155V. Como la tensión entre fase y neutro es de 230V, la caída de tensión es del 0,937%, dentro de los valores exigidos.

4.2 Corriente admisible salida general AC

Se va a proceder a calcular la corriente admisible de los conductores según la norma IEC 60364-5-52, Anexo B.

Método de instalación de referencia (tabla B.52.1)
Cable unipolar o multipolar en conductos en el suelo.
Aislamiento termoestable.

La tabla B.52.1 detalla los métodos de instalación de referencia para los cuales se refieren las corrientes admisibles tabuladas en las tablas B.52.2 a B.52.13.

La siguiente tabla muestra las corrientes máximas admisibles de los conductores en sistemas monofásicos y trifásicos (tabla B.52. 3 y B.52.5).

Sección (mm ²)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
Monofásico (A)	25	33	43	53	71	91	116	139
Trifásico (A)	21	28	36	44	58	75	96	115

Sección (mm ²)	50	70	95	120	150	185	240	300
Monofásico (A)	164	203	239	271	306	343	395	446
Trifásico (A)	135	167	197	223	251	281	324	365

En este caso, es un sistema trifásico, y el cable para la conexión del cuadro de protección al cuadro del suministro tiene una sección de 95mm², por lo tanto, la máxima corriente admisible es de 197A.

4.2.1 Factor de corrección por temperatura

Cuando la temperatura ambiente en la ubicación prevista de los conductores aislados o cables difiera de la temperatura ambiente de referencia, el factor de corrección apropiado dado en la tabla B.52.15 columna XLPE y EPR debe aplicarse a los valores de las corrientes admisibles recogidas en las tablas anteriores.

Temperatura	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Factor	1,07	1,04	1	0,96	0,93	0,89	0,85	0,8	0,76	0,71	0,65	0,6	0,53	0,46	0,38

En este caso, la temperatura ambiente de referencia es de 20°C, y la temperatura ambiente de la ubicación es de 40°C, por lo tanto, el factor de corrección por temperatura es de 0,85.

4.2.2 Factor de corrección por número de circuitos

Cuando hay más de un circuito por la misma canalización en la ubicación prevista de los conductores aislados o cables, el factor de corrección apropiado dado en las tablas B.52.19 debe aplicarse a los valores de las corrientes admisibles recogidas en las tablas anteriores.

Nº circuitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Factor	1	0,8	0,7	0,65	0,6	0,6	0,53	0,5	0,47	0,45

Nº circuitos	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Factor	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,33	0,31	0,3	0,29

En este caso, el cableado para la conexión del cuadro de protección al cuadro del suministro es de 1 solo circuito, por lo tanto, el factor de corrección es de 1,00.

4.2.3 Resultado de los factores de corrección

Ahora se va a corregir las corrientes admisibles según los diferentes factores para comprobar que se ha elegido adecuadamente las secciones de los cables.

En este caso, el cable para la conexión del cuadro de protección al cuadro del suministro es de una sección de 95mm², que corresponde a una máxima corriente admisible de 197A, trabajando a una temperatura ambiente de 40°C con un factor de corrección de 0,85, de 1 solo circuito que corresponde a un factor de corrección de 1,00. Así que la corriente máxima admisible es de 167,45A, y la corriente máxima de trabajo es de 116,00A, con lo cual es correcto.

4.3 Caída de tensión salida del inversor AC

La resistencia y la reactancia distribuidas a lo largo de la línea constituyen la impedancia serie de la línea.

Las características para la conexión del inversor al cuadro de protección son:

- Tipo de cable utilizado: RV-K
- Tamaño: 35mm²
- Material conductor: Cobre
- Frecuencia: 50Hz
- Longitud del cable: 5m

4.3.1 Resistencia

La resistencia de un conductor varía con la temperatura. Conocida la resistencia R' a la temperatura base de resistencia T₀, se puede obtener la resistencia R'₁ a otra temperatura de operación T_a mediante la expresión:

$$R'_1 = R' \cdot [1 + \alpha(T_A - T_0)]$$

α Coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura

(Cu=0,00393 °C⁻¹ Al= 0,00403 °C⁻¹)

T₀ Temperatura base de resistencia (20,00 °C)

T_a Temperatura de operación (40,00 °C)

R' Resistencia relativa del conductor a la temperatura base de resistencia



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isado.citnavarra.com/cs/v/IS200W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

En el caso del cable para la conexión del inversor al cuadro de protección, la R' será de $0,000570000\Omega/m$. Por lo tanto, la R_1 será de $0,000614802\Omega/m$.

La resistencia total para la línea es:

$$R_1 = R'_1 \cdot L$$

L Longitud del conductor en metros

En el caso del cable para la conexión del inversor al cuadro de protección, la longitud es de 5m. Por lo tanto, la R_1 será de $0,003074010\Omega$.

4.3.2 Reactancia inductiva

La reactancia inductiva, X_L , es la reactancia que se produce en la instalación por el hecho de tener cargas inductivas como motores o fluorescentes. Como en este caso se va a programar para que el inversor produzca la energía con un factor de potencia de 1, este tipo de reactancia será siempre cero.

Por lo tanto, la X_L será de 0Ω .

4.3.3 Impedancia final

La impedancia final, Z , será la suma de la resistencia y la reactancia:

$$Z = R_1 + jX_L$$

En el caso del cable para la conexión del inversor al cuadro de protección, la impedancia es $Z = (3,074+j0) m\Omega$.

4.3.4 Caída de tensión

La caída de tensión se calculará en cada caso aplicando la ley de Ohm:

$$V = I \cdot Z$$

En el caso del cable para la conexión del inversor al cuadro de protección, la corriente máxima de trabajo es de 58,00A, por lo tanto, la caída de tensión es de 0,178V. Como la tensión entre fase y neutro es de 230V, la caída de tensión es del 0,078%, dentro de los valores exigidos.

	Longitud (m)	Resistencia (mΩ)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
INVERSOR 1	5,00	3,07	0,18	0,08
INVERSOR 2	5,00	3,07	0,18	0,08

4.4 Corriente admisible salida del inversor AC

Se va a proceder a calcular la corriente admisible de los conductores según la norma IEC 60364-5-52, Anexo B.

Método de instalación de referencia (tabla B.52.1)
F: Cables unipolares en contacto, al aire libre.
Aislamiento termoestable.

La tabla B.52.1 detalla los métodos de instalación de referencia para los cuales se refieren las corrientes admisibles tabuladas en las tablas B.52.2 a B.52.13.

La siguiente tabla muestra las corrientes máximas admisibles de los conductores en sistemas monofásicos y trifásicos (tabla B.52.12).

Sección (mm²)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
Monofásico (A)	21	30	40	52	72	97	161	200
Trifásico (A)	21	30	40	52	72	97	135	169

Sección (mm²)	50	70	95	120	150	185	240	300
Monofásico (A)	242	310	377	437	504	575	679	783
Trifásico (A)	207	268	328	383	444	510	607	703

En este caso, es un sistema trifásico, y el cable para la conexión del inversor al cuadro de protección tiene una sección de 35mm², por lo tanto, la máxima corriente admisible es de 169A.

4.4.1 Factor de corrección por temperatura

Cuando la temperatura ambiente en la ubicación prevista de los conductores aislados o cables difiera de la temperatura ambiente de referencia, el factor de corrección apropiado dado en la tabla B.52.14 columna XLPE y EPR debe aplicarse a los valores de las corrientes admisibles recogidas en las tablas anteriores.

Temperatura	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Factor	1,15	1,12	1,08	1,04	1	0,96	0,91	0,87	0,82	0,76	0,71	0,65	0,58	0,5	0,41

En este caso, la temperatura ambiente de referencia es de 30°C, y la temperatura ambiente de la ubicación es de 40°C, por lo tanto, el factor de corrección por temperatura es de 0,91.

4.4.2 Factor de corrección por número de circuitos

Cuando hay más de un circuito por la misma canalización en la ubicación prevista de los conductores aislados o cables, el factor de corrección apropiado dado en las tablas B.52.17 debe aplicarse a los valores de las corrientes admisibles recogidas en las tablas anteriores.

N° circuitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Factor	1	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72

N° circuitos	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Factor	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72

En este caso, el cableado para la conexión del inversor al cuadro de protección es de 1 solo circuito, por lo tanto, el factor de corrección es de 1,00.

4.4.3 Resultado de los factores de corrección

Ahora se va a corregir las corrientes admisibles según los diferentes factores para comprobar que se ha elegido adecuadamente las secciones de los cables.

En este caso, el cable para la conexión del inversor al cuadro de protección es de una sección de 35mm², que corresponde a una máxima corriente admisible de 169A, trabajando a una temperatura ambiente de 40°C con un factor de corrección de 0,91, de 1 solo circuito que



**GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA**

http://isadoc.cifnavarra.com/cs/vl/\$200W6LSKVZJJD

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

corresponde a un factor de corrección de 1,00. Así que la corriente máxima admisible es de 153,79A, y la corriente máxima de trabajo es de 58,00A, con lo cual es correcto.

	Sección (mm ²)	Corriente máxima (A)	Factor por temperatura	Factor por n° circuitos	Corriente admisible (A)	Corriente de trabajo (A)
INVERSOR 1	35	169	0,91	1,00	153,79	58,00
INVERSOR 2	35	169	0,91	1,00	153,79	58,00

4.5 Caída de tensión DC

La resistencia y la reactancia distribuidas a lo largo de la línea constituyen la impedancia serie de la línea.

Las características para la conexión de las placas al inversor:

- Tipo de cable utilizado: H1Z2Z2-K
- Tamaño: 6mm²
- Material conductor: Cobre
- Frecuencia: 50Hz
- Longitud del cable: 125m (String 2.2)

4.5.1 Resistencia

La resistencia de un conductor varía con la temperatura. Conocida la resistencia R' a la temperatura base de resistencia T₀, se puede obtener la resistencia R'₁ a otra temperatura de operación T_a mediante la expresión:

$$R'_1 = R' \cdot [1 + \alpha(T_A - T_0)]$$

α Coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura (Cu, 0,00395 °C⁻¹)

T₀ Temperatura base de resistencia (20,00 °C)

T_a Temperatura de operación (40,00 °C)

R' Resistencia relativa del conductor a la temperatura base de resistencia

En el caso del cable para la conexión de las placas al inversor, la R' será de 0,003325000Ω/m. Por lo tanto, la R'₁ será de 0,003587675Ω/m.

La resistencia total para la línea es:

$$R_1 = R'_1 \cdot L$$

L Longitud del conductor en metros

En el caso del cable para la conexión del cuadro de protección al cuadro del suministro, la longitud es de 125m. Por lo tanto, la R₁ será de 0,448293125Ω.

4.5.2 Reactancia inductiva

La reactancia inductiva, X_L, es la reactancia que se produce en la instalación por el hecho de tener cargas inductivas como motores o fluorescentes. Como en este caso la corriente continua generada por las placas no tiene ninguna afección en las corrientes inductivas, no existe la reactancia inductiva.

Por lo tanto, en este caso la X_L será de 0Ω.



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA

http://isado.citnavarra.com/cs/v/US200W6LSKWTZJD

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

4.5.3 Impedancia final

La impedancia final, Z, será la suma de la resistencia y la reactancia:

$$Z = R_1 + jX_L$$

En el caso del cable para la conexión de las placas al inversor, la impedancia es $Z = (448,459+j0) \text{ m}\Omega$.

4.5.4 Caída de tensión

La caída de tensión se calculará en cada caso aplicando la ley de Ohm:

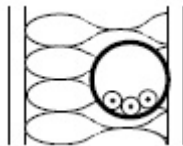
$$V = I \cdot Z$$

En el caso del cable para la conexión de las placas al inversor, la corriente máxima de trabajo que se toma la de cortocircuito, es de 13,99A, la caída de tensión es de 6,274V. Como la tensión máxima de trabajo es de 803,52V, la caída de tensión es del 0,781%, dentro de los valores exigidos.

	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Resistencia (mΩ)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
String STR1.1	105	6	376,71	5,27	0,656
String STR1.2	110	6	394,64	5,52	0,687
String STR1.3	96,5	6	346,21	4,84	0,602
String STR1.4	92	6	330,07	4,62	0,575
String STR2.1	120	6	430,52	6,02	0,749
String STR2.2	125	6	448,46	6,27	0,780
String STR2.3	94	6	337,24	4,72	0,587
String STR2.4	89,5	6	321,10	4,49	0,559

4.6 Corriente admisible DC

Se va a proceder a calcular la corriente admisible de los conductores según la norma IEC 60364-5-52, Anexo B.

Método de instalación de referencia (tabla B.52.1)	
	A1: Conductores aislados en un tubo dentro de una pared Aislamiento termoestable.

La tabla B.52.1 detalla los métodos de instalación de referencia para los cuales se refieren las corrientes admisibles tabuladas en las tablas B.52.2 a B.52.13.

La siguiente tabla muestra las corrientes máximas admisibles de los conductores en sistemas monofásicos (tabla B.52.2) y trifásicos (tabla B.52.4).

Sección (mm ²)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
----------------------------	-----	-----	---	---	----	----	----	----

Monofásico (A)	23	31	42	54	75	100	133	164
Trifásico (A)	20	28	37	48	66	88	117	144

En este caso, vamos a tomar los datos como si fuese un sistema monofásico, y el cable para la conexión de las placas al inversor tiene una sección de 6mm², por lo tanto, la máxima corriente admisible es de 54A.

4.6.1 Factor de corrección por temperatura

Cuando la temperatura ambiente en la ubicación prevista de los conductores aislados o cables difiera de la temperatura ambiente de referencia, el factor de corrección apropiado dado en las tablas B.52.14 debe aplicarse a los valores de las corrientes admisibles recogidas en las tablas anteriores.

Temperatura	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	85
Factor	1,15	1,12	1,08	1,04	1	0,96	0,91	0,87	0,82	0,76	0,71	0,65	0,58	0,5	0,41

En este caso, la temperatura ambiente de referencia es de 20°C, y la temperatura ambiente de la ubicación es de 40°C, por lo tanto, el factor de corrección por temperatura es de 0,91.

4.6.2 Factor de corrección por número de circuitos

Cuando hay más de un circuito por la misma canalización en la ubicación prevista de los conductores aislados o cables, el factor de corrección apropiado dado en las tablas B.52.17 debe aplicarse a los valores de las corrientes admisibles recogidas en las tablas anteriores.

N° circuitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
Factor	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38

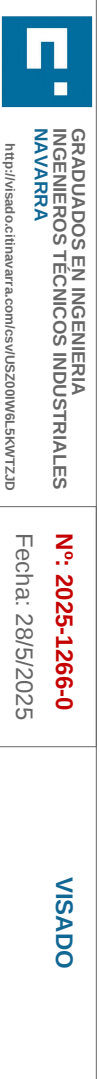
En este caso, el cableado para la conexión de las placas al inversor es de 8 circuitos, por lo tanto, el factor de corrección es de 0,52.

4.6.3 Resultado de los factores de corrección

Ahora se va a corregir las corrientes admisibles según los diferentes factores para comprobar que se ha elegido adecuadamente las secciones de los cables.

En este caso, el cable para la conexión de las placas al inversor es de una sección de 6mm², que corresponde a una máxima corriente admisible de 54A, trabajando a una temperatura ambiente de 40°C con un factor de corrección de 0,91, de 8 circuitos que corresponde a un factor de corrección de 0,52. Así que la corriente máxima admisible es de 25,55A, y la corriente máxima de trabajo es de 13,99A, con lo cual es correcto.

	Sección (mm²)	Corriente máxima (A)	Factor por temperatura	Factor por n° circuitos	Corriente admisible (A)	Corriente de trabajo (A)
String STR1.1	6	54	0,91	0,52	25,55	13,99
String STR1.2	6	54	0,91	0,52	25,55	13,99
String STR1.3	6	54	0,91	0,52	25,55	13,99
String STR1.4	6	54	0,91	0,52	25,55	13,99
String STR2.1	6	54	0,91	0,52	25,55	13,99
String STR2.2	6	54	0,91	0,52	25,55	13,99



5. ANEXO III. ESTIMACION ENERGÍA PRODUCIDA

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/vi/SZ00W6LSKWTZJD
Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
VISADO

Instalacion en cubierta CENTRO DE CONSERVACION DE CARRETERAS DE PAMPLONA, C. E,
n°14, 31012 Pamplona, Navarra

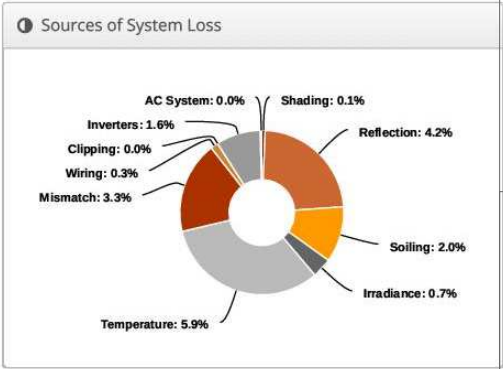
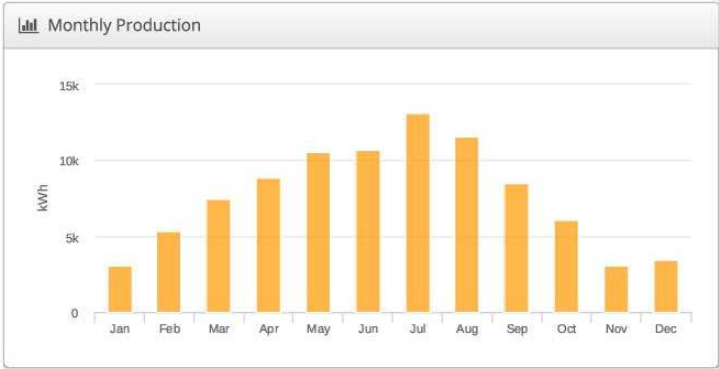
Report

Project Name	CENTRO DE CONSERVACION DE CARRETERAS DE PAMPLONA
Project Description	Instalación solar fotovoltaica en cubierta
Project Address	C. E, n°14, 31012 Pamplona, Navarra
Prepared By	Jeronimo Beracoechea jero.beracoechea@sunstroom.com

[sunstroom]
ENGINEERING S.L.

System Metrics	
Design	Instalacion en cubierta
Module DC Nameplate	75.0 kW
Inverter AC Nameplate	72.0 kW Load Ratio: 1.04
Annual Production	91.77 MWh
Performance Ratio	83.1%
kWh/kWp	1,224.1
Weather Dataset	TMY, TRW Pamplona, ECMWF/ERA (custom)
Simulator Version	6e9545e8a1-06596dbece-7f5d45512b-e056b431aa

Project Location



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isad.o.citnavarra.com/cs/v/USZ00W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO



⚡ Annual Production			
	Description	Output	% Delta
Irradiance (kWh/m²)	Annual Global Horizontal Irradiance	1,480.5	
	POA Irradiance	1,473.2	-0.5%
	Shaded Irradiance	1,471.5	-0.1%
	Irradiance after Reflection	1,409.4	-4.2%
	Irradiance after Soiling	1,381.2	-2.0%
	Total Collector Irradiance	1,381.2	0.0%
Energy (kWh)	Nameplate	103,548.4	
	Output at Irradiance Levels	102,814.1	-0.7%
	Output at Cell Temperature Derate	96,748.0	-5.9%
	Output After Mismatch	93,561.9	-3.3%
	Optimal DC Output	93,309.1	-0.3%
	Constrained DC Output	93,309.1	0.0%
	Inverter Output	91,816.2	-1.6%
	Energy to Grid	91,770.7	0.0%
Temperature Metrics			
	Avg. Operating Ambient Temp		13.3 °C
	Avg. Operating Cell Temp		30.4 °C
Simulation Metrics			
	Operating Hours	4255	
	Solved Hours	4255	

☁ Condition Set				
Description	Condition Set 1			
Weather Dataset	TMY, TRW Pamplona, ECMWF/ERA (custom)			
Solar Angle Location	Meteo Lat/Lng			
Transposition Model	Perez Model			
Temperature Model	Sandia Model			
Temperature Model Parameters	Rack Type	a	b	Temperature Delta
	Fixed Tilt	-3.56	-0.075	3°C
	Flush Mount	-2.81	-0.0455	0°C
	East-West	-3.56	-0.075	3°C
	Carport	-3.56	-0.075	3°C
Soiling (%)	J	F	M	A
	2	2	2	2
Irradiation Variance	5%			
Cell Temperature Spread	4° C			
Module Binning Range	-2.5% to 2.5%			
AC System Derate	0.50%			
Module & Component Characterizations	Type	Component	Characterization	
	Module	JAM72D40-595/MB 2024 (JA Solar)	Spec Sheet Characterization, PAN	
	Inverter	SUN2000-36KTL-M3 (Huawei)	Spec Sheet	

📦 Components		
Component	Name	Count
Inverters	SUN2000-36KTL-M3 (Huawei)	2 (72.0 kW)
AC Home Runs	120 mm2 (Copper)	2 (240.7 m)
Strings	10 AWG (Copper)	10 (138.4 m)
Module	JA Solar, JAM72D40-595/MB 2024 (595W)	126 (75.0 kW)

👤 Wiring Zones			
Description	Combiner Poles	String Size	Stringing Strategy
Wiring Zone	-	5-17	Along Racking

🏠 Field Segments									
Description	Racking	Orientation	Tilt	Azimuth	Intrarow Spacing	Frame Size	Frames	Modules	Power
Tejado 1	Flush Mount	Landscape (Horizontal)	10°	246.69754°	0.2 m	1x1	63	63	37.5 kW
Tejado 2	Flush Mount	Landscape (Horizontal)	10°	66.249794°	0.2 m	1x1	63	63	37.5 kW



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TECNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
http://isado.cifnavarra.com/cs/v/\$Z00W6LSKWTZJD

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

Detailed Layout2



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TECNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://sindicatoindustrialnavarra.com/ics/vhs/200W6L5KMTZJD>

N°: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

6. ANEXO IV. INFORME DE CÁLCULO ESTRUCTURA ALUMINIO

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/ics/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	--	---------------

Fischer Ibérica, S.A.U.
Klaus Fischer, 1
43300 MONT - ROIG DEL CAMP
TARRAGONA (SPAIN)

Informe de cálculo - S25-0222

7 de abril de 2025

El siguiente informe se ha realizado en la ubicación: NAVE N°14 C/E, 31012 P.I. LANDABEN, PAMPLONA

01. ESTÁTICA DEL SISTEMA

Para el cálculo de la carga de viento, se ha realizado en acorde DB SE-AE Acciones a la edificación, 3.3, teniendo las consideraciones siguientes:

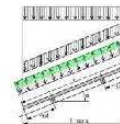
Altura del punto considerado: **5** m
Zona: **C** 29 m/s
Categoría del terreno: **IV** Zona Urbana en general, industrial o forestal

ce Valor coeficiente de exposición: 1,336
Presión dinámica $q_b = 0,526 \text{ kN/m}^2$
Densidad el aire 1,25 Kg/m^3
Provincia **Navarra**



Los resultados extraídos con los datos anteriores han sido:

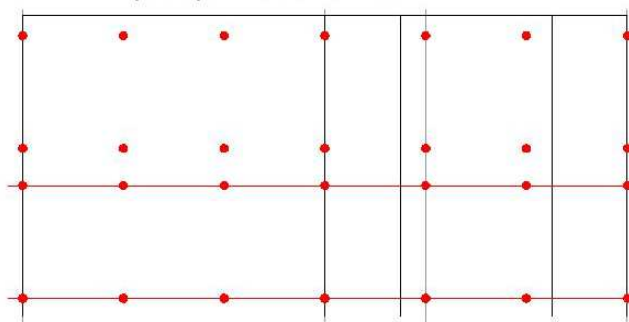
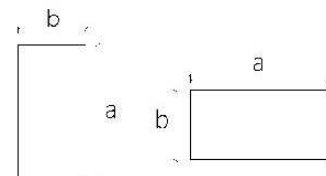
q_e presión= **0,56 kN/m^2**
 q_e succión= **0,35 kN/m^2**
 q_e nieve= **0,70 kN/m^2**



Se ha tomado en cuenta la placa solar facilitada con el el tornillo STSR M10×250 mm A2 con la resina FIS P Plus con los siguientes datos considerados:

Inclinación de la estructura: **15°**
Formato de la placa: horizontal
Peso de la placa: **31,8 Kg**

	a [mm]	b [mm]	e [mm]
Medidas de la placa:	2278	1134	30
Tipo de perfil: SolarFish H33			



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA

<http://isado.cifnavarra.com/cs/vtSZ00W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

Fischer Ibérica, S.A.U.
Klaus Fischer, 1
43300 MONT - ROIG DEL CAMP
TARRAGONA (SPAIN)

02. DISTANCIA MÁXIMA AXIAL ENTRE ANCLAJES

Se supone que todas las cargas (peso de la estructura, nieve, viento) no funcionan en el mismo momento con la máxima intensidad, pero podrían funcionar juntas con diferentes proporciones (método semiprobabilístico). Los casos más desfavorables (LC) son:

LC1: $1.35 \cdot \text{peso de la estructura} + 1.5 \cdot (\text{nieve} + 0.6 \cdot \text{viento})$

LC2: $1.35 \cdot \text{peso de la estructura} + 1.5 \cdot (0.5 \cdot \text{nieve} + \text{viento})$

LC3: $0.9 \cdot \text{peso de estructura} + 1.5 \cdot \text{viento}$

LC1 y LC2 son las peores condiciones para el viento en presión, LC3 para el viento en succión.

Los coeficientes 1,35, 1,5 y 0,9 se utilizan como estado límite último "elástico" de los elementos, donde las tensiones se limitan a $R_{p0,2}$. Al mismo tiempo, las estructuras tienen que satisfacer el estado límite de trabajo para deformaciones excesivas: este cálculo se realiza teniendo los anteriores coeficientes y las deformaciones limitadas a $1/250$ de distancia entre soportes.

Se extraen los diagramas de fuerzas del perfil **SolarFish H33** con la reacción más desfavorable y suponiendo que el anclaje frontal se lleva toda la carga del peso propio de la placa en las consideraciones del proyecto antes descritas:

Las solicitaciones derivadas de la repercusión del área por m^2 són: **0,45 kN a succión**

Distancia máxima admisible perfil* = **1,5 m**

Distancia entre anclajes = **1,12 m**

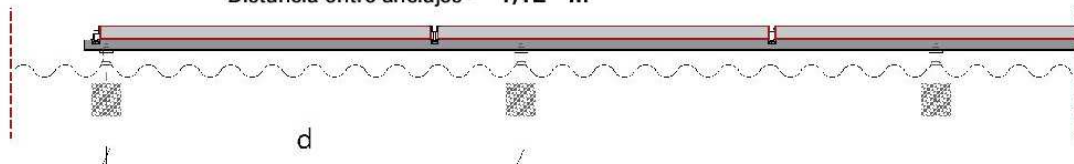


Diagrama de momentos



Diagrama de cortantes

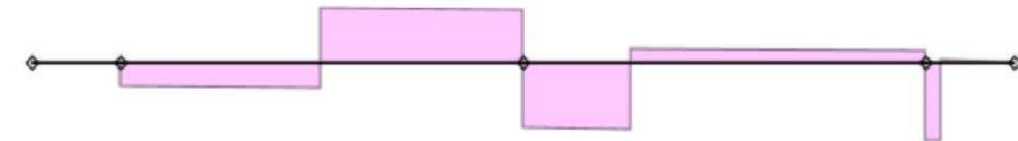


Diagrama de deformaciones

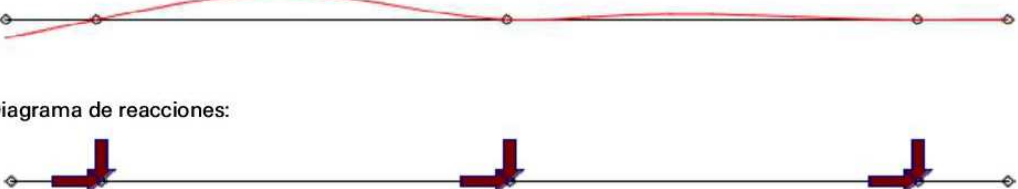


Diagrama de reacciones:

GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isadoc.citnavarra.com/cs/v/SZ00W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

Fischer Ibérica, S.A.U.
Klaus Fischer, 1
43300 MONT - ROIG DEL CAMP
TARRAGONA (SPAIN)

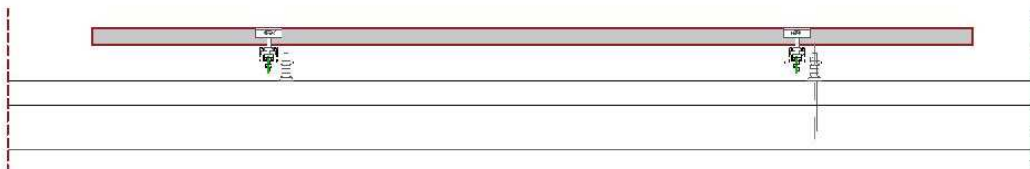
Resultados numéricos:

Num	DESPLAZAMIENTOS			REACCIONES		
	dX mm	dY mm	dZ mRad	Rx kN	Ry kN	Rz kNm
1	0.00000	-0.23244	9.29766	0.00000	-0.00000	0.00000
2	0.00000	0.00000	9.29765	-0.03420	-0.12061	0.00000
3	0.00000	0.00000	-3.49015	-0.07691	-0.46631	-0.00000
4	0.00000	0.00000	3.49015	-0.07691	-0.46631	0.00000
5	0.00000	0.00000	-9.29765	-0.03420	-0.12061	0.00000
6	0.00000	-0.23244	-9.29766	0.00000	-0.00000	0.00000
TOTAL				-0.22222	-1.17384	0.00000

Comprobación de la flexión máxima admisib $3,560 \text{ mm} \leq f_{\max}$
 $3,560 \text{ mm} \leq L/250$
 $3,560 \text{ mm} \leq 4,48 \text{ mm}$ OK

RxMAX= 0,0769 kN
 RyMAX= 0,4663 kN
 TOTAL= **0,47 kN**

La combinada de la reacción más desfavorable e: **0,47 kN** considerada ya mayorada (con el coeficiente ya aplicado). Esta carga es la más desfavorable que tiene que soportar cada punto de anclaje.



03. CARGA SEGÚN TIPO DE CUBIERTA

Nuestra varilla roscada FIS A 10 x 1000 en A4 (acero AISI 316) resiste una sollicitación a tracción admisible de 9,26 kN con el coeficiente de mayoración utilizado de sobrecarga 1,5.

La resistencia del tornillo STSR es más que suficiente para soportar la carga mencionada anteriormente. Por lo tanto, la distancia entre fijaciones depende de la flexión del perfil.

$0,47 \text{ kN} \leq 9,26 \text{ kN}$ OK

Al desconocer la sección exacta de la viga, se realiza el cálculo en una viga de hormigón comprimido calidad HA-25 con unas distancias mínimas de 100mm de profundidad y 90mm de ancho, situando el anclaje con nuestra resina FIS P Plus a una profundidad de anclaje de 60mm.

$0,47 \text{ kN} \leq 2,73 \text{ kN}$ OK

Todos los productos deben ser utilizados e instalados estrictamente siguiendo las instrucciones de operación publicadas por fischer.

Es responsabilidad del usuario verificar si las condiciones en el sitio y los componentes, anclajes, equipos, etc. que pretende utilizar son de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente.

Si en algún caso no corresponde con la realidad el resultado deja de ser válido.

Espero que esta información sea de utilidad.

Gerard Illas | Responsable del Departamento Técnico
 Fischer Ibérica, S.A.U.
 Klaus Fischer, 1 43300 - Mont-roig del Camp (TARRAGONA)
 e-mail: gerard.illas@fischer.es

GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
http://isadoc.citnavarra.com/cs/v/SZ001W6LSKWTZJD

Nº: **2025-1266-0**
 Fecha: 28/5/2025

VISADO

7. ANEXO V. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/ics/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	-------------------------------------	--------

7.1 ANTECEDENTES

Denominación obra prevista: CUBIERTA SOLAR FOTOVOLTAICA.

- DE SUNSTROOM ENGINEERING, S.L. A GOBIERNO DE NAVARRA

Parcela Catastral 310000000002201045HR, en la parcela 1331 del polígono 7 en el municipio de Pamplona (Navarra).

Ubicación obra prevista: Parcela Catastral 310000000002201045HR, en la parcela 1331 del polígono 7 en el municipio de Pamplona (Navarra).

OBLIGATORIEDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD ó ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD (Según art. 4 del R.D. 1627/1997)

Presupuesto de Ejecución por Contrata: 79.871,41 euros, es decir, menos de 450.759 euros

Duración estimada de la obra: más de 30 días

Nº de operarios simultáneos en la obra: 6 operarios

Obras especiales (túneles, galerías, etc.): No

Conclusión: La obra requiere ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

7.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PREVISTA

El proyecto contempla las obras necesarias para la realización de la instalación de una cubierta solar fotovoltaica para autoconsumo sobre el tejado de un suministro existente, conectada a la red eléctrica interna de Baja Tensión con una potencia fotovoltaica de 85.680Wp.

7.3 INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA

7.3.1 SERVICIOS HIGIÉNICOS

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D. 1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican a continuación:

- Vestuarios con asientos y taquillas.
- Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo.
- Duchas, con agua fría y caliente.
- Retretes.

7.3.2 PRIMEROS AUXILIOS

De acuerdo con el apartado A3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá:

- Botiquín portátil de primeros auxilios, situado en la caseta del encargado, o en caso de no existir por la brevedad de las obras, estará ubicada en la furgoneta de transporte de trabajadores, que estará en todo momento en la obra, conteniendo el material necesario para efectuar pequeñas curas.
- Estos serán revisados mensualmente y se repondrá el material consumido.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/\$Z00W6LSKMTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

7.3.3 ASISTENCIA SANITARIA

7.3.3.1 Normas de actuación:

- Estará prohibido el traslado de heridos en vehículos particulares, a no ser que se trate de una lesión leve.
- Cuando se prevea que se han producido lesiones en la cabeza, NO QUITAR EL CASCO DE LA CABEZA.
- Estará prohibido el traslado de heridos por personal de obra, cuando éste haya sufrido un tipo de accidente de los mencionados a continuación: caídas a distinto nivel, atropellos de vehículos y golpes en la cabeza.
- En caso de duda se trasladará al herido al centro hospitalario que decida el personal médico a quien se solicite ayuda.
- Nunca se dejará al herido solo, ni en la obra ni en el centro hospitalario.
- Estará prohibido el trabajo de las máquinas y la circulación de vehículos, cuando exista una ambulancia en la obra o sus inmediaciones.

7.3.3.2 Asistencia primaria:

Para asistencia primaria (Urgencias), el centro sanitario más próximo, es el siguiente:

- CENTRO DE SALUD DE SAN JORGE situado en la CALLE SANDUCELAY, S/N de dicha localidad de Pamplona, a una distancia de la obra de 2,50 km (6 minutos en coche).
- Si el accidente es leve, también se podrá trasladar al herido a un centro asistencial de la Mutualidad que tenga contratada la empresa que ejecute las obras.

7.3.3.3 Asistencia especializada:

En casos graves, se deberá solicitar ayuda a los servicios de emergencias externos, llamando a:

SOS, Teléfono 112

7.4 INFORMACIÓN Y FORMACIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

El contratista deberá de informar a sus trabajadores de los riesgos en la empresa y en el puesto de trabajo, de las medidas de prevención y de emergencia.

El contratista también deberá de garantizar que los trabajadores reciban una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada en materia preventiva, adaptada al puesto de trabajo y a la evolución de los riesgos que se presenten por modificaciones operativas.

En el momento de su ingreso en la obra, todo el personal deberá recibir instrucciones adecuadas sobre el trabajo a realizar y los riesgos que pudiera entrañar, así como las normas de comportamiento que deban cumplir.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isadco.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	-------------------------------------	--------

El encargado de la obra, Jefe de obra, serán las personas acreditadas para realizar las funciones de nivel básico en materia de prevención, e instruirán en el tajo al personal de obra.

Antes del comienzo de nuevos trabajos específicos, se instruirá a las personas que en ellos intervengan, sobre los riesgos que van a encontrar.

7.5 MAQUINARIA POR UTILIZAR

A continuación, se indican las máquinas que se tiene previsto utilizar para la ejecución de las obras:

EXCAVACIÓN:

- Pala mixta, cargadora-retroexcavadora.
- Camión de transporte.

HORMIGONADO POR VERTIDO DIRECTO EN ZANJAS Y POZOS:

- Camión-hormigonera.
- Vibradora.

INSTALACIÓN TUBERÍAS Y ARQUETAS:

- Camión-pluma.
- Dumper
- Compactadora manual de rodillo.

INSTALACIÓN LÍNEAS ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN:

- Camión-pluma.
- Máquina de tendido
- Pequeñas herramientas portátiles.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN CENTRO DE MANIOBRA:

- Pequeñas herramientas portátiles.

MEDIOS AUXILIARES A UTILIZAR

Los medios auxiliares que se tiene previsto utilizar para la ejecución de las obras, serán:

- Escaleras de mano.

7.6 EVALUACIÓN DE RIESGOS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE OBRA

7.6.1 EXCAVACIONES MECÁNICAS - ZANJAS Y POZOS

7.6.1.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EVITABLES

- Caída al mismo nivel.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/SZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

- Caída a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Caída imprevista de materiales transportables.
- Desprendimiento de tierras.
- Atrapamiento. Aplastamiento.
- Ambiente pulvígeno.
- Trauma sonoro.
- Contacto eléctrico directo con líneas eléctricas en tensión.
- Contacto eléctrico indirecto con las masas de la maquinaria eléctrica.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos y pies.
- Heridas en pies con objetos punzantes.
- Explosiones de gas.
- Inundaciones.
- Incendios.
- Inhalación de sustancias tóxicas o ambientes pobres de oxígeno.
- Alcance por maquinaria en movimiento.
- Lesiones osteoarticulares por exposición a vibraciones.
- Cuerpo extraño en ojos.
- Vuelco de máquinas y camiones.
- Golpes con objetos y máquinas.
- Animales y/o parásitos.
- Contagios derivados de toxicología clandestina o insalubridad ambiental de la zona.

7.6.1.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES

- No se prevé la existencia de riesgos no evitables.

7.6.1.3 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

Desbroce y Excavación

- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza del terreno y condiciones del mismo, así como la realización de los trabajos.
- Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud adecuada a las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

- En la excavación de trincheras las inclinaciones de los taludes se corresponderán con las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural.
- En la excavación de trincheras las inclinaciones de los taludes se corresponderán con las características del terreno, según la forma y método de realizar los trabajos, pero atendiendo sobre todo a la seguridad de los trabajadores frente al riesgo de desprendimientos.
- En las excavaciones de zanjas se podrán emplear bermas escalonadas, con mesetas no mayores de 1,30 m. en cortes actualizados del terreno con ángulo entre 60° y 90° para una altura máxima admisible en función del peso específico del terreno y de la resistencia del mismo.
- Si se emplearan taludes más acentuados que el adecuado a las características del terreno, o bien se lleven a cabo mediante bermas que no reúnan las condiciones indicadas, se dispondrá de una entibación que por su forma y materiales empleados ofrezcan absoluta seguridad, de acuerdo con las características del terreno.
- Cuando no sea posible emplear taludes como medidas de protección contra desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas, y haya que realizar éstas mediante cortes verticales, deberán ser entibadas sus paredes a una profundidad igual o superior de 1,30 m. Las entibaciones deben sobrepasar en 15 cm., como mínimo el nivel del suelo, a fin de construir unos rodapiés que impidan la caída en las zanjas de objetos o materiales.
- Si se trata de excavaciones de cierta profundidad, la dirección facultativa deberá informarse de la cantidad del terreno y acerca de los diferentes estratos del terreno que deberá atravesarse durante la excavación.
- La entibación debe ser calculada por la Dirección Facultativa para las cargas máximas previsibles y en las condiciones más desfavorables.
- Cuando se utilice la retroexcavadora para la excavación de una zanja con entibación será necesario que la separación entre el tajo de la máquina y la entibación no sea mayor que vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.
- Durante la excavación de la zanja con la retroexcavadora no se encontrarán dentro del radio de acción de la misma ningún operario.
- Durante la excavación con la retroexcavadora se tendrá en cuenta que el terreno admita talud en corte vertical para la profundidad a excavar, consultándose en su caso la NTE-CCT. La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no sea mayor de una vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.
- Las máquinas que tengan que circular por obra, se mantendrán suficientemente apartadas de los bordes de la excavación para que su peso no provoque derrumbes.
- No se deberán colocar máquinas pesadas en los bordes de la zona excavada, a menos que se tomen las precauciones oportunas.
- No debe retirarse los sistemas de protección de colectiva destinados a la contención de tierras en una excavación mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,30 m. bajo el nivel del terreno.
- En general las entibaciones se quitarán cuando a juicio de la Dirección Facultativa ya no sean necesarias y por franjas horizontales empezando siempre por la parte inferior del corte.
- Las zanjas superiores a 1,30 m. de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente metálicas, que rebasen en un metro el nivel superior del corte, disponiendo

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isadco.cifnavarra.com/ics/v1/US200W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

de una escalera por cada 30 metros de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar libre de obstáculos y correctamente arriostrada.

– Antes de entrar en excavaciones en que por circunstancias especiales se prevea la existencia de ambiente tóxico o peligroso, se harán las mediciones higiénico ambientales necesarias para conocer el estado de la atmósfera en la zanja.

– Los trabajadores no podrán entrar hasta después de tener garantías, contrastada con un medidor de gases, de que la ventilación natural o forzada, asegura una atmósfera cuyo contenido de oxígeno sea superior al 19% y de que no existe ningún gas o vapor inflamable en el ambiente.

– En excavaciones de profundidad superior a 1,30 m. siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno siempre de retén en el exterior que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.

– Es necesario garantizar un sistema de bombeo de agua, proceder a la evacuación de las aguas debidas a las filtraciones que dificultan los trabajos y perjudican la firmeza de las paredes de la zanja o excavación.

– En los lugares de acusada pendiente se deberá emplear la maquinaria más adecuada a esas circunstancias, con tracción mediante orugas de cadena.

– A efectos de proteger al conductor en caso de vuelco de la máquina utilizada en la excavación, esta deberá estar dotada de pórtico de seguridad o cabina antivuelco. Para evitar daños por golpes deberá ir completada con cinturón de seguridad.

– Se evitará golpear la entibación durante las operaciones de excavación. Los codales o elementos de la misma, no para el ascenso o el descenso, ni se utilizarán para la suspensión de condiciones ni cargas.

– Se evitará la entrada de aguas superficiales a la zanja y para el saneamiento de las profundas se adoptarán las soluciones previstas en la Documentación Técnicas y/o se recabará, en su caso, la Documentación complementaria a la Dirección Facultativa.

– Los lentejones de roca que traspasen los límites de la zanja, no se quitarán ni descalzarán sin previa autorización de la Dirección Técnica de la obra.

– Como norma general se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o exista viento con una velocidad superior a 50 Km/h, en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse.

– La aparición de depósitos o canalizaciones enterradas, así como filtraciones de productos químicos o residuos industriales en el subsuelo, deben ser puestos en conocimiento de la Dirección Facultativa de la obra, para que adopte las órdenes oportunas en lo relativo a mediciones de toxicidad, límites de explosividad o análisis complementarios, previos a la reanudación de los trabajos.

– Detectada la presencia de parásitos, jeringuillas o cualquier otro vehículo de posible adquisición de enfermedad contagiosa, se procederá con sumo cuidado a la desinsectación o retirada a incinerador clínico, de los restos sospechosos.

– Los artefactos o ingenios bélicos que pudieran aparecer, deberán inmediatamente ponerse en conocimiento de la Comandancia más próxima de la Guardia Civil.

Acopio de materiales

– El acopio de materiales y las tierras extraídas en cortes de profundidad mayor 1,30 m. se dispondrán a distancia no menor de 2 m. del borde del corte y alejados de sótanos. Cuando

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/ics/vius200W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

las tierras extraídas estén contaminadas se desinfectarán así como las paredes de las excavaciones correspondientes.

Entibación

– La entibación de los laterales de la excavación de profundidad igual O superior a 1,30 m (en profundidades menores se dispondrá simplemente de un cabecero) conforme a cálculo de la Dirección Facultativa y normas al uso de la zona, que podrá ser:

- La tradicional de madera.
- Paneles de entibación de acero (escudos con o sin guías de deslizamiento)
- Máquina de entibación por presión hidráulica (Hidrapress). Tablestacado.
- Entibación "blanda" geotextil.

– La altura máxima sin entibar, en fondo de zanja no superará los 0,70 cm. O sustitutivamente se bajará el paramento de entibado y contención de tierras hasta clavarse en el fondo de la zanja, utilizando pequeñas correas auxiliares con sus codales correspondientes. En el entibado de pozos o zanjas de cierta profundidad y especialmente cuando el terreno es flojo, el forrado se hará en sentido vertical y en pases de tabla nunca superior a un metro.

– La anchura mínima aconsejable de las excavaciones será: 0,45 m. hasta 1,00 m. de profundidad, 0,65 m. hasta 1,50 m. de profundidad, 0,75 m. hasta 2,00 m. de profundidad, 0,80 m. hasta 3,00 m. de profundidad, 0,90 m. hasta 4,00 m. de profundidad, 1,00 m. para > 4,00 m. de profundidad.

– En cualquier caso, los locales de madera pueden ser sustituidos ventajosamente por metálicos (roscados o hidráulicos) provistos de extensores que se adapten a diversas anchuras de zanjas y permitan una seguridad mayor. Para el entibado "blando" con tejido de poliamida de alta tenacidad (Dupont) para zanjas de canalización, los largueros serán los de aluminio, emplazados con la cadencia prevista por el fabricante en función del tipo de terreno y profundidad de la zanja, los codales serán hidráulicos en este caso particular.

7.6.2 HORMIGONADO POR VERTIDO DIRECTO EN POZOS Y ZANJAS

7.6.2.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EVITABLES

- Caída al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desprendimiento.
- Atrapamiento con canaleta del camión hormigonera.
- Aplastamiento.
- Trauma sonoro.
- Contacto eléctrico directo con líneas eléctricas en tensión.
- Contacto eléctrico indirecto con las masas de la maquinaria eléctrica
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos y pies.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isadoc.citnavarra.com/ics/v1/SZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

- Heridas en pies con objetos punzantes.
- Atropello.
- Cuerpo extraño o salpicaduras de hormigón en ojos.
- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.

7.6.2.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES

- No se prevé la existencia de riesgos no evitables.

7.6.2.3 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

- Cuando sea imprescindible que un vehículo durante el vertido directo se acerque al borde de la zanja o talud, se dispondrán de topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo.
- Estos topes deberán estar colocados antes de las operaciones de vertido de hormigón. Las maniobras de los camiones hormigonera deberán ser dirigidas por un operario competente.
- Los conductores se apearán de los vehículos, para la descarga del material, y se ocuparán de la manipulación de los mandos para efectuar dicha operación.
- El operario que despliegue el canal de vertido de hormigón, del camión hormigonera, deberá prestar sumo cuidado para no verse expuesto a amputaciones traumáticas por cizallamiento en la operación de basculamiento y encaje de los módulos de prolongación.
- Se asignará al equipo de trabajadores, unas distancias mínimas de separación entre operarios, en función de los medios auxiliares que estén haciendo servir, para que no se produzcan alcances e interferencias entre ellos.
- En los casos en los que se utilice el motovolquete para el transporte y vertido del hormigón al interior de la zanja, se deberá tener en cuenta las siguientes prescripciones de seguridad.
- Nunca se verterá directamente en la zanja, sino al borde de la misma, y procurando siempre que el motovolquete descanse sobre el terreno.
- Se colocarán topes junto a las zanjas para las ruedas delanteras.
- Se habrá comprobado previamente que están colocados el pórtico antivuelco sobre el conductor, los contrapesos adecuados sobre el eje trasero de las ruedas directoras del motovolquete, y que la palanca de accionamiento del basculante no tiene el engarce y el muelle de recuperación desgastados por el uso.
- Si se hormigona en taludes más acentuados que el adecuado a las características del terreno, o bien se lleve a cabo mediante bermas que no reúnan las condiciones indicadas, se dispondrá, a criterio de la Dirección Facultativa, de un apuntalamiento, que por su forma y materiales empleados ofrezcan absoluta seguridad, de acuerdo con las características del terreno. Se prohibirá realizar labores de hormigonado a pie de taludes que presente síntomas de inestabilidad.
- Las cimbras y encofrados deben ser calculados para las cargas máximas previsibles y en las condiciones más desfavorables, teniendo presente los esfuerzos dinámicos que se originan durante el vertido, y no se retirarán en tanto no finalice los trabajos, y se tenga absoluta certeza de que el hormigonado ha adquirido su curado mínimo autoportante.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/ics/v/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

- Cuando un trabajador tenga que realizar su trabajo en alturas superiores a 2 m. y no pueda ser difundido mediante protecciones colectivas adecuadas, deberá ser provisto de Cinturón de seguridad (de sujeción o anticaídas según proceda), en vigencia de utilización (no caducada), con puntos de anclaje no improvisados, sino previstos en proyecto y en la planificación de los trabajos, debiendo acreditar previamente que ha recibido la formación suficiente por parte de sus mandos jerárquicos, para ser utilizado restrictivamente, pero con criterio.
- No deben retirarse los elementos de contención de paramentos de una excavación, mientras deban permanecer en su interior operarios hormigonando a una profundidad igual o superior a 1,30 m. bajo el nivel del terreno. En este tipo de tarea deberá mantenerse siempre un operario de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- Se evitará golpear el encofrado durante las operaciones de hormigonado. Los puntales, sopandas, tableros, cimbras o elementos de moldeo y contención del hormigón, no se utilizarán para el ascenso o el descenso, ni para la suspensión de conducciones o cargas dinámicas.
- Las zanjas superiores a 1,30 m. de profundidad, en las que se tengan que realizar trabajos de hormigonado estarán provistas de escaleras preferentemente metálicas, que rebasen en un metro el nivel superior del corte. Se dispondrá de una escalera por cada 30 metros de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar libre de obstáculos y correctamente arriostrada.
- Una vez vertido el hormigón en el cimiento, con una pala mecánica o bien manualmente, se procederá a su extendido horizontal por tongadas.
- En operaciones de vertido manual de los hormigones mediante carretillas, la superficie por donde pasen las mismas estará limpia y libre de obstáculos.
- Como norma general se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o exista viento con una velocidad superior a 50 k/h. en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse.

7.6.3 INSTALACIÓN TUBERÍAS ENTERRADAS

7.6.3.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EVITABLES

- Caída al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.
- Caída al interior de la excavación
- Caída de objetos.
- Caída imprevista de materiales transportables.
- Desprendimiento de tierras.
- Atrapamiento.
- Aplastamiento por caída de objetos pesados.
- Ambiente pulvígeno.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones y/o cortes en manos.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/v/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

- Heridas en pies con objetos punzantes.
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.
- Vuelco de máquinas y camiones.

7.6.3.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES

- No se prevé la existencia de riesgos no evitables.

7.6.3.3 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

- Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas.
- Las herramientas y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.
- En zanjas profundas se colocarán barandillas con rodapié a lo largo de la excavación.
- No se acopiarán materiales junto al borde de la zanja.
- Se evitará la entrada de aguas superficiales a la zanja y para el saneamiento de las profundas se instalará un sistema de bombeo de agua, para proceder a la evacuación de las aguas debidas a las filtraciones que dificultan los trabajos y perjudican la firmeza de las paredes de la zanja o excavación.
- Como norma general se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o exista viento con una velocidad superior a 50 Km/h, en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse.

7.6.3.4 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER ESPECÍFICO

- Para garantizar la seguridad de los trabajadores durante la colocación de elementos prefabricados, se tomarán en cuenta las siguientes medidas de protección:
 - Las piezas se deberán levantar del medio de transporte agarrándolas con cinchas o sirgas, siempre en nº igual o superior a dos, y en los ganchos que la pieza disponga para ello de fábrica.
 - Se marcará el radio de acción ocupado por la grúa, prohibiendo permanecer dentro del mismo, mientras la carga esté elevada.

7.6.4 INSTALACIÓN LÍNEAS ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN

7.6.4.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EVITABLES

- Caída al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de objetos.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/vjs/200W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

- Afecciones en la piel.
- Atrapamiento entre objetos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- "Golpe de látigo" por rotura de cable.
- Contaminación acústica.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos y pies.
- Quemaduras por partículas incandescentes.
- Quemaduras por contactos con objetos calientes.
- Choques o golpes contra objetos.
- Cuerpos extraños en los ojos.

7.6.4.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES

- Caídas de operarios al vacío.

7.6.4.3 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

- Los trabajos se realizarán únicamente cuando las condiciones meteorológicas, y de iluminación natural sean favorables.
- Las herramientas y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, siendo utilizadas por personal autorizado o experto, a criterio del encargado de obra.
- Los elementos de protección colectiva permanecerán en todo momento instalados y en perfecto estado de mantenimiento. En caso de rotura o deterioro se deberá reponer con la mayor diligencia.
- La señalización será revisada a diario de forma que en todo momento permanezca actualizada a las condiciones reales de trabajo.
- Después de haber adoptado las operaciones previstas (apertura de circuitos, bloqueo de los aparatos de corte y verificación de la ausencia de tensión) a la realización de los trabajos eléctricos, se deberán realizar en el propio lugar de trabajo, las siguientes:
 - Verificación de la ausencia de tensión y de retornos.
 - Puesta en cortocircuito lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. Si la red conductora es aislada y no puede realizarse la `puesta en cortocircuito, deberá procederse como si la red estuviera en tensión en cuanto a protección personal se refiere.
 - Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.
 - Protección de todos los cruzamientos que existan en las proximidades, con otras instalaciones (teléfonos, otras líneas eléctricas, etc.).

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

7.6.4.4 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER ESPECÍFICO

- Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión, se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):
 - El circuito se abrirá con corte visible.
 - Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.
 - Se señalizarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte "PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO"
 - Se verificará la ausencia de tensión con un discriminador de tensión o medidor de tensión.
 - Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.
 - Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán ser homologadas.
- Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, por personal no especializado, se informará a los operarios de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:
 - En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen el riesgo.
 - Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislantes (vinilo).
 - En el caso que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalizará y delimitará la zona de riesgo.

7.6.4.5 MEDIDAS PREVENTIVAS ATENUANTES PARA RIESGOS NO EVITABLES

- Los operarios siempre que sea posible, trabajarán desde plataformas con dimensiones adecuadas, provistas de barandillas y con fijaciones que garanticen una estabilidad suficiente.
- Siempre que exista la posibilidad de caída de altura de operarios que realicen tareas a más de 3 m. deberán utilizar cinturón de sujeción amarrado a punto sólido, o sirga de desplazamiento.

7.6.4.6 PROTECCIONES PERSONALES

- Los equipos de protección individual (EPI) de prevención de riesgos eléctricos deberán ajustarse a las especificaciones y para los valores establecidos en las Norma UNE, o en su defecto, Recomendación AMYS.
- Los guantes aislantes, y las herramientas aisladas, además de estar perfectamente conservados y ser verificados frecuentemente, deberán estar adaptados a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras.
- Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que conlleven un riesgo de proyección de partículas no incandescentes, se establecerá la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, con cristales incoloros, curvados y ópticamente neutros, montura resistente, puente universal

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/SZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0	VISADO
	Fecha: 28/5/2025	

y protecciones laterales de plástico perforado o rejilla metálica. En los casos precisos, estos cristales serán graduados y protegidos por otros superpuestos.

7.6.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN CENTROS DE MANIOBRA

7.6.5.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EVITABLES

- Caída al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Afecciones en la piel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Contaminación acústica.
- Lumbalgia por sobresfuerzo.
- Lesiones en manos y pies.
- Quemaduras por partículas incandescentes.
- Quemaduras por contactos con objetos calientes.
- Choques o golpes contra objetos.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Incendio.
- Explosión.

7.6.5.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES

- No se prevé la existencia de riesgos no evitables.

7.6.5.3 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

- Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas.
- Las herramientas y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.
- Los elementos de protección colectiva permanecerán en todo momento instalados y en perfecto estado de mantenimiento. En caso de rotura o deterioro se deberá reponer con la mayor diligencia.
- La señalización será revisada a diario de forma que en todo momento permanezca actualizada a las condiciones reales de trabajo.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
---	--	----------------------

- Después de haber adoptado las operaciones previstas (apertura de circuitos, bloqueo de los aparatos de corte y verificación de la ausencia de tensión) a la realización de los trabajos eléctricos, se deberán realizar en el propio lugar de trabajo, las siguientes:
- Verificación de la ausencia de tensión y de retornos.
- Puesta en cortocircuito lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. Si la red conductora es aislada y no puede realizarse la `puesta en cortocircuito, deberá procederse como si la red estuviera en tensión en cuanto a protección personal se refiere.
- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.

7.6.5.4 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER ESPECÍFICO

- Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión, se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):
- El circuito se abrirá con corte visible.
- Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.
- Se señalizarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte "PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO"
- Se verificará la ausencia de tensión con un discriminador de tensión o medidor de tensión.
- Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.
- Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán ser homologadas.
- Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:
- En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen el riesgo.
- Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislantes (vinilo).
- En el caso que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalizará y delimitará la zona de riesgo.

7.6.5.5 PROTECCIONES PERSONALES

- Los equipos de protección individual (EPI) de prevención de riesgos eléctricos deberán ajustarse a las especificaciones y para los valores establecidos en las Norma UNE, o en su defecto, Recomendación AMYS.
- Los guantes aislantes, y las herramientas aisladas, además de estar perfectamente conservados y ser verificados frecuentemente, deberán estar adaptados a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras.

	GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/v/USZ00W6LSKWTZJD
	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
VISADO	

– Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que conlleven un riesgo de proyección de partículas no incandescentes, se establecerá la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, con cristales incoloros, curvados y ópticamente neutros, montura resistente, puente universal y protecciones laterales de plástico perforado ó rejilla metálica. En los casos precisos, estos cristales serán graduados y protegidos por otros superpuestos.

7.6.6 AFECCIONES A VIALES

7.6.6.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EVITABLES

- Los descritos para instalaciones eléctricas.
- Los descritos para excavaciones mecánicas.
- Los descritos para hormigonado.
- Los descritos para instalación tuberías PVC y arquetas.
- Accidentes de tráfico.
- Atropellos.

7.6.6.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES

- No se prevé la existencia de riesgos no evitables.

7.6.6.3 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Señalización reglamentaria según el código de la circulación.
- Señalización y protección de las zonas de trabajo.

7.6.6.4 PROTECCIONES PERSONALES

Los equipos de protección individual (EPI) generales que se indican en el apartado correspondiente, y además:

- Vestuario fotoluminiscente.

7.6.6.5 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Señalización vertical y horizontal para tráfico rodado.
- Limitación de velocidad.
- Señalista para control de tráfico.
- Implantación de semáforo.
- Balizamiento para reconducir el tráfico.
- Pasos provisionales.
- Pasarelas peatonales.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

7.7 EVALUACIÓN DE RIESGOS EN FUNCIÓN DE LA MAQUINARIA A UTILIZAR

7.7.1 CAMIONES Y PLUMAS:

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EVITABLES

- Caída de maquinaria sobre los operarios.
- Atropellos.
- Lesiones osteoarticulares por vibraciones.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES

- No se prevé la existencia de riesgos no evitables.

MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

- Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas.
- Señalización y delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria.
- Circulación a velocidades adecuadas y conservar en buen estado los circuitos de acceso.
- No sobrepasar la carga máxima de trabajo.
- Mantener las herramientas y máquinas en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, y siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.
- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.
- Sillones antivibratorios.
- Protección de las cabinas.
- Señalización óptica y acústica marcha atrás.
- Peldaños antideslizantes en acceso a cabinas.
- Extintor.
- Cinturón de seguridad.

PROTECCIONES PERSONALES

- Protectores auditivos.
- Cinturones antivibratorios.
- Botas de seguridad.

7.7.2 TALADROS Y OTRAS HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES:

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS:

- Caída de los aparatos sobre los operarios.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Lesiones en manos.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

- Cuerpos extraños en los ojos.
- Lesiones osteoarticulares por vibraciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en la obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramienta estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos, o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Las máquinas en situación de avería o funcionamiento incorrecto se entregarán al Servicio de Prevención para su reparación.
- Las máquinas-herramienta con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramienta no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- Se prohibirá el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohibirá dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha aunque sea con movimiento residual en evitación de accidentes.

PROTECCIONES PERSONALES:

Los equipos de protección individual (EPI) generales que se indican en el apartado correspondiente, y además:

- Gafas de seguridad de montura cerrada o pantalla protectora.
- Cinturón antivibratorio.

7.7.3 OTRAS HERRAMIENTAS MANUALES

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS:

- Caída de las herramientas sobre los operarios.
- Golpes en las manos y los pies.
- Cortes en las manos.
- Proyección de partículas.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

- Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.
- Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.

PROTECCIONES PERSONALES:

Los equipos de protección individual (EPI) generales que se indican en el apartado correspondiente.

7.8 EVALUACIÓN DE RIESGOS EN FUNCIÓN DE LOS MEDIOS AUXILIARES A UTILIZAR

7.8.1 CAMIONES Y PLUMAS:

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EVITABLES

- Caída de maquinaria sobre los operarios.
- Atropellos.
- Lesiones osteoarticulares por vibraciones.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NO EVITABLES

- No se prevé la existencia de riesgos no evitables.

MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

- Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas.
- Señalización y delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria.
- Circulación a velocidades adecuadas y conservar en buen estado los circuitos de acceso.
- No sobrepasar la carga máxima de trabajo.
- Mantener las herramientas y máquinas en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, y siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.
- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.
- Sillones antivibratorios.
- Protección de las cabinas.
- Señalización óptica y acústica marcha atrás.
- Peldaños antideslizantes en acceso a cabinas.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/vlUSZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

- Extintor.
- Cinturón de seguridad.

PROTECCIONES PERSONALES

- Protectores auditivos.
- Cinturones antivibratorios.
- Botas de seguridad.

7.8.2 RETROEXCAVADORA / PALA CARGADORA:

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS:

- Vuelco de la maquinaria.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Atropellos y/o colisiones.
- Atrapamientos.
- Aplastamientos.
- Ambiente pulvígeno.
- Contactos eléctricos directos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.
- Contaminación acústica, ruido excesivo.
- Lesiones osteoarticulares por vibraciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas.
- No sobrepasar la carga máxima de trabajo.
- Mantener las herramientas y máquinas en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, y siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.
- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.
- Sillones antivibratorios.
- Protección de las cabinas.
- Señalización óptica y acústica marcha atrás.
- Se prohibirá el transporte de personas en la máquina.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
---	--	----------------------

- La intención de moverse se indicará con el claxon (por ejemplo: dos pitidos para andar hacia delante, y tres hacia atrás).
- Peldaños antideslizantes en acceso a cabinas.
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- El personal de obra estará fuera del radio de acción para evitar atropellos y golpes, durante los movimientos de esta o por algún giro imprevisto al bloquearse una oruga o rueda.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Al descender por rampas, el brazo de la cuchara estará situado en la parte trasera de la máquina.
- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios, al igual que el resto de las máquinas.
- Al finalizar el trabajo de la máquina, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina; si la parada es prolongada se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.

PROTECCIONES PERSONALES:

Los equipos de protección individual (EPI) generales que se indican en el apartado correspondiente, y además:

- Cascos de protección auditiva.
- Taponcillos de protección auditiva.
- Cinturones antivibratorios.

7.8.3 CAMIÓN HORMIGONERA:

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS:

- Vuelco de la maquinaria.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Atropellos y/o colisiones.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Contactos eléctricos directos.
- Desprendimientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Afecciones en la piel por salpicaduras.
- Contaminación acústica, ruido excesivo.
- Lesiones osteoarticulares por vibraciones.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas.
- Circulación a velocidades adecuadas y conservar en buen estado los circuitos de acceso.
- Cuando un camión circule por el lugar de trabajo es indispensable dedicar un obrero para que vigile que la ruta del vehículo esté libre antes de que éste se ponga en marcha hacia delante y sobre todo hacia atrás.
- Los camiones deberán ser conducidos con gran prudencia: en terrenos con mucha pendiente, accidentados, blandos, resbaladizos, que entrañen otros peligros, en la proximidad de zanjas o taludes, y en marcha atrás.
- No se deberá bajar del camión a menos que esté parado el vehículo, y exista un espacio suficiente para apearse.
- Durante el desplazamiento del camión ninguna persona deberá: ir de pie o sentada en lugar peligroso, pasar de un vehículo a otro, ó aplicar calzos a las ruedas.
- Cuando el suministro se realice en terrenos con pendientes entre el 5 y el 16%, si el camión hormigonera lleva motor auxiliar se puede ayudar a frenar colocando una marcha aparte del correspondiente freno de mano; si la hormigonera funciona con motor hidráulico hay que calzar las ruedas del camión pues el motor del camión está en marcha de forma continua. En pendientes superiores al 16% se aconseja no suministrar hormigón con el camión.
- Se deberá sujetar bien la canaleta durante el transporte.
- Se deberá prestar especial precaución en el manejo de la canaleta de vertido.
- Mantener las canaletas y máquinas en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, y siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.
- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.
- Los camiones dispondrán de sillones antivibratorios.
- Protección de las cabinas.
- Existirán peldaños antideslizantes y asideros suficientes para el acceso a cabina.
- Señalización óptica y acústica marcha atrás.
- Se utilizarán topes al descargar al borde de taludes.

PROTECCIONES PERSONALES:

Los equipos de protección individual (EPI) generales que se indican en el apartado correspondiente, y además:

- Gafas de seguridad anti salpicaduras.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Botas de seguridad de goma o de P.V.C.

7.8.4 DUMPER (MOTO-VOLQUETE AUTOPROPULSADO):

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS:

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isadoc.citnavarra.com/cv/US200W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

- Vuelco de la máquina.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída de personas transportadas.
- Atropellos y/o colisiones.
- Choque por falta de visibilidad.
- Atrapamientos.
- Aplastamientos.
- Ambiente pulvígeno.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Lesiones osteoarticulares por vibraciones.
- Contaminación acústica, ruido excesivo.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Con el vehículo cargado deben bajarse las rampas de espaldas a la marcha, despacio y evitando frenazos bruscos.
- Se prohibirá circular por pendientes o rampas superiores al 20% en terrenos húmedos y al 30% en terrenos secos.
- Establecer unas vías de circulación cómodas y libres de obstáculos señalizando las zonas peligrosas.
- En las rampas por las que circulen estos vehículos existirá al menos un espacio libre de 70 cm. sobre las partes más salientes de los mismos.
- Cuando se deje estacionado el vehículo se parará el motor y se accionará el freno de mano. Si está en pendiente, además se calzarán las ruedas.
- En el vertido de tierras, u otro material, junto a zanjas y taludes deberá colocarse un tope que impida el avance del dúmper más allá de una distancia prudencial al borde del desnivel, teniendo en cuenta el ángulo natural del talud. Si la descarga es lateral, dicho tope se prolongará en el extremo más próximo al sentido de circulación.
- Deben retirarse del vehículo, cuando se deje estacionado, los elementos necesarios que impidan su arranque, en prevención de que cualquier otra persona no autorizado pueda utilizarlo.
- Se revisará la carga antes de iniciar la marcha observando su correcta disposición y que no provoque desequilibrio en la estabilidad del dúmper.
- Las cargas serán apropiadas al tipo de volquete disponible y nunca dificultarán la visión del conductor.
- No se podrá transportar piezas (puntales, tablones y similares) que sobresalgan lateralmente del cubilote del dúmper.
- No se podrán conducir los dúmpers a velocidades superiores a los 20 Km por hora.
- Los conductores de dúmpers estarán en posesión del carnet de clase B, para poder ser autorizados a su conducción.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
---	--	----------------------

– El conductor del dúmper: no permitirá el transporte de pasajeros sobre el mismo, estará directamente autorizado por personal responsable para su utilización y deberá cumplir las normas de circulación establecidas en el recinto de la obra y, en general, se atenderá al Código de Circulación.

– En caso de cualquier anomalía observada en su manejo se pondrá en conocimiento de su inmediato superior, con el fin de que se tomen las medidas necesarias para subsanar dicha anomalía.

– Nunca se parará el motor empleando la palanca del descompresor.

– La máquina dispondrá de sillón antivibratorio.

– La revisión general del vehículo y su mantenimiento deben seguir las instrucciones marcadas por el fabricante.

– Deberá existir un manual de mantenimiento preventivo en el que se indiquen las verificaciones, lubricación y limpieza a realizar periódicamente en el vehículo.

PROTECCIONES PERSONALES:

Los equipos de protección individual (EPI) generales que se indican en el apartado correspondiente, y además:

– Protectores auditivos.

7.8.5 COMPACTADORA MANUAL:

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS:

- Golpes y aplastamiento (en especial los pies).
- Vuelco, caída de la máquina.
- Quemaduras por calentamiento o incendio.
- Atrapamientos.
- Golpes y contactos con objetos o elementos móviles de la máquina.
- Sobreesfuerzos.
- Contaminación acústica, ruido excesivo.
- Lesiones osteoarticulares por vibraciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.
- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Se deberán mantener las herramientas y máquinas en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, y siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.
- No abandonar el equipo, ni siquiera por un instante mientras está en funcionamiento.
- Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de trabajo.
- No se deberán portar vestimentas sin ceñir, y se recomienda un portar cadenas, pulseras, etc., que puedan engancharse en el compactador.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v1/SZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

- Se evitará la permanencia en las proximidades de otros trabajadores en prevención de atropellos, golpes, etc.
- No se permitirá la manipulación de las partes mecánicas y verificaciones de niveles con el motor en marcha.
- Se deberá evitar su uso continuado por un mismo operario.
- Cargar el combustible con el motor parado.
- El sistema de accionamiento debe permitir su parada total con seguridad.
- Las reparaciones deben ser realizadas por personal autorizado.
- Revisar periódicamente los puntos de escape del motor.
- Realizar mantenimientos periódicos de estos equipos.

PROTECCIONES PERSONALES:

Los equipos de protección individual (EPI) generales que se indican en el apartado correspondiente, y además:

- Cascos de protección auditiva, o casco homologado de seguridad con protectores auditivos incorporados.
- Taponcillos de protección auditiva.
- Gafas antiproyecciones.
- Cinturón antivibratorio (faja elástica de protección de cintura).
- Muñequeras antivibratorias.

7.8.6 TALADROS Y OTRAS HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES:

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS:

- Caída de los aparatos sobre los operarios.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Lesiones en manos.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Lesiones osteoarticulares por vibraciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en la obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramienta estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos, o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Las máquinas en situación de avería o funcionamiento incorrecto se entregarán al Servicio de Prevención para su reparación.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/v/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

- Las máquinas-herramienta con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramienta no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- Se prohibirá el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohibirá dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha, aunque sea con movimiento residual en evitación de accidentes.

PROTECCIONES PERSONALES:

Los equipos de protección individual (EPI) generales que se indican en el apartado correspondiente, y, además:

- Gafas de seguridad de montura cerrada o pantalla protectora.
- Cinturón antivibratorio.

7.8.7 OTRAS HERRAMIENTAS MANUALES

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS:

- Caída de las herramientas sobre los operarios.
- Golpes en las manos y los pies.
- Cortes en las manos.
- Proyección de partículas.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
- Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.
- Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.

PROTECCIONES PERSONALES:

Los equipos de protección individual (EPI) generales que se indican en el apartado correspondiente.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

7.9 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Aparte de los equipos de protección personal específicos que se han citado para cada tipo de obra, los operarios todos y cada uno dispondrán y usarán los siguientes equipos de protección personal:

- Casco de seguridad.
- Chaleco reflectante.
- Botas de seguridad con puntera y plantilla de acero, suela antideslizante y antiabrasión.
- Guantes de lona y piel.
- Ropa de trabajo adecuada.

Todos los equipos de protección individual deberán poseer marcado CE, y cuando estén rotos o deteriorados se reemplazarán por otros en buen estado.

7.10 EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

Se prevé la utilización de los siguientes medios de protección colectiva:

- Extintores de incendios de 6 kg de polvo ABC en casetas de obra.
- Extintores de incendios de 3 Kg de polvo ABC en máquinas de obra civil.
- Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria. Funcionamiento del rotativo en vías con tráfico.
- Carcasas de protección en los elementos móviles de la maquinaria.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Balizamiento luminoso. (en lugares con poca visibilidad).
- Cinta de balizamiento unida entre vallas para señalización de zonas no transitables.
- Valla metálica de 2,5 m de longitud y 1m de altura de limitación y protección (en zanjas y pozos).
- Tapas de madera para tapar huecos de arqueta si no se ha colocado la tapa de fundición o colocación de cinta de balizamiento.
- Colocación de señales y conos para organizar el tráfico.

Los medios de protección colectiva, cumplirán las siguientes condiciones:

- Estarán en acopio disponible en obra para su uso inmediato.
- Estarán en buen estado de conservación, sustituyendo las que estén deterioradas o tengan caducidad.
- Se instalarán previamente al inicio de cualquier trabajo que requiera su montaje.
- Se retirarán inmediatamente una vez que haya desaparecido el riesgo.

7.11 NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/SZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

7.11.1 **NORMATIVA GENERAL:**

- Ley de prevención de Riesgos Laborales. 31/1995.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores. Ley 8/1980.
- Reglamento de los Servicios de Prevención. Real Decreto 39/1997.
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Real Decreto 614/2001.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Real Decreto 485/1997.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Real Decreto 486/1997.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la Manipulación de Cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. Real Decreto 487/1997.
- Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos durante el trabajo. Real Decreto 664/1997.
- Protección de los trabajadores contra los riesgos derivados de exposición a ruidos. Real Decreto 1316/1989.
- Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. Real Decreto 1627/1997.
- Reglamento de seguridad en las máquinas. Real Decreto 1495/1986.
- Ordenanza General de Higiene y Seguridad en el Trabajo (O.M. DE 9/3/71) Exclusivamente su Capítulo VI, y art. 24 y 75 del Capítulo VII.
- Código Técnico de la Edificación (CTE) y sus Documentos Básicos (DB-).

7.11.2 **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:**

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual. Real Decreto 773/1997.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo. Real Decreto 1215/1997.
- Condiciones sobre comercialización y libre circulación de EPI. Real Decreto 1407/1992.
- Normas UNE reguladoras de las características que deben cumplir los distintos equipos de protección individual.

7.11.3 **NORMATIVA ESPECÍFICA INSTALACIONES ELÉCTRICAS:**

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Real Decreto 3275/1982, e Instrucciones Técnicas Complementarias según Orden de fecha 6 de Julio de 1984.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Media tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Real Decreto 223/2008.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isad.o.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

– Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
Real Decreto 842/2002 de fecha 2 de agosto.

7.12 CONCLUSIÓN

El presente Estudio de Seguridad y Salud, será la base para el futuro Plan de Seguridad y Salud el Trabajo, que será redactado por el contratista de las obras, y en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra y sus equipos.

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

Los Ingenieros Industriales

Ricardo Aicua Royo
Iñigo Iriguibel López

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/v/SZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	--	----------------------

8. ANEXO VI. PLIEGO DE CONDICIONES

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/v/SZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	-------------------------------------	--------

1. OBJETO
2. CAMPO DE APLICACIÓN
3. LEGISLACIÓN APLICABLE
4. CARACTERÍSTICAS, COMPONENTES, CALIDADES
- 4.1. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FV CONECTADA A RED ELÉCTRICA
5. EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN
6. ACABADOS, CONTROL Y ACEPTACIÓN, MEDICIÓN Y ABONO
7. RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS
8. CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y USO
9. INSPECCIONES PERIÓDICA

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	--	---------------

1. OBJETO

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el cual forma parte de la documentación del presente proyecto de referencia y que regirá las obras para la realización del mismo, determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de la instalación fotovoltaica conectada a la red, acorde a lo estipulado por el REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y el REAL DECRETO 244/2019, de 5 abril, por el que se regulan las condiciones para el autoconsumo.

En cualquier caso, dichas normas particulares no podrán establecer criterios técnicos contrarios a la normativa vigente contemplada en el presente proyecto.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por el Director de la obra. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Por todo ello, el Departamento de Industria y de Transición Ecológica y Digital Empresarial de Gobierno de Navarra toma la iniciativa de implementar una instalación fotovoltaica para autoconsumo en las instalaciones de la nave del almacén de sal del Servicio de Conservación de Carreteras del Gobierno de Navarra con la finalidad de ser menos dependiente desde el punto de vista energético, optando por las energías renovables.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, verificaciones y mantenimiento de materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas fotovoltaicas conectadas a red eléctrica en baja tensión, extendiéndose a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de esta instalación, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas fotovoltaicas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

En determinados supuestos se podrá adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en el presente Pliego de Condiciones Técnicas, siempre y cuando quede suficientemente justificada su necesidad, sean además aprobadas por el Director de obra y no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

3. LEGISLACIÓN APLICABLE

La legislación aplicable a este proyecto es la que se expone a continuación:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- 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 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

- Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
- Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector 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 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto-Ley 15/2018 de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Código Técnico de la Edificación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, residuos y suelos contaminados para economía circular.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

4. CARACTERÍSTICAS, COMPONENTES, CALIDADES

Según el artículo 3 del Decreto 141/2009, se define como “instalación eléctrica” al conjunto de aparatos y de circuitos asociados destinados a la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución ó utilización de la energía eléctrica. Éstas, a su vez, pueden ser:

- ☐ Instalación de baja tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV.
- ☐ Instalación de media tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por encima de 1 kV y por debajo de 66kV.
- ☐ Instalación de alta tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por encima de 66 kV.

La instalación eléctrica que se va a realizar en la nave del almacén de sal del Servicio de Conservación de Carreteras del Gobierno de Navarra, es una instalación en Baja Tensión.

4.1. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FV CONECTADA A RED ELÉCTRICA

4.1.1. GENERALIDADES

Una instalación solar fotovoltaica conectada a red está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, generando energía eléctrica en forma de corriente continua (CC) y adaptarla a las características que la hagan utilizable por los consumidores conectados a la red de distribución de corriente alterna (CA). Este tipo de instalaciones fotovoltaicas trabajan en paralelo con el resto de los sistemas de generación que suministran a la red de distribución.

Los componentes o sistemas que conforman la instalación solar fotovoltaica conectada a la red, básicamente son los siguientes:

- a) Sistema generador fotovoltaico
- b) Inversor

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/ics/vi/SZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

c) Sistema de protecciones, elementos de seguridad, de maniobra, de medida y auxiliares.

El inversor es el encargado de transformar la energía en forma de corriente continua en corriente alterna, el cual cumplirá con todos aquellos requisitos y condiciones de seguridad y garantía para que su funcionamiento no provoque alteraciones en la red ni disminuya su seguridad, estando dotado de las correspondientes funciones de protección

4.1.2. GENERADOR FOTOVOLTAICO

Genéricamente la instalación contará con un generador fotovoltaico constituido por módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, sin ningún tipo de paso intermedio.

Estos módulos a su vez están conformados por células fotovoltaicas de silicio interconectadas entre sí y debidamente protegidas de los agentes externos

4.1.2.1.- CÉLULAS SOLARES O FOTOVOLTAICAS

Constituidas por materiales semiconductores en los que artificialmente se ha creado un campo eléctrico constante (p-n), mediante la deposición de varios materiales (boro y fósforo generalmente), y su integración en la estructura de silicio cristalino.

Los tipos más importantes de células solares son los siguientes:

- Silicio Monocristalino: material de silicio caracterizado por una disposición ordenada y periódica de átomo, de forma que solo tiene una orientación cristalina, es decir, todos los átomos están dispuestos simétricamente. sc-Si (single crystal). Presentan un color azulado oscuro y con un cierto brillo metálico. Alcanzan rendimientos superiores al 20% actualmente.
- Silicio policristalino: silicio depositado sobre otro sustrato, como una capa de 10-30 micrómetros y tamaño de grano entre 1 micrómetro y 1 mm. Las direcciones de alineación van cambiando cada cierto tiempo durante el proceso de deposición. Alcanzan rendimientos de hasta el 20%.
- Silicio amorfo: compuesto hidrogenado de silicio, no cristalino, depositado sobre otra sustancia con un espesor del orden de 1 micrómetro. am-Si, o am-Si:H. No existe estructura cristalina ordenada, y el silicio se ha depositado sobre un soporte transparente en forma de una capa fina. Presentan un color marrón y gris oscuro. Su eficiencia es solo del 6-8%. Son muy adecuadas para confección de módulos semitransparentes empleados en algunas instalaciones integradas en edificios.

Los parámetros generales que caracterizan a las células fotovoltaicas universalmente vienen determinados por la irradiancia (Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie, expresada en kW/m²) y la temperatura cuyas condiciones estándar (STC por sus siglas en inglés) son las siguientes:

- Irradiancia solar: 1000 W/m²
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25 °C

Asimismo se define TONC como Temperatura de operación nominal de la célula (NOCT por sus siglas en inglés), definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

4.1.2.2.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/US200W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

También denominada como “placa fotovoltaica” o “panel fotovoltaico” es un conjunto completo, medioambientalmente protegido, de células solares interconectadas y montadas entre dos láminas de vidrio, que contiene habitualmente 72 células solares (aunque los paneles actuales tienen hasta 144 células) las cuales pueden conectarse entre sí en serie y/o paralelo para obtener el voltaje deseado.

Los paneles o módulos fotovoltaicos se caracterizan por el parámetro denominado como “Potencia pico” siendo aquella potencia máxima del panel fotovoltaico expresada en Wp. Todos los módulos fotovoltaicos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, su diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa de la Dirección Facultativa de la obra. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

Todos los módulos deberán satisfacer las Normas UNE, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación. Su estructura está conformada por los siguientes elementos:

- Encapsulante, constituido por un material que debe presentar una buena transmisión a la radiación y una degradabilidad baja a la acción de los rayos solares.
- Cubierta exterior de vidrio templado, que, aparte de facilitar al máximo la transmisión luminosa, debe resistir las condiciones climatológicas más adversas y soportar cambios bruscos de temperatura.
- Cubierta posterior, constituida normalmente por varias capas opacas que reflejan la luz que ha pasado entre los intersticios de las células, haciendo que vuelvan a incidir otra vez sobre éstas.
- Marco de metal, normalmente de aluminio, que asegura rigidez y estanqueidad al conjunto, y que lleva los elementos necesarios para el montaje del panel sobre la estructura soporte.
- Caja de terminales: incorpora los bornes para la conexión del módulo.
- Diodo de protección: impiden daños por sombras parciales en la superficie del panel.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las siguientes características técnicas:

- a) Incorporar diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- b) Marcos laterales (si existen) serán de aluminio o acero inoxidable.
- c) Potencia máxima y corriente de cortocircuito referidas a condiciones estándar, comprendidas en el margen del $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

La estructura del generador se conectará a tierra. Los módulos serán Clase II y tendrán un grado de protección mínimo IP65. Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

En los sistemas solares fotovoltaicos existe la posibilidad de emplear elementos seguidores del movimiento del sol que favorezcan y aumenten la captación de la radiación solar. En este proyecto no se va a colocar ningún elemento móvil que aumente la radiación solar, la colocación se realizará sobre soporte estático, sin movimiento.

Dependiendo de la latitud de la instalación y de la aplicación que se quiera dar se dota a los paneles de la inclinación más adecuada para captar la mayor radiación solar posible. Es el sistema más habitual que se encuentra en las instalaciones.

En el caso de la instalación solar fotovoltaica en de la nave del almacén de sal del Servicio de Conservación de Carreteras del Gobierno de Navarra, se van a colocar paneles fotovoltaicos de 595 Wp cada uno, sin seguidor solar. Estarán sujetos a estructura de aluminio, que a su vez irá colocada sobre la cubierta a través de unas sujeciones y selladas a través de juntas de estanqueidad.

4.1.3. INVERSOR

Son dispositivos electrónicos que convierten la corriente continua (CC) en alterna (CA), basándose en el empleo de dispositivos electrónicos que actúan a modo de interruptores permitiendo interrumpir las corrientes e invertir su polaridad y por tanto:

- Utilizar receptores de CA en instalaciones aisladas de la red.
- Conectar los sistemas FV a la red de distribución eléctrica.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- a) Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- b) De tipo Autoconmutado.
- c) Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- d) No funcionará en isla o modo aislado.

La potencia del inversor será como mínimo el 80% de la potencia pico real del generador fotovoltaico. Sus parámetros fundamentales vienen determinados por:

- e) Voltaje y corriente de entrada del inversor, que se debe adaptar a la del generador.
- f) Potencia máxima que puede proporcionar la forma de onda en la salida (sinusoidal pura o modificada, etc.).
- g) Frecuencia de trabajo y la eficiencia, próximas al 85%.
- h) Voltaje de fase/s en la red.
- i) Potencia reactiva de salida del inversor (para instalaciones mayores de 5 kWp)

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

El inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y uso. El inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10 % superior a las CEM. Además soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90% al 92 % para inversores mayores de 5 kW.

El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5% de su potencia nominal. El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95 entre el 25% y el 100% de la potencia nominal. A partir de potencias mayores del 10% de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0°C y 40°C de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa.

4.1.3.1.- TIPOS DE INVERSORES

4.1.3.1.1 Inversores de conmutación natural o inversores conmutados por la red

Por ser esta la que determina el fin del estado de conducción en los dispositivos electrónicos. Su aplicación es para sistemas FV conectados a la red.

Actualmente están siendo desplazados por los inversores de conmutación forzada tipo PWM, conforme se desarrollan los transistores de tipo IGBT para mayores niveles de tensión y corriente.

4.1.3.1.2 Inversores de conmutación forzada o autoconmutados

Permiten generar CA mediante conmutación forzada, que se refiere a la apertura y cierre forzados por el sistema de control.

Pueden ser de salida escalonada (onda cuadrada) o de modulación por anchura de pulsos (PWM), con la finalidad de obtener salidas prácticamente senoidales y por tanto con poco contenido de armónicos. Con los inversores tipo PWM se consiguen rendimientos por encima del 90%, incluso con bajos niveles de carga.

Sus principales características vienen determinadas por la tensión de entrada del inversor, que se debe adaptar a la del sistema, la potencia máxima que puede proporcionarla forma de onda en la salida (sinusoidal pura o modificada, etc), la frecuencia de trabajo y la eficiencia, próxima al 85% La eficiencia de un inversor no es constante y depende del régimen de carga al que esté sometido. Para regímenes de carga próximos a la potencia nominal, la eficiencia es mayor que para regímenes de carga bajos.

Con respecto a los requisitos técnicos que los inversores deben satisfacer y en cuanto se refiere a los de tipo monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de la tensión y frecuencia de salida fijos) serán los descritos a continuación.

- Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas.

	GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA
	http://isado.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD
Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO

- Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.
- El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.
- El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.
- El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.
- Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:
 - a) Tensión de entrada fuera del margen de operación.
 - b) Desconexión del acumulador.
 - c) Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
 - d) Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.
- El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.
- Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía.

Se recomienda que el inversor tenga un sistema de “stand-by” para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante y número de serie
- Polaridad y terminales

Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

En esta instalación, se ha optado por un inversor de 100 kW con 10 MPPT y 5 años de garantía, del fabricante HUAWEI.

4.1.4. CONDUCTORES

Serán los que se indican en los documentos del presente proyecto y en todo momento cumplirán con las prescripciones generales establecidas en la ICT-BT-19 del REBT. Estos serán de cobre y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como se indica en la ICT-BT-20 del REBT.

El cobre utilizado en la fabricación de cables o realización de conexiones de cualquier tipo o clase, cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE correspondiente y el REBT, siendo de tipo comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme y libre de todo defecto mecánico.

No se admite la colocación de conductores que no sean los especificados en los esquemas eléctricos del presente proyecto. De no existir en el mercado un tipo determinado de estos conductores la sustitución por otro habrá de ser autorizada por la Dirección Facultativa. Los conductores necesarios serán de cobre y tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos, debiendo ser suficiente además para que soporten la intensidad máxima admisible en cada uno de los tramos.

Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener unos valores de sección tales que la caída de tensión en ellos sea inferior a las indicadas a continuación:

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

- Caída de tensión máxima en la parte de CC, 1,5%.
- Caída de tensión máxima en la parte de CA, 1% teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.
- Caídas de tensión máxima entre regulador y batería: 1 %.
- Caídas de tensión máxima entre inversor y batería: 1 %.
- Caídas de tensión máxima entre inversor /regulador y cargas: 3 %

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE correspondiente.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos fotovoltaicos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será conforme a lo indicado en la norma UNE que le es de aplicación.

Se respetará en todo momento el REBT en lo que a conducciones de cable se refiere.

Para alturas con respecto al suelo inferior a 2,5 m, el cableado discurrirá en tubo de acero, que será puesto a la tierra del sistema.

Cuando discurra en zanja, lo hará dentro de tubo y ésta tendrá una profundidad mínima de 60 cm, con aviso 20 cm por encima del cable.

En la MEMORIA, se indican los conductores elegidos en esta instalación.

4.1.5. CONEXIÓN A LA INSTALACIÓN INTERIOR

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 244/2019, de 5 de Abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Debido a que se trata de una instalación en baja tensión y al ser una instalación de una potencia inferior a 100 kW, se opta por legalizar la instalación como **Instalación fotovoltaica CON excedentes**.

4.1.5.1.- PUNTO DE CONEXIÓN

El punto de conexión deberá ser el mismo que el que se ha expuesto en la memoria técnica y deberá cumplir todos los aspectos que en ella se muestran.

4.1.6. ESTRUCTURA SOPORTE

La estructura soporte de módulos fotovoltaicos deberá resistir, con éstos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE) relativo a Seguridad Estructural.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será conforme a lo indicado en el Documento Básico DB SE-A “Seguridad Estructural-Acero”.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, la estructura y la estanqueidad entre módulos se ajustarán a las exigencias indicadas en la parte correspondiente del Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el apartado de “Condiciones a satisfacer en cuanto a la Orientación e inclinación y sombras del generador fotovoltaico” del presente Pliego de Condiciones, sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

El cálculo y características de la estructura soporte se obtiene de lo indicado en el Documento Básico DB SE-A “Seguridad Estructural- Acero”.

La colocación de los soportes sobre la cubierta deberá de ser tal que garantice la **estanqueidad e integridad** de la cubierta. Además, cumple con lo descrito en el Documento Básico de seguridad estructural del código técnico de la edificación.

4.1.7. SISTEMA O CONJUNTO DE PROTECCIONES

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

Por tanto, la instalación incorporará todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico, de modo que cumplan las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente. En particular, se usará en la parte de corriente continua de la instalación protección Clase II o aislamiento equivalente cuando se trate de un emplazamiento accesible. Los materiales situados a la intemperie tendrán al menos un grado de protección IP65.

La instalación debe permitir la desconexión y seccionamiento del inversor, tanto en la parte de corriente continua como en la de corriente alterna, para facilitar las tareas de mantenimiento.

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

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO

Asimismo, todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

4.1.7.1.- TOMA DE TIERRA

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

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra.

Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Las tomas de tierra se establecerán:

Del generador FV: estructura soporte y marco metálico.

De la instalación correspondiente a los consumos de alterna.

La superficie del conductor de protección, será como mínimo la del conductor de fase correspondiente (4 mm² para CC y 10 mm² para CA).

4.1.7.2.- PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Salvo indicación contraria, los medios a utilizar son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

4.1.7.2.1 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual

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 30 mA, 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.

Cuando se prevea que las corrientes diferenciales puedan ser no senoidales (como por ejemplo en salas de radiología intervencionista), los dispositivos de corriente diferencial-residual utilizados serán de clase A que aseguran la desconexión para corrientes alternas senoidales así como para corrientes continuas pulsantes.

La utilización de tales dispositivos no constituye por sí mismo una medida de protección completa y requiere el empleo de una de las medidas de protección enunciadas en los apartados 3.1 a 3.4 de la presente instrucción.

4.1.7.2.2 Diferenciales

Ofrecen una protección eficaz contra los contactos tanto directos como indirectos.

Están compuestos por:

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
---	--	----------------------

- Transformador toroidal
- Relé electromecánico
- Mecanismo de conexión y desconexión
- Circuito auxiliar de prueba.

Cuando la suma vectorial de las intensidades que pasan por el transformador es distinta de cero, en el secundario del mismo se induce una tensión que provoca la excitación del relé dando lugar a la desconexión del interruptor. Para que se produzca la apertura, la corriente de fuga debe de ser superior a la corriente de sensibilidad del diferencial.

4.1.7.3.- PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

4.1.7.3.1 Protección por corte automático de la alimentación

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la ITC-BT-08 del REBT y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales.

Se describen a continuación aquellos aspectos más significativos que deben reunir los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación, según la ITC-BT-08 y que la norma UNE correspondiente.

Se emplean dispositivos del tipo:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.
- Diferenciales

4.1.7.3.2 Protección por empleo de equipos de Clase II o Protección por aislamiento equivalente.

Se asegura esta protección por:

- Utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado (clase II).
- Conjuntos de aparamenta construidos en fábrica y que posean aislamiento equivalente (doble o reforzado).
- Aislamientos suplementarios montados en el curso de la instalación eléctrica y que aislen equipos eléctricos que posean únicamente un aislamiento principal.
- Aislamientos reforzados montados en el curso de la instalación eléctrica y que aislen las partes activas descubiertas, cuando por construcción no sea posible la utilización de un doble aislamiento.

4.1.7.4.- PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS, CORTOCIRCUITOS Y SOBRETENSIONES

- Sobrecargas, cortocircuitos: fusibles y magnetotérmicos (Pías).
- Sobretensiones red (por tormentas, etc.): varistores (en los paneles)

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/SZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

Los varistores proporcionan una protección fiable y económica contra transitorios de alto voltaje que pueden ser producidos, por ejemplo, por relámpagos, conmutaciones o ruido eléctrico en líneas de potencia de CC o Corriente Alterna.

4.1.7.5.- CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Los conductores y cables tendrán las características que se indican en los documentos del proyecto y en todo momento cumplirán con las prescripciones generales establecidas en la ICT-BT-19 del REBT.

No se admite la colocación de conductores que no sean los especificados en los esquemas eléctricos del presente proyecto. De no existir en el mercado un tipo determinado de estos conductores la sustitución por otro habrá de ser autorizada por La Dirección Facultativa.

Estos serán de cobre y serán siempre aislados. El cobre utilizado en la fabricación de cables o realización de conexiones de cualquier tipo o clase, cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE correspondiente y el REBT, siendo de tipo comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme y libre de todo defecto mecánico.

4.1.7.6.- CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

Su sección vendrá determinada por los valores de la Tabla 2 de la ICTBT- 19.

En su instalación o montaje, se tendrá en cuenta:

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas: al neutro de la red o a un relé de protección.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de: 2,5 mm² (con protección mecánica) o 4 mm² (sin protección mecánica).

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse conductores en los cables multiconductores, conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o conductores separados desnudos o aislados.

Cuando la instalación consta de partes de envoltentes de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envoltentes pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:

- Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
- Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.
- Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

La cubierta exterior de los cables con aislamiento mineral, puede utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, si satisfacen simultáneamente las

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/v1/SZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

condiciones a) y b) anteriores. Otros conductos (agua, gas u otros tipos) o estructuras metálicas, no pueden utilizarse como conductores de protección (CP ó CPN).

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

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

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

4.1.7.7.- IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo,

cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración. El conductor neutro se identificará por el color azul claro y el conductor de protección por el doble color amarilloverde. Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón o negro.

Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.

4.1.7.8.- TUBOS PROTECTORES

Los tubos y accesorios protectores, podrán ser de tipo metálico, no metálico o compuestos y en todo caso estarán fabricados de un material resistente a la corrosión y a los ácidos, y al mismo tiempo no propagador de la llama, acorde a lo estipulado en la ITCBT-21 del REBT para instalaciones interiores o receptoras.

Los mismos podrán ser rígidos, curvables, flexibles o enterrados, según las Normas UNE que les sean de aplicación.

Con respecto a sus dimensiones y roscas se estará a lo dispuesto en cada una de las Normas UNE que les sean de aplicación.

El diámetro interior mínimo de los tubos vendrá determinado y declarado por el fabricante.

En función del tipo de instalación, los diámetros exteriores mínimos y todas las características mínimas (resistencia a compresión, resistencia al impacto, temperaturas mínima y máxima de instalación y servicio, resistencia a la penetración del agua, resistencia al curvado, resistencia a la corrosión, resistencia a la tracción, resistencia a la propagación de la llama, a cargas suspendidas, etc.) de los tubos en canalizaciones fijas en superficie, tubos en canalizaciones empotradas, canalizaciones aéreas o con tubos al aire y en tubos en canalizaciones enterradas, vendrán definidas por las tablas de la ITCBT-21 del REBT.

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección, deberá cumplir lo indicado a continuación o en su defecto lo prescrito en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores. Se dispondrán de registros (los cuales también podrán ser utilizados como cajas de empalme y derivación) en cantidad suficiente, a distancias máximas de 15 m, para permitir una fácil introducción y retirada de los conductores, e irán por rozas.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de las cajas apropiadas, con dimensiones adecuadas, de material aislante y no propagador de la llama.

En ningún caso los conductores podrán ser unidos mediante empales o mediante derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí, sino que tendrán que unirse obligatoriamente mediante bornes de conexión o regletas de conexión.

Su trazado se hará siguiendo líneas verticales y horizontales paralelas a las aristas de los paramentos que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Las rozas verticales se separarán al menos 20 cm. de cercos, su profundidad será de 4 cm. y su anchura máxima el doble de la profundidad. Si hay rozas paralelas a los dos lados del muro, estarán separadas 50 cm. Se cubrirán con mortero o yeso. Los conductores se unirán en las cajas de derivación, que se separarán 20 cm. del techo, sus tapas estarán adosadas al paramento y los tubos aislantes se introducirán al menos 0,5 cm. en ellas.

En los tubos metálicos sin aislamiento interior deberá tenerse en cuenta los posibles efectos de condensación de agua en su interior para lo cual deberá elegirse convenientemente su trazado.

Queda terminantemente prohibida la utilización de los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Aquellos tubos metálicos que sean accesibles estarán puestos a tierra y se garantizará en todo momento su continuidad eléctrica. Cuando el montaje se realice con tubos metálicos flexibles, la distancia máxima entre dos puestas a tierra no superará, en ninguna circunstancia, más de 10 m.

Las canalizaciones estarán protegidas del calor mediante pantallas de protección calorífuga o alejando convenientemente la instalación eléctrica de las posibles fuentes de calor o mediante selección de aquella que soporte los efectos nocivos que se puedan presentar.

En cuanto a las condiciones de montaje fijo de tubos en superficie, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.2 de la ITC-BT- 21 del REBT.

Asimismo y con respecto a las condiciones de montaje fijo de tubos empotrados, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.3 de la ITC-BT-21 del REBT.

De igual forma las condiciones de montaje al aire quedan establecidas y éstas deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.4 de la ITC-BT- 21 del REBT.

4.1.7.9.- CANALES PROTECTORAS

Estará constituida por un perfil de paredes perforadas o no perforadas cuya finalidad es la de alojar a los conductores eléctricos y estará cerrada con tapa desmontable según ITC-BT- 01, siendo conformes a lo dispuesto en las Normas UNE que le sean de aplicación.

Para garantizar la continuidad de sus características de protección, su montaje se realizará siguiendo las instrucciones facilitadas por el fabricante.

Sus características mínimas, para instalaciones superficiales, serán las establecidas en la tabla 3.2 de la ITC-BT-21 del REBT. La instalación y puesta en obra de las canales protectoras, deberá cumplir lo indicado a continuación o en su defecto lo prescrito en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Su trazado se hará siguiendo preferentemente los paramentos verticales y horizontales paralelos a las aristas de las paredes que limitan el local donde se ejecuta la instalación eléctrica.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/v/US200W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

Las canales con conductividad eléctrica serán conectadas a la red de tierra para garantizar su continuidad eléctrica.

Las canales no podrán ser utilizados como conductores de protección o de neutro, salvo en lo dispuesto en la ITC-BT-18 para las de tipo prefabricadas.

4.1.7.10.- CAJAS GENERALES DE PROTECCION (CGP)

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Cajas Generales de Protección (CGP) acorde a las especificaciones técnicas que facilite la compañía suministradora de electricidad y que estén homologadas por la Administración competente, en concreto por lo marcado en el apartado 5 de las vigentes Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

Las CGP estarán constituidas por una envolvente aislante, precintable, que contenga fundamentalmente los bornes de conexión y las bases de los cortacircuitos fusibles para todos los conductores de fase o polares, que serán del tipo NH con bornes de conexión y una conexión amovible situada a la izquierda de las fases para el neutro.

Las CGP dispondrán de un sistema mediante el que la tapa, en posición abierta, quede unida al cuerpo de la caja sin que entorpezca la realización de trabajos en el interior.

En los casos que la tapa esté unida mediante bisagras, su ángulo de apertura será superior a 90°.

El cierre de las tapas se realizará mediante dispositivos de cabeza triangular, de 11 mm de lado. En el caso que los dispositivos de cierre sean tornillos deberán ser imperdibles.

Todos estos dispositivos tendrán un orificio de 2 mm de diámetro, como mínimo, para el paso del hilo precinto.

Estarán provistas de fusibles cortacircuitos en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. Una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 e IK 08, según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones de la ITC-BT-13 del REBT.

4.1.7.11.- CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Cajas de Protección y de Medida (CPM) acorde a las especificaciones técnicas establecidas en el apartado 6 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora y que estén homologadas por la Administración competente en función del número y naturaleza del suministro.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones del punto 2 de la ITCBT-13 del REBT.

Una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 e IK 08 según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable.

Su envolvente dispondrá de ventilación interna para evitar los efectos de la condensación. Si se emplea material transparente para facilitar la lectura de los equipos, éste será resistente a la acción de los rayos ultravioletas.

Todos los tipos estarán dimensionados de modo que permitan albergar en su interior el discriminador horario requerido para la "tarifa nocturna".

La CPM deberá ser accesible permanentemente desde la vía pública, y su ubicación se establecerá de forma que no cree servidumbres de paso o utilización de vías públicas para el trazado de los conductores de la DI.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

4.1.7.12.- CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES (CD)

Sus características, dispositivos de fijación, entrada y salida de los cables, conexiones de las CD son los descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto y serán acorde a lo estipulado en el capítulo 7.1 de las Normas Particulares de Instalaciones de enlace de la compañía suministradora.

Todos los cambios de direcciones en tubos rígidos y empalmes de conductores y otros en tubos de cualquier clase en instalaciones interiores, se llevarán a cabo por medio de cajas de derivación o registro que serán de plástico con protección antipolvo y estancas para circuitos exteriores. Sólo podrán sustituirse por cajas metálicas estancas u otras cuando lo autorice por escrito la Dirección Facultativa.

4.1.7.13.- CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN (CMP)

Se emplearán los Cuadros de Mando y Protección (CMP) descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto. Estarán contruidos con materiales adecuados no inflamables y en función de la tarifa a aplicar y convenientemente dotados de los mecanismos de control necesarios por exigencia de su aplicación.

Su envolvente se ajustará a las Normas UNE que le son de aplicación, con un grado de protección IP30 e IK07. La envolvente para el Interruptor de Control de Potencia (ICP) será homologado oficialmente, de tipo precintable y de dimensiones aprobadas por la compañía suministradora de energía eléctrica, acorde a lo estipulado en la ICT-BT-17 del REBT.

Dispondrá de los dispositivos generales e individuales de mando y protección y como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte onnipolar de accionamiento manual dotado de elementos de protección frente a sobrecargas y cortocircuitos, siendo independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general para protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte onnipolar para protección de sobrecargas y cortocircuitos por cada circuito interior del local, Industria o vivienda del usuario.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones según ICT-BT-23 del REBT, si fuera necesario.

Se podrá instalar un interruptor diferencial para protección contra contactos indirectos por cada circuito. En este caso se podrá omitir el interruptor diferencial general.

Si el montaje se realiza en serie, deberá existir selectividad entre ellos.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte onnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen.

4.1.7.14.- PEQUEÑO MATERIAL Y VARIOS

Todo el pequeño material a emplear en las instalaciones será de características adecuadas al fin que debe cumplir, de buena calidad y preferiblemente de marca y tipo de acreditada solvencia, reservándose la Dirección Facultativa la facultad de fijar los modelos o marcas que juzgue más convenientes.

En ningún caso los empalmes o conexiones significarán la introducción en el circuito de una resistencia eléctrica superior a la que ofrezca un metro del conductor que se emplee.

4.2. CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

El contratista o instalador autorizado entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en idioma español para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, etc.) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Concretamente por cada elemento tipo, estas indicaciones para su correcta identificación serán las siguientes:

GENERADOR FOTOVOLTAICO:

- Identificación, según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT), satisfaciendo las especificaciones contempladas en las Normas UNE para módulos de silicio cristalino, o para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

Llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/icsv/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

INVERSOR:

El inversor deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:

- Potencia nominal (kW)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad y terminales

Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

CONTADORES Y EQUIPOS:

- Identificación: según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

CUADROS GENERALES DE DISTRIBUCIÓN:

- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja Tensión

- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el Ministerio de Industria.

Cables eléctricos, accesorios para cables, etc

- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el MICT.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Asimismo aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

5. EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

5.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según DECRETO 141/2009 e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC del REBT, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la reglamentación vigente.

La Dirección Facultativa rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

Se cumplirán siempre todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo. La instalación fotovoltaica incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/icsv/US200W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

El transporte, manipulación y empleo de los materiales se hará de forma que no queden alteradas sus características ni sufran deterioro sus formas o dimensiones.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes que integran la instalación.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en idioma español.

5.2. COMPROBACIONES INICIALES

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación fotovoltaica coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa. Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa el lugar de montaje los diversos componentes de la instalación. Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de abastecimiento de agua o fontanería.

5.3. MONTAJE DE LOS ELEMENTOS

Se registrará de acuerdo con la ITC-BT-40 del REBT.

Replanteo.

Al inicio de la obra, habrá que indicar con los planos del presente proyecto, sobre el terreno, el movimiento de tierras, si fuese necesario, ubicación de las zapatas, losa corrida, estructura soporte, paneles, etc.

Cimentación.

Si fuese necesario, se realizará en primer lugar el movimiento de tierras, la excavación de las zapatas, o losa corrida, en el caso de que los módulos solares fotovoltaicos, vayan colocados sobre estructura soporte en el suelo.

Si la colocación de los módulos es sobre terraza, tejado, o sobre fachadas; no hará falta cimentación y sólo se tendrá que realizar las obras de sujeción de la estructura, previa comprobación, de que el tejado, fachada o terraza, soporte el peso de la estructura. En el caso de estructura sobre el suelo, será necesaria la excavación de las zapatas, colocando a continuación la armadura metálica pertinente. A continuación se procederá al vertido del hormigón, de las características especificadas por el diseñador de la estructura, procediéndose a continuación, a la colocación de la misma.

5.3.1. INSTALACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos se montarán de forma que se maximice la exposición directa a la luz solar y se eliminen o minimicen las sombras, debiendo evitarse instalaciones con ángulos de inclinación reducidos que pudieran provocar la acumulación de suciedad sobre el cristal y los bordes del marco.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO

Para su fijación se emplearán marcos de soporte o kits de montaje especializados fabricados en aluminio anodizado o en acero inoxidable.

Deberá prestarse especial atención en la fase de montaje para evitar la acumulación de suciedad sobre la superficie del módulo ya que puede provocar que las células solares activas queden en sombra y se reduzca el rendimiento eléctrico.

En el caso de sistemas montados sobre cubiertas y tejados, se deberá respetar un espacio en la parte posterior del módulo para permitir su adecuada ventilación.

A los efectos de dar cabida a la expansión o dilatación térmica de los marcos será necesario, asimismo, dejar un adecuado espacio entre los módulos fotovoltaicos.

Se deberá dejar siempre la superficie posterior del módulo libre de objetos externos o elementos de la estructura que pudieran entrar en contacto con éste, especialmente si el módulo está sometido a carga mecánica.

Deberá asegurarse que los módulos no están expuestos a vientos ni nevadas que superen la carga máxima permitida y que no están sometidos a una fuerza excesiva debido a la dilatación térmica de la estructura de soporte.

El sistema de fijación de los módulos deberá ser de tipo “antivandálico”. La cimentación puede ser tanto horizontal como vertical sin afectar la instalación de los soportes de las estructuras.

Las estructuras de soporte de los módulos podrán ser realizadas con aluminio anodizado de elevada resistencia a los agentes atmosféricos, permitiendo de esta manera una larga duración de los elementos de soporte, aun en ambientes salinos.

Si el módulo dispone de caja de conexiones ésta no deberá utilizarse para sujetar o transportar el módulo. Se deberá prestar especial atención para no subirse ni pisar su superficie.

Se evitará dejar caer el módulo ni golpearlo dejando caer sobre él otros objetos, así como se evitará en todo momento dañar ni arañar la superficie posterior del módulo.

Con la finalidad de mantener las garantías del fabricante, no se podrá desmontar, modificar o adaptar el módulo ni retirar ninguna pieza o etiqueta instalada por el fabricante.

Asimismo se evitara perforar el marco ni el cristal del módulo.

No deberá aplicarse pintura ni adhesivos a la superficie posterior del módulo.

Si se rompiese el cristal o el material posterior de un módulo, éste no podrá repararse ni utilizarse, ya que el contacto con cualquier superficie del módulo o el marco podría producir una descarga eléctrica, debiendo ser sustituido.

Los módulos rotos o dañados deben manipularse con cuidado y eliminarse de forma adecuada. Los cristales rotos pueden presentar filos y producir heridas si no se manipulan con un equipo protector adecuado.

Deberán montarse sólo con tiempo seco y con herramientas secas. No deberán ser manipulados cuando éstos estén húmedos, a no ser que utilice un equipo de protección adecuado. Para instalaciones en tejados, los módulos deben montarse sobre una cubierta resistente al fuego homologada para este tipo de instalación.

Posteriormente, se procederá al conexionado eléctrico de los módulos, conectando el o los campos fotovoltaicos, mediante canalización eléctrica, al inversor o inversores, para que la transformen en corriente alterna, con tensión y frecuencia de red, para su inyección en la misma. Estas canalizaciones, cumplirán lo requerido en el Reglamento Electrotécnico de

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v1/S200W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

Baja Tensión REBT, en su Instrucción Técnica ITC-BT-07, diseñando las líneas, mediante los criterios de calentamiento y caída de tensión.

Los módulos fotovoltaicos se colocarán en la cubierta del edificio, de forma coplanar, es decir, con la misma inclinación de ésta, ya que presenta buenas condiciones para captar la radiación solar. La cubierta debe ser resistente al peso de la estructura que conforma la instalación de los módulos solares. Hay que resaltar que actualmente ya existe una pequeña instalación solar fotovoltaica, para venta a red, sin que haya habido ningún problema estructural en el edificio.

5.3.2. ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN Y SOMBRAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas serán inferiores a los límites de la tabla adjunta.

	<i>Orientación e inclinación(OI)</i>	<i>Sombras (S)</i>	<i>Total (OI + S)</i>
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Considerándose tres situaciones: a) general, b) superposición de módulos y, c) integración arquitectónica

En esta ocasión, tal y como se expone en la Memoria descriptiva, no existe ninguna sombra que afecte a los módulos fotovoltaicos.

5.3.3. INSTALACIÓN DE INVERSORES

Los inversores se colocarán en la sala donde se ubica el CGBT o lo más próximos a ésta. Se observarán las siguientes consideraciones antes de proceder a su instalación:

A pesar de que debe tener IP65 o superior, se aconseja que su emplazamiento deberá estar alejado de la luz solar directa y en un rango de temperatura ambiente comprendido entre 0 y 40°C.

Para su montaje se seleccionará un paramento o superficie sólida vertical con suficiente firmeza para que soporte su peso, necesitando de un espacio adicional de refrigeración adecuado para la dispersión del calor.

Se marcará su posición en el paramento y se realizarán los taladros para su sujeción, colocando y apretando los tornillos.

Se realizará el conexionado de la parte AC y posteriormente con el panel fotovoltaico (parte DC) respetando su polaridad, conectando siempre el polo positivo (+) del panel fotovoltaico al polo DC positivo (+) del inversor, y el polo negativo (-) del panel fotovoltaico al polo DC negativo (-) del inversor.



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA

http://isado.citnavarra.com/cs/v/SZ00W6LSKWTZJD

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

Seguidamente el inversor se conectará a las correspondientes protecciones, las cuales pueden constar de cortocircuito eléctrico, fusible y terminales de conexión, tanto para el inversor como para la red de suministro.

5.3.4. INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA

Para su ejecución se realizará de acuerdo con lo establecido en la ITC - BT-16 del REBT.

5.3.5. SEÑALIZACIÓN

Toda la instalación eléctrica deberá estar correctamente señalizada y deberán disponerse las advertencias e instrucciones necesarias que impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos de tensión o cualquier otro tipo de accidentes.

A este fin se tendrá en cuenta que todas las máquinas y aparatos principales, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y de los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en el que su identificación pueda hacerse a simple vista.

6. ACABADOS, CONTROL Y ACEPTACIÓN, MEDICIÓN Y ABONO

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora autorizada, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

6.1. ACABADOS

Terminada la instalación eléctrica fotovoltaica, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados por los revestimientos posteriores de los paramentos. Una vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas.

6.2. CONTROL Y ACEPTACIÓN

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

- Punto de conexión de la instalación: situación con respecto al punto indicado por la Compañía distribuidora
- Estructura soporte: sistema de fijación, material y Anclaje
- Paneles fotovoltaicos: orientación, inclinación, producción de sombras, estado de los marcos y de la superficie del panel, interconexión entre paneles, conexiones con el inversor, espacio para dilatación térmica
- Inversor: situación con respecto al punto indicado por la Compañía distribuidora, anclaje y posición, conexiones y funcionamiento
- Protecciones: pruebas de funcionamiento
- Equipos de medida
- Canalizaciones
- Cableado, terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Cimentación, zanjas y hormigonado
- Cajas
- Conservación hasta la recepción de las obras

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isadco.cifnavarra.com/cs/v/SZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

Se preservarán todos los componentes de la instalación eléctrica de entrar en contacto con materiales agresivos y humedad.

7. RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS

7.1. RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

Previamente al reconocimiento de las obras, el Contratista habrá retirado todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, etc., hasta dejarlas completamente limpias y espejadas.

En este reconocimiento se comprobará que todos los materiales instalados coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo efectuado antes de su instalación y que corresponden exactamente a las muestras que tenga en su poder, si las hubiera y, finalmente comprobará que no sufren deterioro alguno ni en su aspecto ni en su funcionamiento.

Análogamente se comprobará que la realización de la instalación eléctrica ha sido llevada a cabo y terminada, rematada correcta y completamente.

En particular, se resalta la comprobación y la verificación de los siguientes puntos:

- Ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Fijación de los distintos aparatos, seccionadores, interruptores y otros colocados.
- Tipo, tensión nominal, intensidad nominal, características y funcionamiento de los aparatos de maniobra y protección.

Todos los cables de baja tensión así como todos los puntos de luz y las tomas de corriente serán probados durante 24 horas, de acuerdo con lo que la Dirección Facultativa estime conveniente.

Si los calentamientos producidos en las cajas de derivación, empalmes, terminales, fueran excesivos, a juicio de la Dirección Facultativa, se rechazará el material correspondiente, que será sustituido por otro nuevo por cuenta del Contratista.

7.2. PRUEBAS Y ENSAYOS

Después de efectuado el reconocimiento, se procederá a realizar las pruebas y ensayos por parte del Contratista que se indican a continuación con independencia de lo indicado con anterioridad en este Pliego de Condiciones Técnicas:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con procedimientos experimentales (véase Anexo I del Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a Red, editado por el IDAE– PCT-C Rev.Octubre 2002) utilizado: 1 célula solar calibrada de tecnología equivalente, 1 termómetro de mercurio de temperatura ambiente, 1 multímetro de corriente continua (CC) y corriente alterna (CA), 1 pinza amperimétrica de CC y CA.

Cuando esto no es posible, puede estimarse la potencia instalada utilizando datos de catálogo y de la instalación, y realizando algunas medidas sencillas con una célula solar calibrada, un termómetro, un voltímetro y una pinza amperimétrica. Si tampoco se dispone de esta instrumentación, puede usarse el propio contador de energía. En este mismo orden, el error de la estimación de la potencia instalada será cada vez mayor.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isad.o.cifnavarra.com/cs/v/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos, además de los contemplados en el primer párrafo del presente apartado:

Entrega de toda la documentación requerida en este Pliego de Condiciones Técnicas.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

Asimismo, realizará las siguientes comprobaciones:

- Medida de aislamiento de la instalación: el ensayo de aislamiento se realizará para cada uno de los conductores activos en relación con el neutro puesto a tierra, o entre conductores activos aislados. La medida de aislamiento se efectuará según lo indicado en el artículo 28 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos: se comprobará que la intensidad nominal de los diversos interruptores automáticos sea igual o inferior al valor de la intensidad máxima del servicio del conductor protegido.
- Empalmes: se comprobará que las conexiones de los conductores son seguras y que los contactos no se calientan normalmente.
- Medición de los niveles de aislamiento de la instalación de puesta a tierra con un óhmetro previamente calibrado, verificando, el Ingeniero Director, que están dentro de los límites admitidos.

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará nuevamente un reconocimiento de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras.

8. CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y USO

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas de las Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a la Red Eléctrica de Baja Tensión son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v15Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de la instalación que requiera mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del Decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

Los contratos de mantenimiento se formalizarán por períodos anuales, prorrogables por acuerdo de las partes, y en su defecto de manera tácita.

Dicho documento consignará los datos identificativos de la instalación afectada, en especial su titular, características eléctricas nominales, localización, descripción de la edificación y todas aquellas otras características especiales dignas de mención.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones, podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas.

En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

Para aquellas instalaciones nuevas o reformadas, será preceptiva la aportación del contrato de mantenimiento o el certificado de automantenimiento junto a la solicitud de puesta en servicio. Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de presentar contratos o certificados de automantenimiento.

Las empresas instaladoras autorizadas deberán comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía las altas y bajas de contratos de mantenimiento a su cargo, en el plazo de un mes desde su suscripción o rescisión.

Las comprobaciones y chequeos a realizar por los responsables del mantenimiento se efectuarán con la periodicidad acordada, atendiendo al tipo de instalación, su nivel de riesgo y el entorno ambiental, todo ello sin perjuicio de las otras actuaciones que proceda realizar para corrección de anomalías o por exigencia de la reglamentación. Los detalles de las averías o defectos detectados, identificación de los trabajos efectuados, lista de piezas o dispositivos reparados o sustituidos y el resultado de las verificaciones correspondientes deberán quedar registrados en soporte auditable por la Administración.

Las empresas distribuidoras, las transportistas y las de generación en régimen ordinario están obligadas a comunicar al órgano competente en materia de energía la relación de instalaciones sujetas a mantenimiento externo, así como las empresas encargadas del mismo.

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

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

Para tener derecho a financiación pública, a través de las ayudas o incentivos dirigidos a mejoras energéticas o productivas de instalaciones o industrias, la persona física o jurídica beneficiaria deberá justificar que se ha realizado la inspección técnica periódica correspondiente de sus instalaciones, conforme a las condiciones que reglamentariamente estén establecidas.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/icsv/US200W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

8.1.- CONDICIONES GENERALES MÍNIMAS QUE DEBEN SEGUIRSE PARA EL ADECUADO MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADAS A RED.

Se definen diferentes escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación al objeto de asegurar su correcto funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Plan de vigilancia.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

Plan de vigilancia: El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación son correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales (energía, tensión etc.) para verificar el correcto funcionamiento de la instalación, incluyendo la limpieza de los módulos en el caso de que sea necesario.

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- Visita a la instalación en el plazo máximo de 1 semana y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma con resolución de la misma en el plazo de 15 días.
- Análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado competente que conozca la tecnología solar fotovoltaica y las instalaciones eléctricas en general y siempre bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas así como el mantenimiento correctivo. El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles ó desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una revisión anual en la que se realizarán las siguientes actividades:

- a) Comprobación de las protecciones eléctricas.
- b) Comprobación del estado de los módulos: comprobar la situación respecto al proyecto original y verificar el estado de las conexiones.
- c) Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- d) Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v1/SZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

Se realizará un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Se registrarán las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa autorizada).

Paneles.

Inspección general anual o bianual asegurándose de que las conexiones entre paneles y al regulador están bien ajustadas y libres de corrosión. En la mayoría de los casos, la acción de la lluvia elimina la necesidad de limpieza de los paneles; en caso de ser necesario, simplemente utilizar agua.

8.2. REPARACIÓN - REPOSICIÓN

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

9. INSPECCIONES PERIÓDICAS

Las inspecciones periódicas sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las actuaciones de mantenimiento que preceptivamente se tengan que realizar.

Las sucesivas inspecciones tendrán una periodicidad de 5 años, por ser una instalación superior a 25kW.

En cualquier caso, estas inspecciones serán realizadas por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A.), libremente elegido por el titular de la instalación.

9.1. CERTIFICADOS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS

Los certificados de inspección periódica se presentarán según modelo oficial previsto en el anexo VIII del DECRETO 141/2009 de 10 de noviembre, haciendo mención expresa al grado de cumplimiento de las condiciones reglamentarias, la calificación del resultado de la inspección, la propuesta de las medidas correctoras necesarias y el plazo máximo de corrección de anomalías, según proceda.

Los certificados deberán ser firmados por los autores de la inspección estando visados por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia, en UN (1) MES desde su realización.

Cuando se trate de un técnico adscrito a una OCA, éste estampará su sello oficial. Los certificados se mantendrán en poder del titular de las instalaciones, quien deberá enviar copia a la Consejería de Industria o Administración competente en materia de energía durante el mes siguiente al cumplimiento de los plazos máximos establecidos en el párrafo anterior.

9.2. DE LA RESPONSABILIDAD DE LAS INSPECCIONES PERIÓDICAS

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v1/SZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO

Los responsables de la inspección no podrán estar vinculados laboralmente al titular o Propietario de la instalación, ni a empresas subcontratadas por el citado titular. Deberán suscribir un seguro de responsabilidad civil acorde con las responsabilidades derivadas de las inspecciones realizadas y disponer de los medios técnicos necesarios para realizar las comprobaciones necesarias.

En el caso de existir otras instalaciones anexas de naturaleza distinta a la eléctrica (por ejemplo de hidrocarburos, aparatos a presión, contra incendios, locales calificados como atmósferas explosivas, etc.) para las que también sea preceptiva la revisión periódica por exigencia de su normativa específica, se procurará la convergencia en la programación de las fechas de revisión con las de los grupos vinculados, si bien prevalecerá la seguridad y el correcto mantenimiento de las mismas frente a otros criterios de oportunidad u organización.

9.3. INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Las instalaciones de producción en régimen ordinario, así como las de transporte y distribución de energía eléctrica, serán revisadas periódicamente por una OCA o por un técnico titulado con competencia equivalente a la requerida para la puesta en servicio de la instalación, libremente elegidos por el titular de la instalación.

La revisión se producirá al menos cada TRES (3) años, en lo referente a las redes de distribución y de transporte. En el caso de instalaciones de generación se podrá adoptar, como plazo de revisión, el definido por el fabricante para la revisión mayor, si bien no se podrán superar los plazos siguientes, en función de la tecnología del grupo generador:

- a) Grupos diésel: DOS (2) años
- b) Turbinas de gas: UN (1) año y SEIS (6) meses
- c) Turbinas de vapor: CUATRO (4) años
- d) Otros sistemas generadores: TRES (3) años

En el caso de que existan instalaciones auxiliares vinculadas a grupos de distinta tecnología, se adoptará el plazo más restrictivo de ellos.

Los Ingenieros Técnicos Industriales

Ricardo Aicua Royo
Iñigo Iriguibel López

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/v/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

9. ANEXO VII ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/cs/v/SZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	--	---------------

9.1 ANTECEDENTES

El Presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción se redacta en base a este proyecto de acuerdo con el RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

9.2 CODIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Los residuos a generar se codifican con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

A este efecto de la orden 2690/2006 de la CAM se identifican dos categorías de Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

RCDs de Nivel I.- Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCDs de Nivel II.- residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se considerarán incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

9.3 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

La estimación de residuos a generar figura en la tabla existente al final del presente Estudio. Tales residuos se corresponden con los derivados del proceso específico de la obra de construcción prevista sin tener en cuenta otros residuos derivados de los sistemas de envío, embalajes de materiales, etc.

	GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/S200W6LSKWTZJD
	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
VISADO	

que dependerán de las condiciones de suministro. Dicha estimación se ha codificado de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002. (Lista europea de residuos).

9.4 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

El contratista presentará un plan que refleje como va a abordar todas las obligaciones referentes a la gestión de residuos, dicho plan deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa de la obra y la Propiedad.

En cada fase del proceso de construcción se planificará la manera adecuada de gestionar los residuos, hasta el punto de que, antes de que se produzcan hay que decidir si se pueden reducir, reutilizar y reciclar.

Debe existir en la obra un responsable de los residuos que tome las decisiones necesarias para la mejor gestión de los residuos y las medidas preventivas para minimizar y reducir los residuos que se originan.

Para prevenir la generación de residuos se prevé la instalación de una caseta de almacenaje de productos sobrantes reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos si no que se proceda a su aprovechamiento posterior por parte del Constructor.

9.5 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

Mediante la separación de residuos se facilita su reutilización, valorización y eliminación posterior. Se prevén las siguientes medidas:

- Para la separación de los residuos peligrosos, en caso de su aparición, la cual no es esperada. Se dispondrá de un contenedor adecuado. La recogida y tratamiento será objeto del Plan de Gestión de Residuos.
- En relación con los restantes residuos previstos, al no superar las cantidades establecidas en la normativa no requieren tratamiento separado (hormigón, ladrillos, tejas, cerámicos).
- Para acopiar los mencionados residuos se dispondrán de contenedores específicos cuya recogida se preverá en el Plan de Gestión de Residuos específico.
- Para toda la recogida de residuos se contará con la participación de un Gestor de Residuos autorizado de acuerdo con lo que se establezca en el Plan de Gestión de Residuos.

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isad.o.cifnavarra.com/cv/US200W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

HORMIGÓN	80 T
LADRILLOS, TEJAS, CERÁMICOS	40 T
METAL	2 T
MADERA	1 T
VIDRIO	1 T
PLÁSTICO	0.5 T
PAPEL Y CARTÓN	0.5 T

9.6 REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN

9.6.1 REUTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS

Se marcan las operaciones previstas y el destino previsto inicialmente para los materiales (propia obra o externo).

OPERACIÓN PREVISTA		DESTINO INICIAL
☒	No hay previsión de reutilización en la misma obra o emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado	Externo
☒	Reutilización de tierras procedentes de la excavación	Externo
☒	Reutilización de residuos minerales o pétreos enáridos reciclados o en urbanización	Externo
☐	Reutilización de materiales cerámicos	
☐	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio...	
☐	Reutilización de materiales metálicos	



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
[http://isadco.cifnavarra.com/cs/v/\\$Z00W6LSKWTZJD](http://isadco.cifnavarra.com/cs/v/$Z00W6LSKWTZJD)

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

9.6.2 PREVISIÓN DE VALORIZACIÓN "IN SITU" DE LOS RESIDUOS GENERADOS.

No hay previsión de reutilización en la misma obra. El destino de los residuos de demolición formados por hormigón, áridos y tierras no contaminadas serán transportados preferentemente a una planta de tratamiento de áridos reciclados o actuaciones autorizadas.

9.6.3 DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORIZABLES "IN SITU"

Las empresas de Gestión y tratamiento de residuos estarán siempre autorizadas. Como no se prevé la reutilización de parte de las tierras procedentes de la demolición, se prevé transportarlas a actuaciones autorizadas de restauración de espacios ambientalmente degradados, acondicionamiento o relleno (restauración de canteras...).

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isad.o.cifnavarra.com/cs/v/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
---	--	----------------------

RCD: Naturaleza no pétreo		
2. Madera		
	17 02 01	Madera
3. Metales		
	17 04 01	Cobre, bronce, latón
	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
4. Papel		
X	20 01 01	Papel
5. Plástico		

Tratamiento	Destino
-------------	---------

Reciclado	Gestor autorizado RNPs
-----------	------------------------

Reciclado	Gestor autorizado RNPs
Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	Gestor autorizado RNPs
	Gestor autorizado RNPs
Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	Gestor autorizado RNPs
Reciclado	Gestor autorizado RNPs
Reciclado	Gestor autorizado RNPs



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isado.cifnavarra.com/cs/v/SZ00W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

X	17 02 03	Plástico	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
6. Vidrio				
	17 02 02	Vidrio	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
7. Yeso				
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs

RCD: Naturaleza pétreo		Tratamiento	Destino
1. Arena Grava y otros áridos			
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 0104 07	Reciclado	Planta de reciclaje RCD
01 04 09	Residuos de arena y arcilla	Reciclado	Planta de reciclaje RCD
2. Hormigón			
17 01 01	Hormigón	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RCD
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos			
17 01 02	Ladrillos	Reciclado	Planta de reciclaje RCD
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Reciclado	Planta de reciclaje RCD
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificados	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RCD



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isado.citnavarra.com/icsv/USZ00W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

		en el código 1 7 01 06.
	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03

Reciclado	

9.7 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

9.7.1 PRESCRIPCIONES GENERALES

CLASES DE RESIDUOS:

a.- Según su procedencia.

- De derribo. Son los materiales y productos de construcción que se originan como resultado de desmontaje, desmantelamiento y derribo de edificios e instalaciones.
- De construcción. Son los que se originan en el proceso de ejecución material de los trabajos de construcción, tanto de nueva planta como de rehabilitación.
- De excavación. Son los resultados de los trabajos de excavación, en general previos a la construcción.

b.- Según su naturaleza

- Residuo inerte. Son los que no presentan ningún riesgo de polución de las aguas, de los suelos y del aire.
- Residuo banal o no especial. Son los que pueden ser tratados o almacenados en las mismas instalaciones que los residuos domésticos.
- Residuo especial. Los que están formados por materiales que tienen determinadas características que los hacen potencialmente peligrosos y que pueden ser considerados como residuos industriales especiales.

AGENTES QUE INTERVIENEN:

Productor. Es la persona propietaria del inmueble o estructura que origina los residuos.

- **Poseedor.** Es el titular de la empresa que efectúa las operaciones de derribo, construcción, rehabilitación, excavación y otras operaciones generadoras de residuos o la persona física o jurídica que los tiene en su posesión sin ser gestor de residuos.

Gestor. Es el titular de las instalaciones que trata los residuos.

OPERACIONES:

Operaciones in situ. Operaciones de desconstrucción, de separación y recogida selectiva de los residuos en el mismo lugar en que se producen.

Separación y recogida selectiva. Son acciones que tienen por objeto disponer de residuos de composición homogénea, clasificados por su naturaleza, de manera que faciliten los procesos de valorización o de tratamiento especial.

Desconstrucción. Son las operaciones coordinadas de recuperación de residuos de derribo con el fin de minimizar el volumen de residuos.

ALTERNATIVAS DE GESTIÓN:

- **Valorización.** Dar valor a los elementos y materiales de los residuos de la construcción, es aprovechar las materias, subproductos y sustancias que contienen.
- **Deposición de los residuos.** Depositar los residuos en un vertedero.
- **Reutilización.** Recuperación de elementos constructivos completos con las mínimas transformaciones posibles.
- **Reciclaje.** Recuperación de algunos materiales que componen los residuos, sometidos a un proceso de transformación, en la composición de nuevos productos.
- **Tratamiento especial.** Consiste en la recuperación de los residuos potencialmente peligrosos susceptibles de contener sustancias contaminantes o tóxicas a fin de aislarlos y de facilitar el tratamiento específico o la deposición controlada.

GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN:

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas autorizadas por la Xunta de Galicia.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/vi/\$Z00W6LSKWTZJD
Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
VISADO

CERTIFICACIÓN DE LOS MEDIOS EMPLEADOS:

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados, así como a entregar los residuos a un Gestor autorizado y proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y al Promotor los documentos emitidos por el Gestor en los que conste el Productor, Poseedor, Obra de procedencia, cantidad y codificación según la Orden MAM/304/2002.

LIMPIEZA DE LAS OBRAS:

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Almacenar los residuos inmediatamente después de que se generen para evitar que se ensucien y se mezclen con otros sobrantes, así como a poner todos los medios para almacenarlos correctamente y sacarlos de la obra tan rápidamente como sea posible.

9.7.2 PRESCRIPCIONES ESPECÍFICAS

- Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.
- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isadoc.citnavarra.com/cs/vl/\$Z00W6LSKWTZJD
Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
VISADO

número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

9.8 TABLAS DE RESIDUOS ESTIMADOS

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

Las tablas donde se recoge la clasificación de los residuos generados en la obra de acuerdo con el código europeo de residuos recogido en la Orden MAM/304/2002 y la estimación de cada tipo de residuo es la siguiente:

Tipología	Código	Residuo
Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce del terreno.	02 01 07	Residuos de la silvicultura en el código 02.01.07
Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.	17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.
Tipo III. Residuos de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.
	17 01 01	Hormigón,
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintos de las especificadas en el código 17 01 06.
	17 01 02	Ladrillos,



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isado.citnavarra.com/cs/v15Z00W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

	17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.
Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétreas resultantes de la ejecución de la obra.	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.
	17 02 01	Madera.
	17 04 01	Cobre, bronce, latón.
	17 04 02	Aluminio.
	17 04 03	Plomo.
	17 04 04	Zinc.
	17 04 05	Hierro y acero.
	17 04 06	Estaño.
	17 04 07	Metales mezclados.
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.
	20 01 01	Papel y cartón.
	17 02 03	Plástico
	20 03 01	Mezclas de residuos municipales.
	17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.
	13 08 99*	Residuos no especificados en otra categoría.
	15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o estén contaminados por ellas
	15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
[http://isado.cifnavarra.com/cs/v/\\$Z00W6LSKWTZJD](http://isado.cifnavarra.com/cs/v/$Z00W6LSKWTZJD)

N°: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros	16 06 03*	Pilas que contienen mercurio.
	17 01 06*	Mezclas o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas
	17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o estén contaminados por ellas.
	08 01 11*	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
	17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.
Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros	07 07 01*	Líquidos de limpieza y licores madre acuosos,

Codificación y estimación (m³ y t de cada tipo según Orden MAM/304/2002)

La primera actividad en la construcción será la excavación de las zapatas y la zanja de las líneas eléctricas (Ver Tabla superior correspondiente a residuo Tipo II).

Tierras y pétreos procedentes de excavación.

17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos

No se genera ningún residuo de este tipo.

RCD resultantes de la ejecución de la obra:

RCD de naturaleza pétreo

17 01 01 Hormigón

No se genera ningún residuo de este tipo.

17 01 02 Ladrillos

No se genera ningún residuo de este tipo.

RCD de naturaleza no pétreo

17 02 01 Madera

No se genera ningún residuo de este tipo.



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isado.citnavarra.com/cs/v/USZ000W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

17 02 02 Vidrio

No se genera ningún residuo de este tipo.

17 02 03 Plástico

Se generarán restos de tubos para la canalización que se utilizan para el tendido de los conductores. La longitud de los tubos que se necesita es:

Tubo de PVC diámetro 25 mm: Longitud: 21 m

Volumen: $\pi \times 0,0125 \times 0,0125 \times 21 = 0,01 \text{ m}^3$

La longitud total de tubo necesaria será de 21,0 m que ocupará un volumen total de 0,01 m³. Se considera que de esta cantidad se generará un 1% como residuo, por lo cual será 0,21 m con un volumen de 0,0001 m³. Siendo el peso medio 1,5 kg/m y el esponjamiento de 1,5 veces, resulta:

RCD VOLUMEN TOTAL= $0,0001 \text{ m}^3 \times 1,5 = 0,00015 \text{ m}^3$

RCD PESO TOTAL = $0,21 \text{ m} \times 1,5 \text{ kg/m} = 0,315 \text{ kg} = 0,000315 \text{ t}$

17 04 05 Hierro y acero

No se genera ningún residuo de este tipo.

17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

Se producirán restos por el desperdicio propio de la ejecución de la instalación eléctrica de Baja Tensión. Se estima una cantidad total de 0,1 m³. Este material será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización.

Otros residuos:

20 01 01 Papel y cartón

Asociado a la obra, pueden generarse residuos de papel y cartón. Se estima una cantidad total de 0,1 m³. Este tipo de residuo será gestionado por gestor autorizado.

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/cs/v/\$Z00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025
	VISADO

9.9 PRESUPUESTO

El presente presupuesto contempla las partidas de carga, transporte tanto de materiales (hormigón, ladrillos, áridos...) como de tierras y canon de vertido.

Los subtotales del coste de gestión de los residuos de la obra se recogen en la siguiente tabla:

Tipos de almacenamiento de residuos incluyendo alquiler, transporte, tasas y gestión	Precio (€)	Precio/Vol
1 saca de 1 m ³	50	50 €/m ³
1 bidón de 1 m ³	100	100 €/m ³
1 contenedor de media capacidad (5 — 10 m ³), normalmente de 7 m ³	200	30 €/m ³
1 contenedor de alta capacidad (más de 12 m ³)	300	25 €/m ³
1 carga de camión de transporte de hasta 10 t	70	8 €/m ³
1 carga de camión de transporte de hasta 25 t	100	5 €/m ³
1 bidón de hasta 200 l para residuos peligrosos	100	500€/m ³

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio Total (€)
Residuos no peligrosos			
Plásticos	0,000315 t 0,00015 m ³	50 € (1 saca de 1 m ³)	50,00 €
Cables sin sustancias peligrosas	0,1 m ³	50 € (1 saca de 1 m ³)	50,00 €
Papel y Cartón	0,1 m ³	50 € (1 saca de 1 m ³)	50,00 €
Total			150,00 €



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isado.cifnavarra.com/icsv/USZ00W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

10. ANEXO VIII. PRESUPUESTO

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TECNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.cifnavarra.com/ics/v/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	-------------------------------------	--------

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Presupuesto IFV en cubierta de nave de Gobierno de Navarra

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
S01	PANELES SOLARES	16.316,64
S02	INVERSOR	7.444,44
S06	ESTRUCTURA COPLANAR.....	9.450,72
S03	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	38.352,72
S08	MOMITORIZACIÓN	1.607,77
S05	OBRA CIVIL	1.621,71
S07	SEGURIDAD COLECTIVA - GESTIÓN DE RESIDUOS	4.097,41
S04	TRAMITACIÓN	980,00
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		79.871,41
	12,00% Gastos generales	9.584,57
	6,00% Beneficio industrial.....	4.792,28
	SUMA DE G.G. y B.I.	14.376,85
	21,00% I.V.A.....	19.792,13
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		114.040,39
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		114.040,39

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO CATORCE MIL CUARENTA EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

Pamplona, a mayo de 2.025.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA

<http://isadoc.citnavarra.com/ics/v/USZ00W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Presupuesto IFV en cubierta de nave de Gobierno de Navarra

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO S01 PANELES SOLARES									
S01.1	Ud Panel solar JA SOLAR JAM72D40 595/MB o similar								
	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 595 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 44,64 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,33 A, tensión en circuito abierto (Voc) 52,58 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 13,99 A, eficiencia 26,00%, 144 células, vidrio exterior templado de 2 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 2278x1134x30 mm, peso 31,8 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. El precio no incluye la estructura soporte.								
	Incluye mano de obra y pequeño material.								
		144					144,00		
							144,00	113,31	16.316,64
TOTAL CAPÍTULO S01 PANELES SOLARES									16.316,64



GRADUADOS EN INGENIERIA

INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES

NAVARRA

910610000

https://isipos.citnavarra.com/icsv/USZ00W6LSKWTZJD

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Presupuesto IFV en cubierta de nave de Gobierno de Navarra

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO S02 INVERSOR									
S02.1	ud Inversor HUAWEI mod. SUN2000-36KTL M3 o similar								
	Suministro e instalación de 1 inversor de la marca HUAWEI modelo SUN2000-36KTL-M3 o similar con 8 seguidores de máxima potencia (4 MPPT) y 36KW de potencia de salida en AC.								
	Incluye mano de obra y pequeño material.								
		2				2,00			
							2,00	3.722,22	7.44
TOTAL CAPÍTULO S02 INVERSOR									7.44



GRADUADOS EN INGENIERIA

INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES

NAVARRA

<http://isad.o.cifnavaarra.com/cs/v/USZ00W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Presupuesto IFV en cubierta de nave de Gobierno de Navarra

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO S06 ESTRUCTURA COPLANAR									
S06.1	Ud Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, sobre cubiert								
	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de aluminio, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación.								
							144,00	65,63	9.450,72
TOTAL CAPÍTULO S06 ESTRUCTURA COPLANAR.....									9.450,72



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isad.o.cifnavarra.com/cs/v/USZ00W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Presupuesto IFV en cubierta de nave de Gobierno de Navarra

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO S03 INSTALACIÓN ELÉCTRICA									
E17PI010	ud EQUIPO MEDIDA IND. B.T. Equipo de medida indirecta en baja tensión formado por: Armario de poliéster de 750x500 mm., 3 transformadores de intensidad de relación x/5 A., 1 contador trifásico 4 hilos 3x380/220 V., para energía activa doble tarifa con maxímetro, y conexión a transformador de relación x/5., contador trifásico 4 hilos 3x380/220 V., para energía reactiva y 1 reloj conmutador de doble tarifa, totalmente instalado.	1				1,00			
							1,00	2.123,99	2.123,99
CABLE6N	m CABLE H1Z2Z2-K 1X6 SOLAR NEGRO Suministro e instalación cable H1Z2Z2-K 1X6 solar color negro, incluso cajas de registro, regletas de conexión y pequeño material, con p.p. de medios auxiliares. Medida la longitud instalada y conexionada. CABLE NEGRO String STR1.1 String STR1.2 String STR1.3 String STR1.4 String STR2.1 String STR2.2 String STR2.3 String STR2.4	1 1 1 1 1 1 1 1	105,00 110,00 96,50 92,00 120,00 125,00 94,00 89,50			105,00 110,00 96,50 92,00 120,00 125,00 94,00 89,50	105,00		
							832,00	2,13	1.772,16
BOBINA	m BOBINA RZ1-K(AS)0,6/1KV 0HAL 5G35(AZ+F+TT) Suministro e instalación de bobina RZ1-K(AS)0,6/1KV 0HAL 5G150(AZ+F+TT), incluso cajas de registro, regletas de conexión y pequeño material, con p.p. de medios auxiliares. Medida la longitud instalada y conexionada. INVERSOR 1 INVERSOR 2	1 1	5,00 5,00			5,00 5,00			
							10,00	76,35	763,50
E17CL110	m. BOBINA RV-K0,6/1KV 4x(1x95)mm2 Cu Línea general de alimentación (LGA) en canalización subterránea tendida directamente en zanja formada por conductor de cobre 4(1x95) mm2 RV-K 0,6/1 kV libre de halógenos, incluso p.p. de zanja, capa de arena de río, protección mecánica por placa y cinta de señalización de PVC. Instalación incluyendo conexionado.	1	86,00			86,00			
							86,00	131,35	11.296,10
D27ELM124	m. BANDEJA METÁLICA 100x60 mm. Suministro y colocación de bandeja metálica portacables de rejilla electrosoldada de 100X60 mm, acabado galvanizado en caliente, con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Totalmente montado e instalado CC AC	1 1	66,00 56,00			66,00 56,00			
							122,00	44,57	5.437,54
ARMARIOMOD	ud ARMARIO MODULAR Suministro e instalación de armario modular de intemperie, incluso recibidos, remates, pequeño material, piezas especiales cableado y conexionado, con p.p. de medios auxiliares. Medida la unidad instalada y conexionada. ARMARIO	1				1,00			
							1,00		



GRADUAADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isadoc.citnavarra.com/cv/US200W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Presupuesto IFV en cubierta de nave de Gobierno de Navarra

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							1,00	419,52	419,52
CONECTORES	ud CONECTORES MC4								
	Suministro e instalación de set de conectores KCF-06 MC4(DC1000V) 2,5 - 6 mm, incluso recibidos, remates, pequeño material, piezas especiales cableado y conexionado, con p.p. de medios auxiliares.								
	Medida la unidad instalada y conexionada.								
	CONECTORES	2	16,00			32,00			
							32,00		
							32,00	4,94	15
MAGNETO250	ud MAGNETO 250A 4P 42kA								
	Suministro e instalación de magneto 4P 250 C 42kA, incluso recibidos, remates, pequeño material, piezas especiales, cableado y conexionado, con p.p. de medios auxiliares.								
	Medida la unidad instalada y conexionada.								
		1				1,00			
							1,00	594,07	594,07
MAGNETO70	ud MAGNETO 70A 4P 35kA								
	Suministro e instalación de magneto 4P 70A C 35kA, incluso recibidos, remates, pequeño material, piezas especiales, cableado y conexionado, con p.p. de medios auxiliares.								
	Medida la unidad instalada y conexionada.								
	INVERSORES	2				2,00			
							2,00	228,23	456,46
DESCARGA	ud DESCARGADOR SOBRETENSIONES 4P								
	Suministro e instalación de descargador de sobretensiones 4P, incluso recibidos, remates, pequeño material, piezas especiales, cableado y conexionado, con p.p. de medios auxiliares.								
	Medida la unidad instalada y conexionada.								
	DESCARGADOR	1				1,00			
							1,00		
							1,00	1.109,65	1.109,65
DIFERENCIASL	ud RELÉ DIFERENCIAL ELECTRÓNICO 0.03 - 5A								
	Suministro e instalación de relé diferencial con transformador toroidal externo 0.03 - 5A de sensibilidad, incluso recibidos, remates, pequeño material, piezas especiales, cableado y conexionado, con p.p. de medios auxiliares.								
	Medida la unidad instalada y conexionada.								
	DIFERENCIAL								
	INVERSORES	2				2,00			
							2,00		
							2,00	414,79	829,58
SMARTLOGGER	ud SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA HUAWEI SMARTLOGGER 3000A O SIMILAR								
	Ud. sistema de gestión de energía HUAWEI SOMARTLOGGER 3000A 03EU o similar.								
	Medida la unidad instalada y conexionada.								
		1				1,00			
							1,00		
							1,00	1.453,11	1.453,11



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isado.citnavarra.es/US/200W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Presupuesto IFV en cubierta de nave de Gobierno de Navarra

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
VATIMETRO	ud VATIMETRO EM112 CARLO GAVAZZI Suministro e instalación de vatímetro EM112 Carlo Gavazzi, monofásico 100A, incluso recibidos, remates, pequeño material, piezas especiales, cableado y conexionado, con p.p. de medios auxiliares. Medida la unidad instalada y conexionada.	VATIMETRO	1			1,00			
							1,00		
							1,00	653,68	653,68
TIERRA MODUL	ud Conductor Puesta a Tierra 10 mm2 Conductor para puesta a tierra de los marcos de los módulos fotovoltaicos, tipo R100 H07V-K de 10 mm2 de sección. Latiguillos desde conductor de PaT principal desnudo 10 mm2.		1	150,00		150,00			
							150,00	41,49	6.222,50
TIERRABAND	m Conductor Puesta a Tierra CU desnudo 16 mm2 Conductor CU desnudo para puesta a tierra de la bandeja metálica de 16 mm2 de sección.		1	122,00		122,00			
							122,00	41,49	5.061,78
TOTAL CAPÍTULO S03 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....									38.352,72



GRADUADOS EN INGENIERIA

INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES

NAVARRA

<http://isadoc.citnavarra.es/comics/USZ001W6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Presupuesto IFV en cubierta de nave de Gobierno de Navarra

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO S08 MOMITORIZACIÓN									
S08.1	Ud Sistema de gestión de autoconsumo e inyección cero LACECAL ITR 2								
	Ud. Suministro e instalación de sistema de gestión de autoconsumo e inyección cero con doble analizador de redes trifásico de serie para la monitorización de los consumos y la generación de la instalación constantemente LACECAL ITR2.0/5A. Incluye suministro y configuración.	1				1,00			
							1,00	1.251,52	1.251,52
E19RER010	ud Router 4G LTE								
	Ud. Router TP-Link TL-MR6400 o similar velocidad hasta 300Mbps, MicroSim, Puerto Ethernet LAN/WAN, antena desmontable. Configuración y montaje incluidos. Incluye cableado ethernet entre router y LACECAL ITR2.0.	1				1,00			
							1,00	207,85	207,85
S08.2	ml Cableado comunicación RS485								
	ml. Cableado comunicación RS485 entre LACECAL ITR2.0 e inversores.	2	10,00			20,00			
							20,00	7,42	148,40
TOTAL CAPÍTULO S08 MOMITORIZACIÓN									1.607,77



GRADUADOS EN INGENIERIA

INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES

NAVARRA

<http://isid.eiitnavarra.com/cs/USZ08090630MTZJD>

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Presupuesto IFV en cubierta de nave de Gobierno de Navarra

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO S05 OBRA CIVIL									
E02CZE050	m3 EXC.ZANJA Y/O PO.ROCA MED.MECÁN. Excavación en zanja y/o pozos en roca, con medios mecánicos, incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.								
	ZANJA	1	20,00	0,50	1,20	12,00	12,00	24,98	299,76
U09BZ050	ud ARQ.PREF.PP HIDROSTANK 58x58x60 cm. Arqueta para canalización eléctrica fabricada en polipropileno reforzado marca Hidrostank con o sin fondo, de medidas interiores 58x58x60 cm. con tapa y marco de fundición incluidos, colocada sobre cama de arena de río de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral exterior.								
		2				2,00	2,00	110,77	221,54
E02SZ020	m3 RELL/COMP.ZANJA C/RANA C/APOR. Relleno, extendido y compactado con tierras de préstamo en zanjas, por medios manuales, con pi-són compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm. de espesor, con aporte de tierras, incluso carga y transporte a pie de tajo y regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.								
	ZANJA	1	20,00	0,50	1,20	12,00	12,00	31,59	379,08
E28BC240	ud CONSTRUCC. NICH0 MURAL Ejecución de nicho mural para alberghar caja de prtección y medida formada por: cerramiento de tabicón de L.H.D., cubierta de placa de fibrocemento g.o. gris sobre perfilería metálica, i. pintura, p.p. de desmontaje, demolición y ayudas de albañilería, terminada.								
	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA	1				1,00	1,00	721,33	721,33
TOTAL CAPÍTULO S05 OBRA CIVIL									1.621,71



GRADUADOS EN INGENIERIA

INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES

NAVARRA

<http://medio.citnavarra.com/ics/vi/SZ00MMW050V07ZJD>

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Presupuesto IFV en cubierta de nave de Gobierno de Navarra

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO S07 SEGURIDAD COLECTIVA - GESTIÓN DE RESIDUOS									
071	m Colocación de Puntos de Anclaje en Cubiertas para Línea de Vida								
	Colocación de puntos de anclaje para colocación de línea de vida temporal sobre las diferentes cubiertas. Totalmente instalada.								
		1	72,00			72,00			
							72,00	30,34	2.184,48
E28PR030	m. RED VERTICAL PERIM. FORJADO								
	Red vertical de poliamida de hilo D=3 mm. y malla de 70x70 mm., de 5 m. de altura colocada en todo el perímetro del forjado y fijado con ganchos cada 50 cm., incluso colocación y desmontaje, (amortizable en diez usos). s/R.D. 486/97.	1	72,00			72,00			
							72,00	4,44	319,68
E38PCM110	m. PASARELA CUBIERTAS								
	Pasarela de trabajo para transitar por cubiertas inclinadas formada por 4 tablas de madera de pino de 15x5 cm. cosidas por clavazón y escalones transversales de 5x5 cm. (amortizable en 3 usos). incluso colocación. s/ R.D. 486/97.	1	85,00			85,00			
							85,00	4,85	410,25
07.2	ud GRÚA IZADO MATERIALES								
	Contratación de camión-grúa para izado de materiales hasta cubierta. Transporte incluido hasta la obra.	1				1,00			
							1,00	831,60	831,60
07.3	ud GESTIÓN DE RESIDUOS								
	Gestión de los residuos generados con un Gestor Autorizado.	1				1,00			
							1,00	305,76	305,76
E38ES080	ud PLACA SEÑALIZACIÓN RIESGO								
	Placa señalización-información en PVC serigrafado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	2				2,00			
							2,00	3,66	7,32
E26FEA010	ud EXTINTOR POLVO ABC 3 kg.PR.INC								
	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 21A/113B, de 3 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada.	1				1,00			
							1,00	36,32	36,32
TOTAL CAPÍTULO S07 SEGURIDAD COLECTIVA - GESTIÓN DE RESIDUOS.....									4.097,41



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isidoro@itnavarra.com/ics/US200WB-ES-INTZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Presupuesto IFV en cubierta de nave de Gobierno de Navarra

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO S04 TRAMITACIÓN									
S04.1	Ud Tramitación y legalización								
	Ud. Tramitación y legalización de la instalación solar fotovoltaica.								
							1,00	980,00	980,00
	TOTAL CAPÍTULO S04 TRAMITACIÓN.....								980,00
	TOTAL								79.871,41



GRADUADOS EN INGENIERIA

INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES

NAVARRA

<http://isad.o.cifnavarra.com/ics/v/USZ00IW6LSKWTZJD>

Nº: 2025-1266-0

Fecha: 28/5/2025

VISADO

11. ANEXO IX. PLANOS

 GRADUADOS EN INGENIERIA INGENIEROS TECNICOS INDUSTRIALES NAVARRA http://isado.citnavarra.com/ics/v/USZ00W6LSKWTZJD	Nº: 2025-1266-0 Fecha: 28/5/2025	VISADO
--	-------------------------------------	--------



GRADUADOS EN INGENIERIA
TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://visado.ocelinaavara.com/es/US2020016/SANITZ010>

Nº: 2025-1256-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO



Técnicos:
Ricardo Aicua Royo
Iñigo Iriguiel López

Fecha:
14/04/2025

Proyecto:
Instalación Solar Fotovoltaica sobre
cubierta para autoconsumo colectivo en
Centro de Conservación de Carreteras de
Pamplona (Navarra)

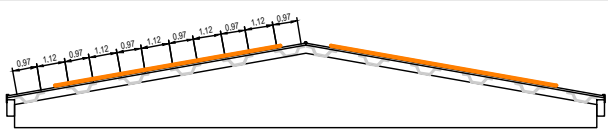
Título:
Localización

Escala:
Varias

Nº plano:
0



PANELES (UD)	POT/PANEL (kWp)	POTENCIA TOTAL (kWp)
144	0,595	85,68



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://visado.cedinnavarra.com/ces/US20019665NNV7ZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO



Técnicos:
Ricardo Aicua Royo
Iñigo Iriguibel López

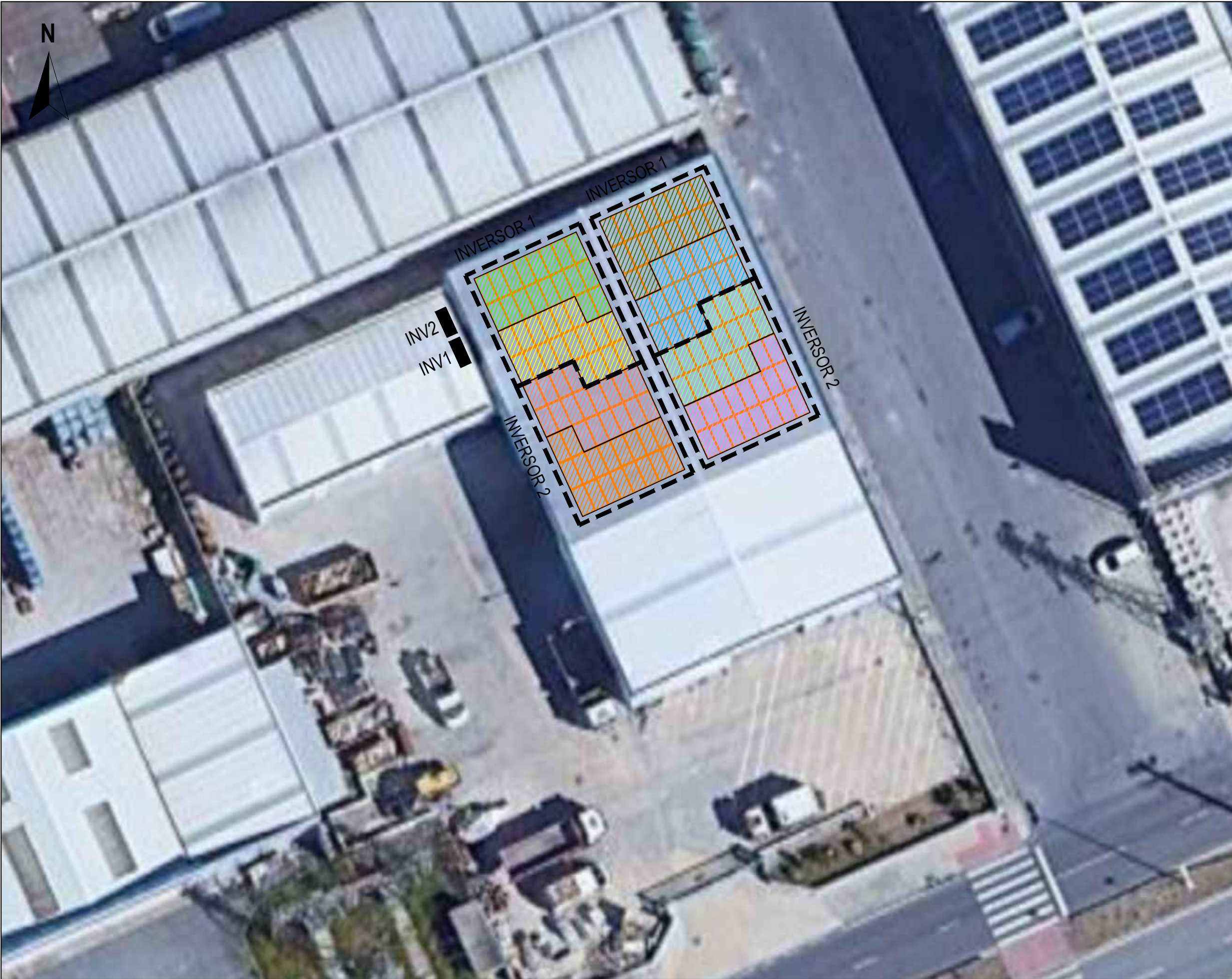
Fecha:
14/04/2025

Proyecto:
Instalación Solar Fotovoltaica sobre
cubierta para autoconsumo colectivo en
Centro de Conservación de Carreteras de
Pamplona (Navarra)

Título:
Planta General

Escala:
1:300

Nº plano:
1



PANELES (UD)	POT/PANEL (kWp)	POTENCIA TOTAL (kWp)
144	0,595	85,68



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://visado.cctinavarra.com/ics/US20010615NAVITZD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO



Técnicos:
Ricardo Aicua Royo
Iñigo Iriguiel López

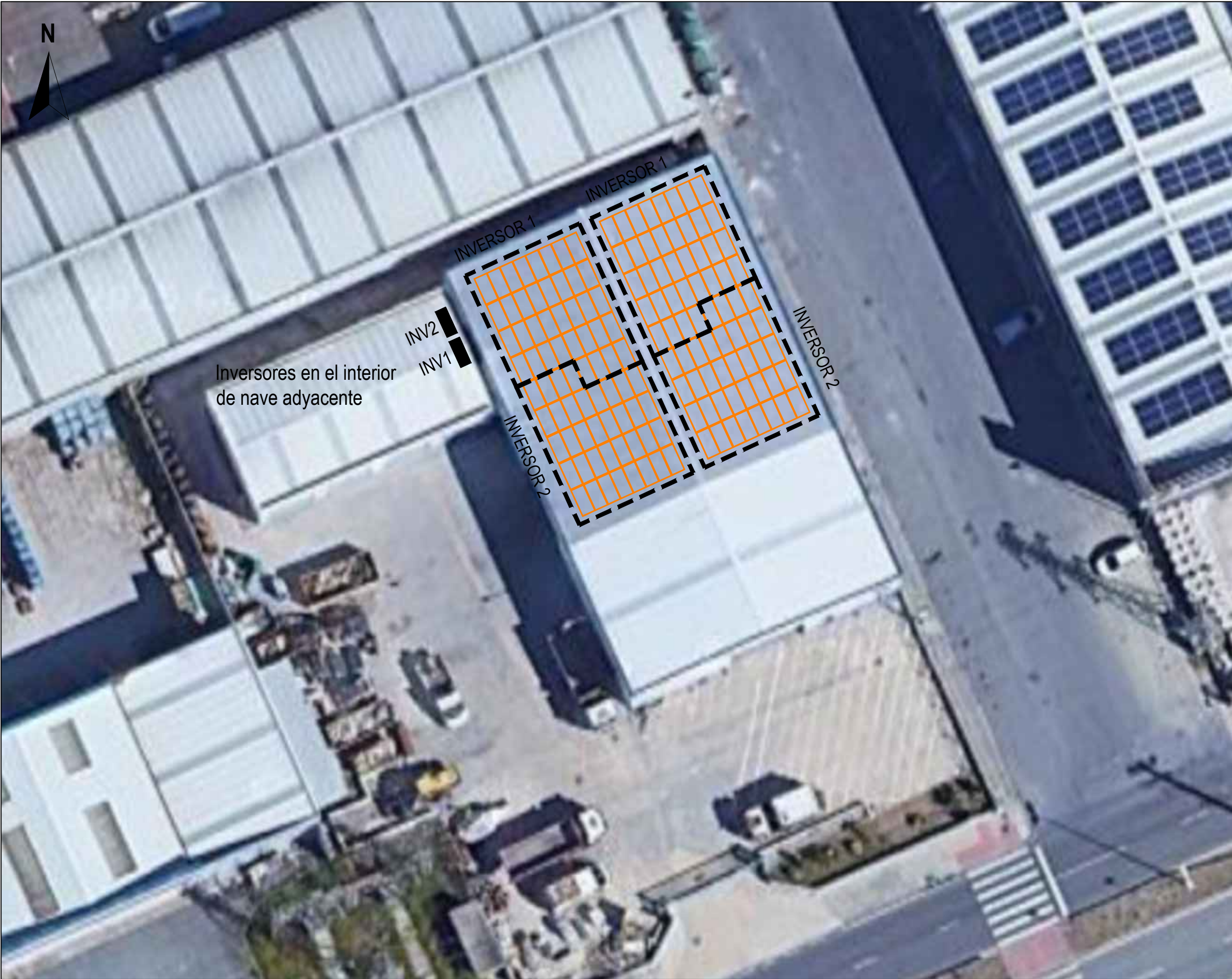
Fecha:
14/04/2025

Proyecto:
Instalación Solar Fotovoltaica sobre
cubierta para autoconsumo colectivo en
Centro de Conservación de Carreteras de
Pamplona (Navarra)

Título:
Distribución Strings

Escala:
1:300

Nº plano:
2



PANELES (UD)	POT/PANEL (kWp)	POTENCIA TOTAL (kWp)
144	0,595	85,68



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://visado.ccfinavarra.com/vis/US20010615NNV7ZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO



Técnicos:
Ricardo Aicua Royo
Iñigo Iriguiel López

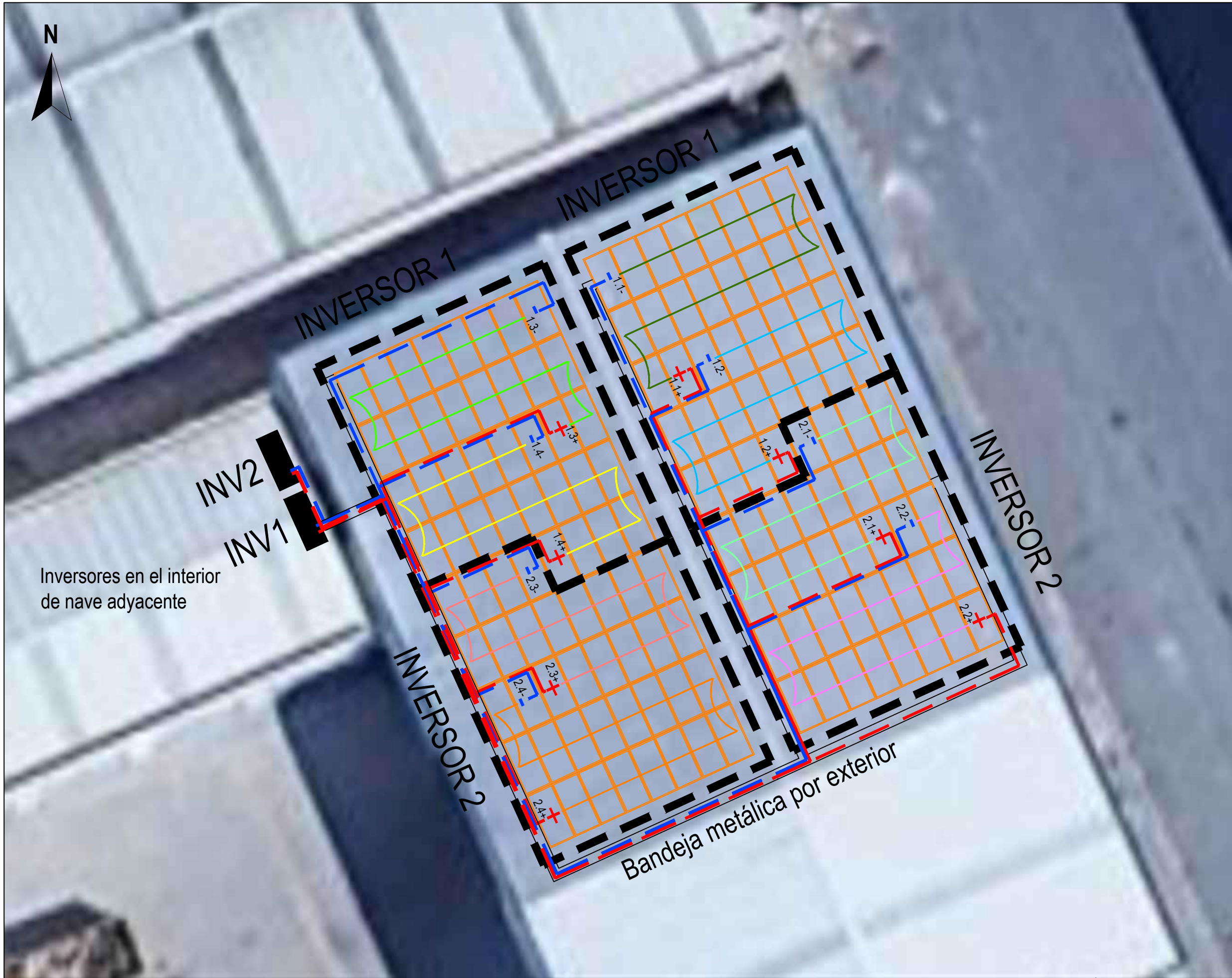
Fecha:
14/04/2025

Proyecto:
Instalación Solar Fotovoltaica sobre
cubierta para autoconsumo colectivo en
Centro de Conservación de Carreteras de
Pamplona (Navarra)

Título:
Situación Inversores

Escala:
1:300

Nº plano:
3



PANELES (UD)	POT/PANEL (kWp)	POTENCIA TOTAL (kWp)
144	0,595	85,68

INVERSOR 1:
MPPT1: 2 series de 18 paneles (Series 1.1-2.1)
MPPT2: 2 series de 18 paneles (Series 1.3-1.4)

INVERSOR 2:
MPPT1: 2 series de 18 paneles (Series 2.1-2.2)
MPPT2: 2 series de 18 paneles (Series 2.3-2.4)



GRADUADOS EN INGENIERIA
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
NAVARRA
<http://isad.ocelina.navarra.es/comics/vi0520010665KNV7ZJD>

Nº: 2025-1266-0
Fecha: 28/5/2025

VISADO



Técnicos:
Ricardo Aicua Royo
Iñigo Iriguibel López

Fecha:
14/04/2025

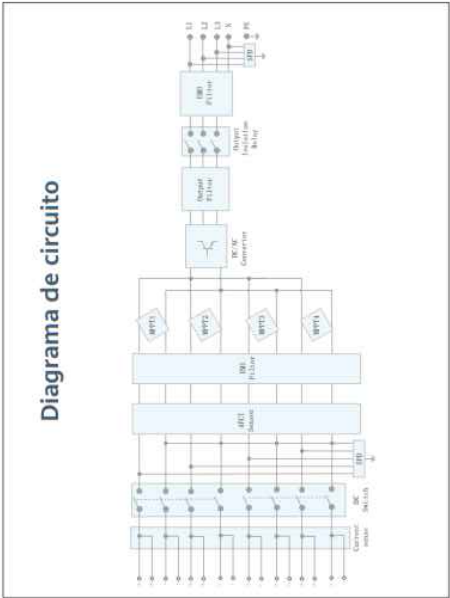
Proyecto:
Instalación Solar Fotovoltaica sobre
cubierta para autoconsumo colectivo en
Centro de Conservación de Carreteras de
Pamplona (Navarra)

Título:
Cableado CC

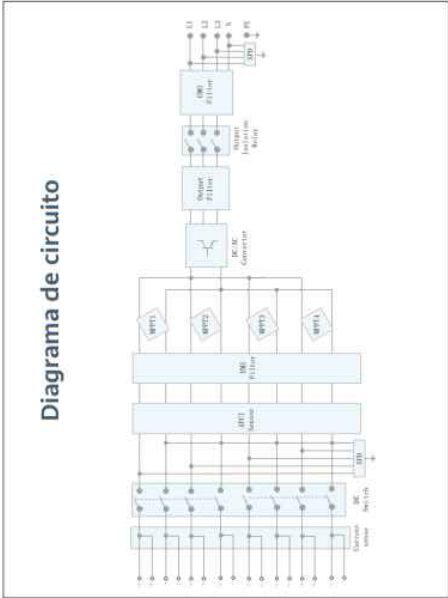
Escala:
1:150

Nº plano:
4

INVERSOR 1

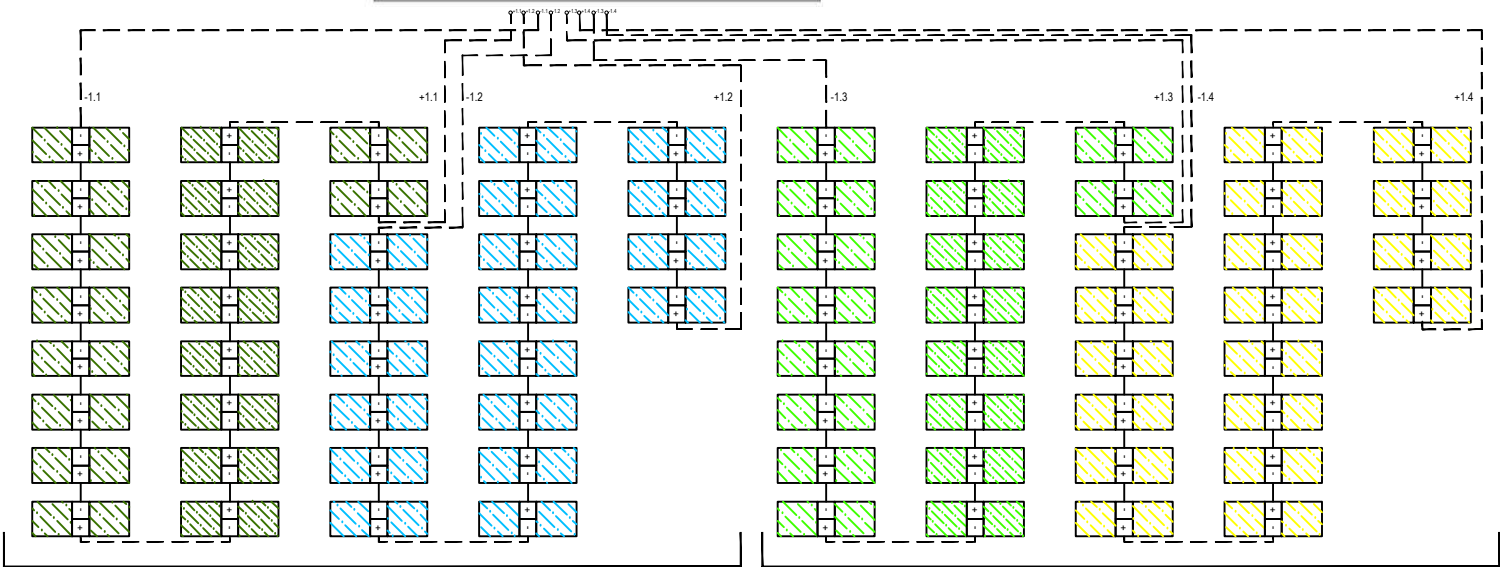


INVERSOR 2



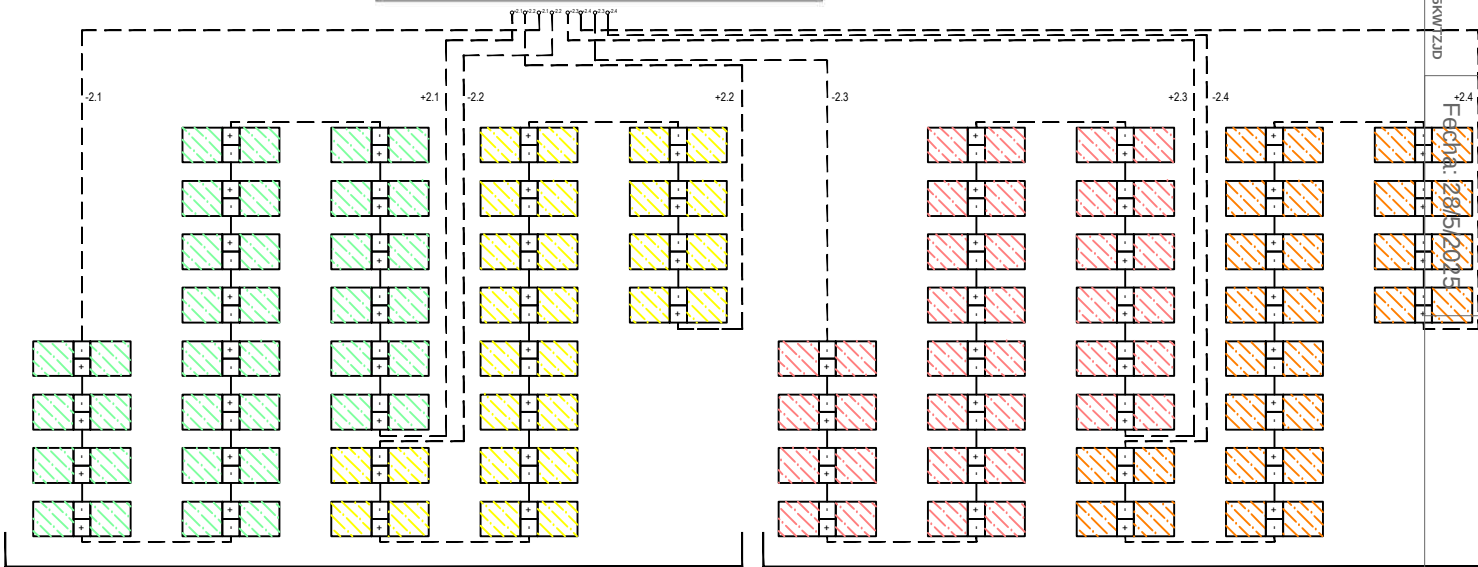
INVERSOR 1:
MPPT1: 2 series de 18 paneles (Series 1.1-2.1)
MPPT2: 2 series de 18 paneles (Series 1.3-1.4)

INVERSOR 2:
MPPT1: 2 series de 18 paneles (Series 2.1-2.2)
MPPT2: 2 series de 18 paneles (Series 2.3-2.4)



ORIENTACIÓN ESTE

ORIENTACIÓN OESTE



ORIENTACIÓN ESTE

ORIENTACIÓN OESTE

