RESUMEN DE FIRMAS DEL DOCUMENTO

COLEGIADO1

GORDEJUELA GUTIERREZ, JAVIER (FIRMA)

Firmado digitalmente por GORDEJUELA GUTIERREZ, JAVIER (FIRMA)
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=72822461E, sn=GORDEJUELA, givenName=JAVIER, cn=GORDEJUELA GUTIERREZ, JAVIER (FIRMA)
Fecha: 2021.05.26 08:48:11 +02'00'

COLEGIADO2

GORDEJUELA GUTIERREZ DAVID - 72690942V

Firmado digitalmente por GORDEJUELA GUTIERREZ DAVID - 72690942V
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-72690942V, givenName=DAVID, sn=GORDEJUELA GUTIERREZ, cn=GORDEJUELA GUTIERREZ DAVID - 72690942V
Fecha: 2021.05.26 09:04:29 +02'00'

COLEGIADO3

COLEGIO

Documento firmado digitalmente el: 26/05/21 a las 15:56
por Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

COLEGIO

OTROS

OTROS

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL FRONTÓN DE BERRIOPLANO/BERRIOBEITI

TITULAR: AYUNTAMIENTO DE BERRIOPLANO BERRIOBEITIKO UDALA

SITUACIÓN: Plaza del Ayuntamiento, 1

POBLACIÓN: 31195 – Berrioplano/Berriobeiti (Navarra/Nafarroa)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

1.- Antecedentes
2.- Objeto
3.- Emplazamiento
4.- Normativa aplicable
5.- Descripción del edificio
- 5.1.- Descripción general
- 5.2.- Descripción de la estructura de cubierta

6.- Componentes de la instalación fotovoltaica
- 6.1.- Paneles
- 6.2.- Inversor
- 6.3.- Estructura

7.- Instalación eléctrica
- 7.1.- Instalación en Corriente Continua
  - 7.1.1.- Generalidades
  - 7.1.2.- Protección de los circuitos
  - 7.1.3.- Protección contra sobretensiones
  - 7.1.4.- Protección a tierras
- 7.2.- Instalación en corriente alterna
  - 7.2.1.- Características generales de la instalación
  - 7.2.2.- Instalaciones de enlace
    - 7.2.2.1.- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)
    - 7.2.2.2.- Derivaciones individuales (DI)
    - 7.2.2.3.- Contadores
    - 7.2.2.4.- Línea general de alimentación (LGA)
    - 7.2.2.5.- Caja general de protección (CGP)
    - 7.2.2.6.- Acometida subterránea

8.- Tierras
9.- Instalación de pararrayos
10.- Conclusión

DOCUMENTO Nº 2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1.- Condiciones de cálculo
- 1.1.- Superficie disponible
- 1.2.- Características de los equipos
- 1.3.- Condiciones Climáticas del lugar

2.- Producción de energía
- 2.1.- Potencia eléctrica mínima a instalar
- 2.2.- Distancia entre paneles
- 2.3.- Producción de energía

3.- Carga de cubierta
4.- Cálculos eléctricos
- 4.1.- Instalación en CC
  - 4.1.1.- Cálculo de tensiones
  - 4.1.2.- Calculo de intensidades
- 4.2.- Instalación en CA
  - 4.2.1.- Derivaciones individuales

5.- Conclusión

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 5: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº 6: PLANOS

ANEXO1 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

ANEXO2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ANEXO3 CÁLCULOS DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL

ANEXO4 DOCUMENTACIÓN EQUIPOS

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.- ANTECEDENTES.

Los sistemas fotovoltaicos, basándose en las propiedades de los materiales semiconductores, transforman la energía que irradia el sol en energía eléctrica, sin mediación de reacciones químicas, ciclos termodinámicos, o procesos mecánicos que requieran partes móviles.

El proceso de transformación de energía solar en energía eléctrica se produce en un elemento semiconductor que se denomina célula fotovoltaica. Cuando la luz del sol incide sobre una célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del semiconductor para que así puedan circular dentro del sólido. La tecnología fotovoltaica consigue que parte de estos electrones salgan al exterior del material semiconductor generándose así una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito externo.

La conexión de células fotovoltaicas y su posterior encapsulado y enmarcado da como resultado la obtención de los conocidos paneles o módulos fotovoltaicos de utilización doméstica e industrial, como elementos generadores eléctricos de corriente continua.

Según el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, se permite el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica generada a partir del efecto fotovoltaico en instalaciones próximas a las de consumo y asociadas a las mismas.

Asimismo, el Real Decreto 244/2019 establece la modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes en la cual las instalaciones de producción próximas y asociadas a las de consumo podrán, además de suministrar energía para autoconsumo, inyectar energía excedente en las redes de transporte y distribución. Además, si la potencia total de la instalación fotovoltaica no supera los 100kW puede entrar en la modalidad de autoconsumo con excedentes acogida a compensación.

En esta modalidad, no se ingresa dinero por venta de energía. En su lugar se ahorra la compra de esa energía. Toda la energía que se consuma instantáneamente de la generación tendrá el mismo valor que la de la comprada en ese mismo instante y la generación que no se autoconsuma se verterá a la red a un precio acordado con la comercializadora.

No obstante, para poder optar a la compensación completa de los excedentes, se debe tener un consumo tal que iguale o supere en término económico de consumo de energía tal cantidad, condición que se cumple para el presente caso.

Basándonos en estas premisas iniciales el **AYUNTAMIENTO DE BERRIOPLANO/BERRIOBEITI** ha solicitado, para el frontón de Berrioplano, la redacción de un proyecto de instalación de una planta de generación de energía eléctrica fotovoltaica en la cubierta del edificio.

2.- OBJETO.

La presente memoria tiene por objeto especificar las condiciones en que se ha de realizar la instalación de una planta de generación de energía eléctrica fotovoltaica a fin de estar a lo dispuesto en las diversas normativas en vigor aplicables a una instalación como la mencionada.

Así mismo, describir las características técnicas y dimensiónales de la citada instalación a fin de que pueda ser realizada por instalador autorizado y servir de base a la legalización de la misma.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

3.- EMPLAZAMIENTO.

El edificio en el que se realizará la instalación se trata del frontón de Berrioplano/Berriobeiti situado en la Calle Mayor s/n, 31195 Berrioplano/Berriobeiti (NAVARRA-NAFARROA).

4.- NORMATIVA APLICABLE.

La instalación de la planta de generación de energía eléctrica fotovoltaica, deberá cumplir con las siguientes normativas de obligado cumplimiento:

- 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.
- 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 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- UNE EN 61215:2017, “Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre: Cualificación del diseño y homologación”.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 842/2002 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión

El hecho de que otra Normativa o Reglamentación vigente no figure en la relación anterior, no presupone su incumplimiento.

5.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

El frontón de Berrioplano/Berriobeiti situado en la Calle Mayor s/n (Parcela 183, Polígono 13), Berrioplano/Berriobeiti tiene una superficie construida de 1.053 m^2.

La planta baja del edificio está compuesta principalmente por una zona de juego (cancha) de una superficie aproximada de 760 m^2. Asimismo, en la planta baja también podemos encontrar una tribuna, varias gradas, un almacén, una sala, un hall y un aseo. La planta sótano está situada bajo la tribuna y se destina a la ubicación de los vestuarios.

Se dispone de un acceso al recinto desde la Calle Mayor.

El proyecto del edificio se realizó en el año 1990.

Coordenadas:
Latitud 42º 51´ 13.33´´ N
Longitud 1º 41´ 31,70´´ W

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Altitud 451 m

5.1.- Descripción general.

Tal y como se puede observar en los planos adjuntos, la planta del frontón tiene forma rectangular. El edificio en total posee 1.053 m^2 construidos de los cuales 914 m^2 son útiles.

La estructura que compone el frontis, rebote y pared izquierda está compuesta por pilares y vigas de hormigón armado. Por el contrario, la pared derecha y la banda de servicios adosada al volumen principal del frontón, es a base de pilares metálicos y vigas de acero.

A continuación se describe la estructura de cubierta del edificio.

5.2.- Descripción de la estructura de cubierta.

La cubierta de la zona de juego es una cubierta en dientes de sierra y tiene una altura de cumbrera de 14,1 m. Está situada en la parte norte del edificio y tiene una pendiente aproximada del 33% con una orientación este-oeste.

La cubierta de la zona de servicios está situada en la zona sur del edificio, es de orientación sur y tiene una altura máxima de 4,9m.

Ambas cubiertas, tanto de la zona de juego como de la de servicios, están compuestas por estructura metálica a base de cerchas y correas de dicho material. El acabado es a base de Panel Sandwich “Perfrisa” prelacado por ambas caras.

6.- COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

El sistema está compuesto por dos inversores y 108 paneles fotovoltaicos de 440 Wp.

El primer inversor es trifásico, tiene una potencia de 50kW y cuenta con 3 MPPT. El segundo inversor es trifásico

Por lo tanto el sistema se divide de la siguiente forma:

INVERSOR 1 (50kW):

- STRING 1
  - En serie: 15 módulos
  - En paralelo: 2 cadena
  - Núm. Módulos: 30
  - Potencia total: 13,2 kWp
- STRING 2
  - En serie: 15 módulos
  - En paralelo: 2 cadena
  - Núm. Módulos: 30
  - Potencia total: 13,2 kWp
- STRING 3
  - En serie: 15 módulos
  - En paralelo: 2 cadena
  - Núm. Módulos: 30
  - Potencia total: 13,2 kWp

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

INVERSOR 2 (10kW):

- STRING 1
  - En serie: 9 módulos
  - En paralelo: 1 cadena
  - Núm. Módulos: 9
  - Potencia total: 3,96 kWp
- STRING 2
  - En serie: 9 módulos
  - En paralelo: 1 cadena
  - Núm. Módulos: 9
  - Potencia total: 3,96 kWp

Al primer inversor se conecta un total de 39,6 kWp de potencia fotovoltaica y la del inversor es de 50,0 kW. En el segundo caso, la potencia fotovoltaica es de 7,92 kWp y la del inversor es de 10,0 kW.

6.1.- Paneles

Las características principales de los paneles son:

✓ **REC440AA72 440Wp:** Módulo fotovoltaico de la marca REC modelo ALPHA 72 SERIES de células tipo-n mono cortadas. Sus características principales son:

Potencia máxima	440 Wp
Tensión para la máxima potencia	45,7 V
Corriente para la máxima potencia	9,63 A
Tensión en circuito abierto	53,0 V
Corriente de cortocircuito	10,31 A
Células	
Tipo	n mono cortadas
Características físicas	
Dimensiones del panel	2063x985x30 mm
Área	2,12 m^2
Peso	23,5 kg
Materiales	
Vidrio	Vidrio dólar de 3,2 mm con tratamiento antirreflectante.
Marco	Aluminio anodizado.
Soporte	Aluminio de alta resistencia
Cable	Cable solar 4 mm^2
Conector	Compatible con MC4
Temperatura operativa	-40…+85ºC

Todos los módulos deben satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215-2:2017/AC:2018-04 para módulos fotovoltaicos demostrado mediante la presentación del certificado correspondiente.

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

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

6.2.- Inversor

El inversor toma la corriente continua que proviene de los paneles solares y la transforman en corriente alterna, esta energía se inyecta en la red del edificio pasando antes por un contador de energía. El inversor monitoriza en todo momento la red inyectado la corriente AC a la misma frecuencia y tensión que la red del edificio.

Las características principales de los inversores son:

- ✓ **ABB PVS-50-TL SX2:** Inversor trifásico de la marca ABB modelo PVS-50TL SX2. Sus características principales son:

Rango de tensión de entrada (CC)	294-900 V
Máxima tensión de entrada (CC)	1.000 V
Máxima corriente de entrada (CC)	36 A (por MPPT)
Potencia nominal de salida (CA)	50 kW
Corriente máxima de salida (CA)	80 A
Número de MPPT independientes	3
Pares de entrada de CC para cada MPPT	5
Datos generales	
Dimensiones	1100x750x261,5 mm (ancho/alto/fondo)
Peso	70 kg
Equipamiento	
Conexión de CC	Conector de acoplamiento rápido FV
Conexión de CA	Bloque de terminales de tornillo, prensaestopas
Rendimiento europeo	98,00%
Rango de temperatura de funcionamiento	25ºC a +60ºC
Protecciones	Interruptor de CC Fusibles (ambos polos) Descargador de sobretensiones tipo 2

- ✓ **SMA SUNNY TRIPOWER 10.0:** Inversor trifásico de la marca SMA modelo TRIPOWER 10.0. Sus características principales son:

Rango de tensión de entrada (CC)	320-800 V
Máxima tensión de entrada (CC)	1.000 V
Máxima corriente de entrada (CC)	20 A / 12 A (entradas: A / B)
Potencia nominal de salida (CA)	10 kW
Corriente máxima de salida (CA)	14,50 A
Número de MPPT independientes	2
Pares de entrada de CC para cada MPPT	2 / 1 (entradas: A / B)
Datos generales	
Dimensiones	460x497x176 mm (ancho/alto/fondo)
Peso	20,5 kg
Equipamiento	
Conexión de CC	SUNCLIX (compatible MC4)
Conexión de CA	Conectador de enchufe de CA
Rendimiento europeo	98,00%

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Rango de temperatura de funcionamiento	-25ºC a +60ºC
Protecciones	Interruptor de CC y CA Fusibles Descargador de sobretensiones

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

6.3.-Estructura

Las exigencias del Código Técnico de la Edificación relativas a seguridad estructural serán de aplicación a la estructura soporte de módulos.

El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante. La estructura se realizará 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. Debido a la dilatada vida de estas instalaciones se exigirá que la estructura esté construida en aluminio o en acero galvanizado. En caso de usar acero galvanizado los agujeros para la tornillería se realizarán siempre antes de galvanizar los perfiles.

El sistema de anclaje deberá protegerse de las filtraciones de agua mediante elementos impermeables como neopreno y pasta aislante. Los paneles irán fijados a una estructura homologada apoyada sobre la cubierta protegiendo al máximo la estanqueidad de la cubierta allí donde ésta se perfore. La estructura llegará a obra lista para montar de manera que no se tengan que realizar trabajos de herrería previos al montaje. Al igual que los paneles tanto los anclajes como la perfilería estarán homologados proporcionado la máxima fiabilidad y durabilidad.

La estructura estará calculada según norma CTE DB-SE para soportar cargas de viento, cargas de nieve etc. No sólo la estructura soportará estas cargas, también la unión al punto de apoyo y el propio apoyo será capaz de soportar estas cargas.

Además las estructuras deben estar conectadas a tierra para evitar que acumulen cargas electrostáticas y para evitar posibles problemas en caso de tormenta.

La sujeción de los módulos a la estructura se realizará por 4 puntos para asegurar que no se produzcan flexiones sobre los módulos.

Los topes de sujeción para los módulos a la estructura estarán pensados para que no den sombra a las células.

La tornillería de sujeción de los paneles solares estará realizada en acero inoxidable según norma CTE DB-SE.

7.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica se realizará en todo momento de acuerdo con lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según Real Decreto 842/2002 e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

7.1.- Instalación en Corriente Continua

7.1.1.- Generalidades

La instalación eléctrica de los paneles solares se realizará bajo canaleta homologada.

Los conductores a emplear serán específicos para instalaciones fotovoltaicas, tipo ZZ-F (AS) de 0,6/1 kV, de las siguientes características técnicas:

- Temperatura de trabajo: -40ºC / 120ºC
- Resistencia a la intemperie:
  - Resistencia a los rayos Ultravioletas (UV): UNE-EN 50618
  - Resistencia al Ozono: UNE-EN 50618
  - Resistencia a la absorción de agua: UNE-EN 60811
- Tensión nominal: CA: 0,6/1 kV; CC: 1,8 kV
- Resistencia a la abrasión: UNE-EN 50305
- Resistencia al desgarro: UNE-EN 60811
- Resistencia a aceites y grasas industriales: UNE-EN 60332-1-2

Los cuadros de conexión de las serie de placas fotovoltaicas se componen de protectores contra sobretensiones transitorias y de fusibles seccionadores, de acuerdo con las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

7.1.2.- Protección de los circuitos

La protección de las diferentes series de paneles instalados se realizará mediante fusibles. Los fusibles son una protección térmica que protege frente a sobre-intensidades y cortocircuitos.

Los fusibles empleados tendrán una tensión de uso de 1000 V, poder de corte de 10/30 kA e intensidad nominal de 16 A.

7.1.3.- Protección contra sobretensiones

Sobre el generador fotovoltaico, se pueden generar sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia. Por ello, se protegerá la entrada CC del inversor, mediante dispositivos bipolares de protección clase II, válidos para la mayoría de equipos conectados a la red. Estos dispositivos tienen un tiempo de actuación bajo < 25 ns y una corriente máxima de actuación de 25 kA, con una tensión residual inferior a 2,5 kV. El dispositivo tendrá una tensión máxima de 600 V. No se hace necesaria la protección de cables, tubos, contadores, etc., por permitir éstos valores más altos de tensión residual (4-6 kV).

7.1.4.- Protección a tierras

Toda la instalación de paneles fotovoltaicos, en su lado de corriente continua, se dotará de toma de tierra, a la que se unirá la parte metálica de los paneles, así como los elementos de protección de corrientes contra sobretensiones, formando una red equipotencial.

7.2.- Instalación en corriente alterna

7.2.1.- Características generales de la instalación.

El cuadro general de distribución estará de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-17. En este mismo cuadro se dispondrán los bornes o pletinas para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático, que de acuerdo con lo señalado en las Instrucciones ITC-BT-10 e ITC-BT-25, corresponda.

Los conductores activos serán de cobre, aislados y con una tensión asignada de 450/750V, como mínimo. Los circuitos y las secciones utilizadas serán, los indicados en la ITC-BT-25

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la Instrucción ITC-BT-19.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Al conductor neutro en la instalación se identificará por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el doble color amarillo-verde. Todos los conductores de fase se identificarán por los colores marrón, negro y gris.

En la ejecución de las instalaciones interiores se deberá tener en cuenta:

- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en el que se realice una derivación del mismo, utilizando un dispositivo apropiado, tal como un borne de conexión, de forma que permita la separación completa de cada parte del circuito del resto de la instalación.
- Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., serán de material aislante.
- La instalación empotrada de estos aparatos se realizará utilizando cajas especiales para su empotramiento. Cuando estas cajas sean metálicas estarán aisladas interiormente o puestas a tierra.
- La instalación de estos aparatos en marcos metálicos podrá realizarse siempre que los aparatos utilizados estén concebidos de forma que no permitan la posible puesta bajo tensión del marco metálico, conectándose éste al sistema de tierras.
- La utilización de estos aparatos empotrados en bastidores o tabiques de madera u otro material aislante, cumplirá lo indicado en la ITC-BT 49.

7.2.2.- Instalaciones de enlace.

Se denominan instalaciones de enlace, aquellas que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Comenzarán, por tanto, en el final de la acometida y terminarán en los dispositivos generales de mando y protección. Se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común y quedarán de propiedad del usuario, que se responsabilizará de su conservación y mantenimiento.
Estarán compuestas por las siguientes partes:

- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)
- Derivación Individual (DI)
- Elementos para la Ubicación de Contadores (CC)
- Línea General de Alimentación (LGA)
- Caja General de Protección (CGP)

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

7.2.2.1.- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la Instrucción ITC-BT-24.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen

7.2.2.2.- Derivaciones individuales (DI)

Las derivaciones individuales enlazarán el contador con el dispositivo de mando y protección.

Los tubos y canales protectoras tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100% y los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos serán de 32 mm.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas, o embutidas, de manera que no puedan separarse los extremos.

Las derivaciones individuales subirán por unas canaladuras previstas para este fin, que serán practicables en todas las plantas desde lugares de uso común. En cada planta se colocará una tapa de registro.

Las derivaciones serán individuales y bajo ningún concepto se utilizará un mismo tubo para dos o más abonados.
La altura mínima de las tapas registro será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.
Los conductores a utilizar serán de cobre, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT-19.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo con las normas UNE-EN50085-1 y UNE-EN 61386-1, cumplen con esta prescripción.
Para el cálculo de la sección de los conductores se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) La demanda prevista por cada usuario, que será como mínimo la fijada por la RBT-010 y cuya intensidad estará controlada por los dispositivos privados de mando y protección.

b) La caída de tensión máxima admisible que será del 1%

7.2.2.3.- Contadores

Los contadores de energía estarán dispuestos como marca el diagrama unifilar y la elección del contador tendrá en cuenta lo dispuesto en el RD 1110/2007.

Por lo tanto los contadores serán de clase de precisión 2, según RD 1110/2007. El contador será tal que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo.

El contador debe poder medir la corriente en los dos sentidos, en caso de no disponer de un contador de estas características se dispondrán dos, uno para leer la corriente generada y otro para medir la consumida.

7.2.2.4.- Línea general de alimentación (LGA)

Es aquella que enlaza la Caja General de Protección con la centralización de contadores. Las líneas generales de alimentación estarán constituidas por conductores aislados en el interior de tubos empotrados.

El trazado de la línea general de alimentación será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común. Cuando se instalen en el interior de tubos, su diámetro en función de la sección del cable a instalar, será el que se indica en la tabla 1 de la ITC-BT-14.
Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta, tanto la máxima caída de tensión permitida, como la intensidad máxima admisible que para líneas generales de alimentación destinadas a contadores totalmente centralizados es de 0,5 por 100.

7.2.2.5.- Caja general de protección (CGP)

Es la caja que aloja los elementos de protección de la línea general de alimentación.

Se instalará preferentemente sobre la fachada exterior del edificio, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general, conforme a lo establecido en la ITC-BT-21 para canalizaciones empotradas.

Las cajas generales de protección cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 61439, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 61439, una vez instaladas tendrán el grado de protección indicado en UNE 60529 y en UNE-EN 50.102 y serán precintables.

7.2.2.6.- Acometida subterránea

Estará en cualquier caso ejecutada de acuerdo con la ITC-BT 07 y la ITC-BT 11.

Los cables estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

Podrán ser de uno o más conductores y de tensión asignada no inferior a 0,6/1kV, y deberán cumplir los requisitos especificados en la parte correspondiente de la Norma UNE-HD 603. En ningún caso la sección será inferior a 6 mm^2 para conductores de cobre y a 16 mm^2 para los de aluminio.

En el caso de canalizaciones entubadas, serán conformes con las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT 21. No se instalará más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección en los tubos. En dichos cambios de dirección, así como en tramos rectos de más de 40 m. si se diera el caso, se instalarán arquetas intermedias registrables.

8.- TIERRAS.

Los circuitos de tierra estarán constituido por los conductores de protección de cada circuito y se reunirán en el cuadro general de protección sobre pletina de cobre dispuesta al efecto sobre el mismo, en contacto directo con él.

Desde este punto se establecerá la línea de enlace con tierra a través de un conductor aislado de 1x6 mm^2.Las picas de tierra que a continuación se detallan serán revisables mediante arqueta dispuesta al efecto.

Tratándose de un terreno de tierra compacta, y siguiendo la Instrucción ITC-BT-018, tabla 4, adoptaremos un valor de resistividad de 500 Ohms. por metro.

Resistencia a tierra por metro:

$$R = \frac{\rho}{L} = \frac{500}{2} = 250\ \Omega$$

Para locales secos se debe verificar que:

$$R = \frac{50}{I_S} = \frac{50}{0{,}03} = 1.666{,}66\ \Omega$$

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

La toma de tierra estará formada por una pica de acero cobrizado de 14mm de diámetro y dos metros de longitud.

A pesar de poder conseguir un valor de resistencia adecuado mediante la colocación de picas en paralelo, optamos por la aplicación combinada de picas e interruptor diferencial, por la gran protección que ofrecen estos últimos frente a incendios, al limitar a potencias muy pequeñas las eventuales fugas de energía por defecto de aislamiento.

9.- INSTALACIÓN DE PARARRAYOS.

Para la protección del edificio frente al riesgo causado por el rayo, una vez calculada la eficiencia E requerida según el CTE DB SUA 8, se determina que la instalación de protección contra el rayo es obligatoria.

10. CONCLUSIÓN.

Con todo lo anteriormente expuesto y demás documentos que se acompañan, se espera haber definido las características de la instalación, quedando los técnicos que suscriben a disposición para cuantas aclaraciones sean precisas.

Pamplona, abril de 2021

El Ingeniero Industrial
Colg. 555

Fdo.: David Gordejuela Gutiérrez

El Ingeniero Industrial
Colg. 1020

Fdo.: Javier Gordejuela Gutiérrez

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CJ

1.-CONDICIONES DE CÁLCULO.

Dado que se trata de una instalación fotovoltaica conectada a red, las condiciones iniciales de diseño serán:

Superficie disponible
Características de los equipos
Condiciones climáticas del lugar

A continuación se describirá cada una de los apartados referenciados:

1.1.- Superficie disponible.

La superficie necesaria para la ubicación de los diferentes paneles solares será de 81,5 m^2. Los módulos se instalarán en fila de a uno de acuerdo con la implantación reflejada en los planos adjuntos.

1.2.- Características de los equipos.

Las características de los principales elementos de la instalación son:

INVERSOR 1 (50kW)

Características del Panel

Fabricante	REC	
Tipo de célula	n-mono cortada	
Modelo	REC440AA72	
Longitud	2063	m
Anchura	1026	m
Peso	23,5	Kg
Potencia	440	Wp
Volt Max Potencia Vpm	45,7	V
Corriente a Max Pot Ipm	9,63	A
Volt Circuito Abierto Voc	53,0	V
Corriente Cortocircuito Isc	10,31	A

Características del conjunto de colectores

Nº total colectores	90	
Area	191	m^2
Angulo de azimut	-80/100	º
Inclinación colectores	0	º
Inclinación cubierta	7/18	º
Nº de MPPT	3	Ud

Características de los colectores por MPPT

MPPT 1		
Nº colectores	30	
Nº colectores en serie	15	º
Nº baterías en paralelo	2	
Intensidad máxima 25ºC	19,26	A
Voltaje máximo 25ºC	685,5	V
Potencia	13,2	kWp
MPPT 2		
Nº colectores	30	
Nº colectores en serie	15	º
Nº baterías en paralelo	2	
Intensidad máxima 25ºC	19,26	A
Voltaje máximo 25ºC	685,5	V
Potencia	13,2	kWp
MPPT 3		
Nº colectores	30	
Nº colectores en serie	15	º
Nº baterías en paralelo	2	
Intensidad máxima 25ºC	19,26	A
Voltaje máximo 25ºC	685,5	V
Potencia	13,2	kWp

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

INVERSOR 2 (10kW)

Características del Panel

Fabricante	REC	
Tipo de célula	n-mono cortada	
Modelo	REC440AA72	
Longitud	2063	m
Anchura	1026	m
Peso	23,5	Kg
Potencia	440	Wp
Volt Max Potencia Vpm	45,7	V
Corriente a Max Pot Ipm	9,63	A
Volt Circuito Abierto Voc	53,0	V
Corriente Cortocircuito Isc	10,31	A

Características del conjunto de colectores

Nº total colectores	18	
Area	38	m^2
Angulo de azimut	10	º
Inclinación colectores	0	º
Inclinación cubierta	18	º
Nº de MPPT	2	Ud

Características de los colectores por MPPT

MPPT 1		
Nº colectores	9	
Nº colectores en serie	9	º
Nº baterías en paralelo	1	
Intensidad máxima 25ºC	9,63	A
Voltaje máximo 25ºC	411,3	V
Potencia	3,96	kWp
MPPT 2		
Nº colectores	9	
Nº colectores en serie	9	º
Nº baterías en paralelo	1	
Intensidad máxima 25ºC	9,63	A
Voltaje máximo 25ºC	411,3	V
Potencia	3,96	kWp

	Características Inversor			
	Inversor 1		Inversor 2	
Fabricante	ABB		SMA	
Modelo	PVS-50-TL		TRIPOWER 10.0	
Protección	IP65		IP65	
Tensión Máxima de entrada	1.000	V	1.000	V
Intensidad Máxima de entrada	36	A	32	A
Rendimiento	98	%	98	%
Dimensiones	1100x750x261,5	mm	460x497x176	mm
Temp. Funcionamiento	-25 a +60	ºC	-25 a +60	ºC
Potencia nominal CA	50,0	kW	10,0	kW

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

CJ
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

1.3.- Condiciones Climáticas del lugar.

Las características climáticas principales son:

Datos Climatológicos		
Mes	**Tª Ambiente**	**Radiacion (kWh/m^2)**
Enero	4,92	56,5
Febrero	5,15	79,8
Marzo	8,13	94,3
Abril	10,13	128,5
Mayo	15,21	184,9
Junio	17,33	188,1
Julio	18,26	195,6
Agosto	19,09	177,6
Septiembre	19,18	138,7
Octubre	15,15	84,5
Noviembre	10,23	56,7
Diciembre	4,87	52,7
TOTAL	-	1.437,9

2.- PRODUCCIÓN DE ENERGÍA.

2.1.- Potencia eléctrica mínima a instalar.

De acuerdo con las especificaciones del C.T.E. la potencia pico mínima a instalar se calculará mediante la siguiente fórmula:

$P_{min} = 0{,}01 \cdot S$

Sin superar el valor de la siguiente expresión:

$P_{lim} = 0{,}05 \cdot S_C$

donde,

- P_{min}, P_{lim} potencia a instalar [kW].
- S superficie construida del edificio [m^2].
- S_C superficie construida de cubierta del edificio [m^2].

Esta sección es de aplicación a edificios con uso distinto al residencial privado en los siguientes casos:

a) Edificios de nueva construcción y ampliaciones de edificios existentes, cuando superen o incrementen la superficie construida en más de 3.000 m^2.
b) Edificios existentes que se reformen íntegramente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, cuando se superen los 3.000 m^2 de superficie construida.

Por lo tanto, para este caso, no será de aplicación la expresión para el cálculo de potencia eléctrica mínima a instalar.

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

CJ
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

2.2.- Distancia entre paneles.

Dado que en este caso los paneles estarán colocados sobra la cubierta del edificio y paralelos a esta, no es de interés el cálculo de la distancia entre una fila de módulos y otra.

2.3.-Producción de energía.

Para el cálculo de la producción de energía se tendrá en cuenta las pérdidas por orientación y por sombras.

Mes	Días	Tª Ambiente ºC	Radiación kWh/m²	Producción eléctrica media mensual del sistema kWh
Enero	31	4,92	56,5	2.626
Febrero	28	5,15	79,8	3.659
Marzo	31	8,13	94,3	4.305
Abril	30	10,13	128,5	5.749
Mayo	31	15,21	184,9	8.113
Junio	30	17,33	188,1	8.194
Julio	31	18,26	195,6	8.491
Agosto	31	19,09	177,6	7.732
Septiembre	30	19,18	138,7	6.070
Octubre	31	15,15	84,5	3.788
Noviembre	30	10,23	56,7	2.569
Diciembre	31	4,87	52,7	2.422

Los cálculos de producción energética son el resultado de una simulación matemática, teniendo como variantes las condiciones climáticas de cada año, por lo que los resultados pueden variar, máxime si se tiene en cuenta la influencia de la suciedad de los módulos, funcionamiento anómalo del inversor, etc.

En el anexo de cálculos de la presente memoria, quedan reflejados los resultados que se obtienen de la citada simulación.

De acuerdo con lo especificado, la producción anual será de unos 63.719 kWh anuales

3.- CARGA DE CUBIERTA

Para la consideración de la sobrecarga a producir en la cubierta tendremos en cuenta el peso de los módulos a instalar y el peso de la estructura metálica soporte de los mismos.

A continuación se muestra el cálculo de la sobrecarga para cada zona de la cubierta:

<u>CUBIERTA PRINCIPAL</u>

El peso de los módulos es de 23,5 kg por cada uno de ellos y en esta zona de la cubierta se instalarán 90 unidades, por lo que el peso total será de:

$$P_P = 90 \times 23{,}5 = 2.115\ kg$$

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

La estructura soporte está formada por perfiles metálicos y en la cubierta principal se instalarán 15 estructuras de 6 módulos en vertical. Cada estructura tiene un peso aproximado de 15kg, por lo que el peso total será de:

$$P_S = 15 \times 15 = 225\ kg$$

Por lo que el peso total será de:

$$P_T = P_P + P_S = 2.115 + 225 = 2.340\ kg$$

Teniendo en cuenta que la superficie de cubierta utilizada es de 191 m^2 la carga de sobrepeso que tendremos será de:

$$Q_P = \frac{2.340\ kg}{191\ m^2} = 12{,}25\ {}^{kg}/_{m^2}$$

Dadas las características específicas de la instalación, se adjunta a la presente memoria, la comprobación de los cálculos estructurales de la cubierta.

<u>CUBIERTA ZONA SERVICIOS</u>

El peso de los módulos es de 23,5 kg por cada uno de ellos y en esta zona de la cubierta se instalarán 18 unidades, por lo que el peso total será de:

$$P_P = 18 \times 23{,}5 = 423\ kg$$

La estructura soporte está formada por perfiles metálicos y en la cubierta principal se instalarán 6 estructuras de 3 módulos en horizontal. Cada estructura tiene un peso aproximado de 15kg, por lo que el peso total será de:

$$P_S = 6 \times 15 = 90\ kg$$

Por lo que el peso total será de:

$$P_T = P_P + P_S = 423 + 90 = 513\ kg$$

Teniendo en cuenta que la superficie de cubierta utilizada es de 38 m^2 la carga de sobrepeso que tendremos será de:

$$Q_P = \frac{513\ kg}{38\ m^2} = 13{,}5\ {}^{kg}/_{m^2}$$

Dadas las características específicas de la instalación, se adjunta a la presente memoria, la comprobación de los cálculos estructurales de la cubierta.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

CJ
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

4.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Consideraremos en este apartado los cálculos eléctricos de los diferentes elementos que componen la instalación eléctrica.

4.1.- Instalación en CC.

Para el diseño de los circuitos de CC se tendrá en cuenta las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Las características técnicas de los diferentes circuitos detallados en los planos adjuntos quedan reflejadas en las hojas de cálculo adjuntas en el anexo de cálculos.

4.1.1.- Cálculo de tensiones.

Como se ha especificado, los diferentes paneles fotovoltaicos se acoplaran de la siguiente manera:

<u>INVERSOR 1</u>

MPPT 1:
Nº de paneles en serie: 15
Nº de paneles en paralelo: 2
Ucc = 15 x 45,7 = 685,5 V.
Ucc $_{(voc)}$ = 15 x 53,0 = 795 V

MPPT 2:
Nº de paneles en serie: 15
Nº de paneles en paralelo: 2
Ucc = 15 x 45,7 = 685,5 V.
Ucc $_{(voc)}$ = 15 x 53,0 = 795 V

MPPT 3:
Nº de paneles en serie: 15
Nº de paneles en paralelo: 2
Ucc = 15 x 45,7 = 685,5 V.
Ucc $_{(voc)}$ = 15 x 53,0 = 795 V

<u>INVERSOR 2</u>

MPPT 1:
Nº de paneles en serie: 9
Nº de paneles en paralelo: 1
Ucc = 9 x 45,7 = 411,3 V.
Ucc $_{(voc)}$ = 9 x 53,0 = 477 V

MPPT 2:
Nº de paneles en serie: 9
Nº de paneles en paralelo: 1
Ucc = 9 x 45,7 = 411,3 V.
Ucc $_{(voc)}$ = 9 x 53,0 = 477 V

Vemos así que, en todos los casos, estamos dentro de los márgenes que nos especifican los inversores.

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

CJ

4.1.2.- Cálculo de intensidades.

La intensidad que obtenemos para cada una de los MPPT es la siguiente:

INVERSOR 1

MPPT 1:
Nº de paneles en serie: 15
Nº de paneles en paralelo: 2
Icc = 2 x 9,63 = 19,26 A
Icc $_{(ISC)}$ = 2 x 10,31 = 20,62 A

MPPT 2:
Nº de paneles en serie: 15
Nº de paneles en paralelo: 2
Icc = 2 x 9,63 = 19,26 A
Icc $_{(ISC)}$ = 2 x 10,31 = 20,62 A

MPPT 3:
Nº de paneles en serie: 15
Nº de paneles en paralelo: 2
Icc = 2 x 9,63 = 19,26 A
Icc $_{(ISC)}$ = 2 x 10,31 = 20,62 A

INVERSOR 2

MPPT 1:
Nº de paneles en serie: 9
Nº de paneles en paralelo: 1
Icc = 1 x 9,63 = 9,63 A
Icc $_{(ISC)}$ = 1 x 10,31 = 10,31 A

MPPT 2:
Nº de paneles en serie: 9
Nº de paneles en paralelo: 1
Icc = 1 x 9,63 = 9,63 A
Icc $_{(ISC)}$ = 1 x 10,31 = 10,31 A

Para esta intensidad, la sección general de los conductores, de acuerdo con las especificaciones del R.B.T. será de 6 mm^2 de sección, con aislamiento de 0,6/1 kV.

4.2.- Instalación en CA.

4.2.1.- Derivaciones individuales.

4.2.1.1.- Inversor 1

La sección de los conductores de la derivación individual deberá transportar una potencia de 39,6kW a 400 V con una caída de tensión máxima de 1,5%.

La intensidad que circulará por la derivación individual será de:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Línea:

$$I = \frac{P}{U \times \cos\varphi} = \frac{39.600}{\sqrt{3} \times 400 \times 0{,}95} = 60{,}15A$$

Teniendo en cuenta que las intensidades máximas y siguiendo la instrucción ITC-BT-19, tabla 1, precisaremos una sección de 3x35+1x16mm^2 para las línea.

La caída de tensión que tendremos será de:

Línea:

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\varphi}{56 \times 35} = \frac{\sqrt{3} \times 25 \times 60{,}15 \times 0{,}95}{56 \times 35} = 1{,}26V$$

que representa un % de:

Línea:

$$e\% = \frac{1{,}26 \times 100}{400} = 0{,}32\%$$

Valor inferior al 1,5 % permitido

4.2.1.1.- Inversor 2

La sección de los conductores de la derivación individual deberá transportar una potencia de 39,6kW a 400 V con una caída de tensión máxima de 1,5%.

La intensidad que circulará por la derivación individual será de:

Línea:

$$I = \frac{P}{U \times \cos\varphi} = \frac{7.920}{\sqrt{3} \times 400 \times 0{,}95} = 12{,}03A$$

Teniendo en cuenta que las intensidades máximas y siguiendo la instrucción ITC-BT-19, tabla 1, precisaremos una sección de 3x35+1x16mm^2 para las línea.

La caída de tensión que tendremos será de:

Línea:

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\varphi}{56 \times 35} = \frac{\sqrt{3} \times 25 \times 12{,}03 \times 0{,}95}{56 \times 10} = 0{,}88V$$

que representa un % de:

Línea:

$$e\% = \frac{0{,}88 \times 100}{400} = 0{,}22\%$$

Valor inferior al 1,5 % permitido

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

5.- CONCLUSIÓN.

Con todo lo anteriormente expuesto y demás documentos que se acompañan, se espera haber definido las características de la instalación, quedando los técnicos que suscriben a disposición para cuantas aclaraciones sean precisas.

Pamplona, abril de 2021

El Ingeniero Industrial
Colg. 555

Fdo.: David Gordejuela Gutiérrez

El Ingeniero Industrial
Colg. 1020

Fdo. Javier Gordejuela Gutiérrez

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ

26/05 2021

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

3.- PLIEGO DE CONDICIONES

CAPITULO PRELIMINAR. DISPOSICIONES GENERALES.

NATURALEZA Y OBJETO DEL PLIEGO GENERAL.

***Articulo* 1.-** El presente Pliego General de Condiciones tiene carácter supletorio del Pliego de Condiciones particulares del Proyecto.
Ambos, como parte del proyecto general tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

***Artículo* 2-** Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
2. El Pliego de Condiciones particulares.
3. El presente Pliego General de Condiciones.
4. El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de la obras se incorpora al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.
En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

CAPITULO I. CONDICIONES FACULTATIVAS.

EPÍGRAFE 1º.- DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS.

***Artículo* 3.-** Corresponde al Ingeniero Director:
Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.

a) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución.
b) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
c) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
d) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir, el certificado final de la misma.

***Artículo* 4.-** Corresponde al Constructor:

a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
b) Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
c) Suscribir con el Ingeniero, el acta de replanteo de la obra.
d) Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

f) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
g) Facilitar a la Dirección Facultativa, con antelación suficiente, los materiales y precios para el cumplimiento de su cometido.
h) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
i) Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
j) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

EPÍGRAFE 2º.- DE LAS OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA.

***Artículo* 5.-** Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

***Artículo* 6.-** El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación de la dirección facultativa.

***Artículo* 7.-** El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre con Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los componentes que en su caso redacte el Arquitecto.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La documentación de los seguros mencionados en el artículo 5 j).

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

***Artículo* 8.-** El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competen a la contrata.
Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 5.
Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.
El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.
El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

***Artículo* 9.-** El Jefe de Obra, por si o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

***Artículo* 10.-** Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.
En defecto de especificación en el Pliego de Condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

***Artículo* 11.-** Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba.
Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

***Artículo* 12.-** El Constructor podrá requerir del Ingeniero las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

***Artículo* 13.-** Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, solo podrá presentarlas, a través del Ingeniero, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

***Artículo* 14.-** El Constructor no podrá recusar al Ingeniero, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.
Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

***Artículo* 15.-** El Ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

***Artículo* 16.-** El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

EPÍGRAFE 3. º.- PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES.

***Artículo* 17.-** El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

vallado de ésta. El Ingeniero podrá exigir su modificación o mejora.

***Artículo* 18.-** El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerará a cargo del Contratista e incluido en su oferta.
El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Ingeniero y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

***Artículo* 19.-** El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.
Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

***Artículo* 20.-** En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

***Artículo* 21.-** De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.
En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

***Articulo* 22.-** Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.
El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

***Articulo* 23.-** Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prorroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

***Articulo* 24.-** El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

***Articulo* 25.-** Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Ingeniero al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 11.

***Articulo* 26.-** De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: dos, al Ingeniero y el otro, al Contratista, firmados todos ellos por ambas partes. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

***Articulo* 27.-** El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales y particulares de índole técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.
Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.
Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

***Artículo* 28.-** Si el Ingeniero tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajo que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia a la propiedad.
Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

***Artículo* 29.-** El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de 'todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.
Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

***Artículo* 30.-** A petición del Ingeniero, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

***Artículo* 31.-** El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.
Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

***Articulo* 32.-** Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.
Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.
Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

***Artículo* 33.-** Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

***Artículo* 34.-** Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrante, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

***Articulo* 35.-** En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atendrá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

EPÍGRAFE 4º.- DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS.

***Artículo* 36.-** Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.
Esta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Constructor y del Ingeniero. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.
Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra.
Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.
Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

Articulo 37.- El Ingeniero Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente y, si se trata de viviendas, con lo que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5 del apartado 2 del artículo 4.º del Real Decreto 515/1989 de 21 de Abril.

***Articulo* 38.-** Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

***Artículo* 39.-** El plazo de garantía deberá estipularse en el Pliego de Condiciones Particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a doce meses.

***Artículo* 40.-** Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.
Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guarda, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

***Articulo* 41.-** La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán solo subsistentes todas responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

***Articulo* 42.-** Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquéllos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

***Artículo* 43.-** En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.
Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el artículo 35. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en los artículos 39 y 40 de este Pliego.
Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Ingeniero, se efectuará una sola y definitiva recepción.

CAPITULO II.- CONDICIONES ECONÓMICAS. PLIEGO GENERAL.
EPÍGRAFE 1º.- PRINCIPIO GENERAL.

***Artículo* 44.-** Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

***Artículo* 45.-** La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

EPÍGRAFE 2º.- FIANZAS.

***Artículo* 46.-** El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

a) Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3 por 100 y 10 por 100 del precio total de contrata.
b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

***Articulo* 47.-** En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra, de un tres por ciento (3 por 100) como mínimo, del total del presupuesto de

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

contrata.
El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el diez por cien (10 por 100) de la cantidad por la que se haga la adjudicación de las formas especificadas en el apartado anterior.
El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.
La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

***Articulo* 48.-** Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas. El Ingeniero, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

***Artículo* 49.-** La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos.

***Artículo* 50.-** Si la propiedad, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

EPÍGRAFE 3º.- DE LOS PRECIOS.

***Articulo* 51.-** El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos

a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13 por 100 y un 17 por 100).

Se considera beneficio industrial
El beneficio industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Se considera precio de ejecución material
Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial.

Se considera precio de contrata
El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial. El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

***Artículo* 52.-** En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Beneficio Industrial del Contratista. El beneficio se estima normalmente, en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

***Artículo* 53.-** Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.
El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.
A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios PREOC en el que se base el presupuesto del proyecto.
Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

***Artículo* 54.-** Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

***Artículo* 55.-** En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Técnicas y en segundo lugar, al Pliego General de Condiciones Particulares.

***Artículo* 56.-** Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.
Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.
No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados

Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
Habilitación Profesional
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

en el Calendario de la oferta.

***Artículo* 57.-** El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito.
Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

EPÍGRAFE 4º.- OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.

***Artículo* 58.-** Se denominan "Obras por Administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.
Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

a) Obras por administración directa.
b) Obras por administración delegada o indirecta.

***Articulo* 59.-** Se denominas 'Obras por Administración directa" aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Ingeniero-Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Propietario y Contratista.

***Articulo* 60.-** Se entiende por 'Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.
Son por tanto, características peculiares de las "Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

a) Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes à la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Ingeniero-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Propietario un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

***Artículo* 61.-** Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Ingeniero.

a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando. a dichas nóminas una relación numérica de

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un quince por ciento (15 por 100), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

***Articulo* 62.-** Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada los realizará el Propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.
Independientemente, el Ingeniero redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

***Articulo* 63.-** No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Propietario, o en su representación al Ingeniero, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

***Artículo* 64.-** Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Ingeniero, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Ingeniero-Director.
i hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

***Artículo* 65.-** En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 63 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.
En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

EPÍGRAFE 5º.-DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.

***Articulo* 66.-** Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Pliego Particular de Condiciones Económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.
   Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.
3. Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Ingeniero-Director.
   Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
4. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones Económicas" determina.
5. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

***Articulo* 67.-** En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los 'Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero.
Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.
Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el ingeniero los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".
Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero-Director la certificación de las obras ejecutadas.
De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.
El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.
Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.
Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

***Artículo* 68.-** Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

***Artículo* 69.-** Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

***Artículo* 70.-** Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la contrata.
Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

***Artículo* 71.-** Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero-Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

***Artículo* 72.-** Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

EPÍGRAFE 6º.- DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS.

***Artículo* 73.-** La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (0/00) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.
Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargó a la fianza.

***Artículo* 74.-** Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un cuatro y medio por ciento (4,5 por 100) anual, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación. Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.
No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

EPÍGRAFE 7º.- VARIOS.

***Artículo* 75.-** No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.
En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.
Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

***Artículo* 76.-** Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

***Artículo* 77.-** El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero-Director.
En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.
Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

***Artículo* 78.-** Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.
Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero-Director fije.
Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.
En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

***Artículo* 79.-** Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.
En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

CAPITULO III.- CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES. PLIEGO PARTICULAR. EPÍGRAFE 1º.- CONDICIONES GENERALES.

***Artículo* 1.- Calidad de los materiales.**
Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

***Artículo* 2.- Pruebas y ensayos de materiales.**
Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
Habilitación Profesional
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

***Artículo* 3.- Materiales no consignados en proyecto.**
Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

***Artículo 4.-* Condiciones generales de ejecución.**
Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, dé acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones de la Edificación de la Dirección General de Arquitectura de 1960, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

***Artículo 5.-* Normas de ejecución de la instalación.**
Todas las normas de construcción e instalación de esta I.E.B.T. de Fotovoltaica, se ajustarán a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las Instrucciones que la Dirección de Obra crea oportunas. Además del cumplimiento de lo expuesto anteriormente, la obra debe cumplir con las normativas que le pudieran afectar, emanadas por Organismos Oficiales.

***Artículo 6.-* Pruebas reglamentarias.**
Antes de la puesta en servicio de la instalación se realizarán las siguientes pruebas:

a) Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes. Para ello se verificará la misma en relación con el aislamiento que presenta con relación a tierra y entre conductores, así como respecto a las corrientes de fuga que se produzcan con los receptores de uso simultáneo conectados a la misma en el momento de realizar la prueba. La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento, por lo menos, igual a 1.000 x U Ohmios; siendo "U" la tensión máxima de servicio expresada en Voltios, con un mínimo de 250.000 Ohmios.
b) Ensayo Dieléctrico. Se comprobará la rigidez dieléctrica de la instalación, la cual ha de ser tal que, desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de 2U + 1.000 V. a frecuencia industrial, siendo "U" la tensión máxima de servicio expresada en Voltios y con un mínimo de 1.500 Voltios.
c) Corrientes de Defecto a Tierra. Las corrientes de fuga, en las condiciones anteriormente indicadas, no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presentan los interruptores diferenciales instalados como protección contra contactos indirectos.
d) Instalación de Puesta a Tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
e) Regulación y Protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los interruptores magnetotérmicos y automáticos diferenciales y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles y de los distintos componentes del cuadro de maniobra.

***Artículo 7.-* Condiciones de mantenimiento y seguridad.**
La instalación deberá mantenerse en las mismas condiciones de seguridad que existen en su puesta en servicio, para ello el usuario recabará los servicios de un instalador autorizado quien hará las revisiones periódicas necesarias.
En las instalaciones de locales de características especiales, deberán ser revisadas anualmente, extendiendo un boletín de reconocimiento según modelo establecido por la Dirección General de la Energía.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

El abonado será el responsable del buen uso dado a la instalación eléctrica, así como de que se efectúen las revisiones reglamentarias.

***Artículo 8.*- Certificados y documentación.**
Al solicitar la puesta en servicio de la instalación, se presentará un Certificado de Dirección y Terminación de Obra, suscrito por el Técnico Director de la Obra y visado por el Colegio Oficial correspondiente.
Al dorso de este certificado se hará una descripción de las variaciones de detalle realizadas sobre lo expresado en el proyecto específico, se darán los resultados de las pruebas y reconocimientos efectuados, y se aportará la documentación técnica necesaria.
Durante la ejecución de los trabajos de la instalación, se llevará un libro de órdenes donde se irán anotando las incidencias surgidas durante la instalación y explotación, así como las órdenes que el Director Técnico estime necesarias para la buena ejecución de la misma.

EPÍGRAFE 1º.- ANEXO 1.- INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.

1.- Módulos fotovoltaicos.

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2014/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2014/35/UE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:
– UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
– UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
– UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.
Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.
Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.
Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.
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.
Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

• Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del ± 3 % de los correspondientes valores nominales de catálogo.

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

Será deseable una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

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.

Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

En la recepción, se comprobará con el amperímetro y voltímetro, que la intensidad y la tensión que producen, cada uno de los módulos fotovoltaicos, se ajusta a las especificaciones del fabricante, registrándose las medidas resultantes y entregándose las mismas a la dirección facultativa. 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.

Se numerarán según el orden determinado en los planos y, a continuación, se situarán junto a la estructura de cada línea.

Durante el montaje del generador fotovoltaico se mantendrán los seccionadores abiertos y se cubrirán las caras frontales de los paneles con material opaco antes de realizar las conexiones eléctricas o abrir la caja de terminales.

Se identificarán los conductores eléctricos con colores y numeración para su posterior conexión, verificando cuidadosamente antes de hacer cada conexión si la polaridad es correcta.

El conexionado eléctrico se aislará e impermeabilizará correctamente, el grado de protección resultante de las conexiones será IP 535 (Norma UNE 20-324). Las conexiones eléctricas serán siempre embornadas.

Tras la realización del interconexionado de las series en paralelo, correspondientes a cada inversor, se comprobará que la diferencia de la tensión a circuito abierto es inferior al 5% entre ellas.

Al finalizar la interconexión de cada inversor se colocarán señales de peligro eléctrico, distribuidas adecuadamente, y a una distancia máxima de 7 metros entre ellas, en lugares visibles. Previamente se colocarán señales en las puertas de acceso a la instalación.

Los operarios que trabajen en el montaje de los módulos fotovoltaicos usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El almacenaje se realizará en lugar protegido de lluvias, focos de humedad e impactos. No estará en contacto directo con el suelo. Al finalizar la ejecución se realizará retirada de obra de todo el material sobrante y limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

2.- Estructuras y soportes.

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

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.
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 realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
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, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias vigentes en materia de edificación.
Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (o cubierta) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.
La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.
Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.
Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.
En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.
En la recepción se comprobará que las estructuras tienen un aspecto uniforme y no presentarán grietas, defectos superficiales, ni desprendimientos en el recubrimiento y que las aristas carecen de melladuras.
Antes de realizar el montaje de las estructuras se realizará un control dimensional de las piezas.
Se comprobará que la estructura aporta certificado con el resultado de los ensayos previstos en la norma UNE 38-010.
Las estructuras se ubicarán en el lugar determinado por los planos y se sujetará al terreno mediante tornillería de seguridad de forma firme. La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106.
Se comprobará que 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.
El almacenaje se realizará en lugar protegido de lluvias, focos de humedad e impactos. No estará en contacto directo con el suelo. Al finalizar la ejecución se realizará retirada de obra de todo el material sobrante y limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

3.- Inversores.

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.
Las características básicas de los inversores serán las siguientes:
– Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
– Autoconmutados.
– Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
– No funcionarán en isla o modo aislado.
La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

– UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
– UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
– IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

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.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.
Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.
Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

– Encendido y apagado general del inversor.
– Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

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% superiores a las CEM. Además, soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.
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 IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 ºC y 40 ºC de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.
Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

4.- Conductores.

Serán de cobre recocido, recubierto por material termoplástico, con una tensión de servicio de 0,6/1 kV. Estarán trenzados en haz de manera que puedan ser fácilmente separados para empalmar. Los conductores cumplirán lo prescrito en la norma UNE 21022.
Refiriéndose a las categorías de la norma UNE 21029 los diferentes tipos de cable a emplear serán:

- En canalización subterránea: RV 0,6/1 KV. de sección mínima de 6 mm^2.
- En redes aéreas: RV 0,6/1 KV. de sección mínima de 4 mm^2.
- Para el conexionado interior de los paneles: RV 0,6/1 KV. de sección mínima de 2,5 mm^2.

No se aceptarán cables que no vengan en sus bobinas de origen, en las que debe figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y sección.
El Director de Obra puede exigir protocolo de ensayos del fabricante sobre la partida suministrada.
A la hora de llevar a cabo la ejecución de la obra, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Las conexiones entre cables se realizarán mediante vulcanización de forma que se reconstituya su aislamiento PVC. Estas uniones no quedarán nunca sometidas a tracción.
- El tendido en tubos se realizará horizontalmente sin someter los conductores a tracción.
- Las derivaciones y cambios de sección se realizarán en cajas de derivación con protección mediante fusible.

5.- 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 ICT-BT-19.
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 envolventes de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envolventes 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.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

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

6.- 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 ITC-BT-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 ITC-BT-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 si 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 separado 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.

Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
Habilitación Profesional
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

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.

7.- 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 paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se ejecuta la instalación eléctrica. 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.

8.- 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 8 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.

9.- Aparellaje y pequeño material.

Todo el aparellaje será del tipo homologado por los Organismos competentes y cumplirá con las normas UNE que le sean de aplicación y, concretamente, con:

- Contactores: UNE 20109.
- Fusibles: UNE 21103.
- Diferenciales: UNE 20383.
- Interruptores: UNE 20103.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

10.- Electrodos de puesta a tierra y puesta a tierra.

Electrodos
Estarán constituidos por varillas cilíndricas acoplables de acero, revestidas de una capa de cobre, no inferior a 300 µ. Serán ejecutadas según normas UNESA.
La conexión con las líneas de enlace con tierra se realizará con grapas de conexión apropiadas.

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

- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua en la que no podrán incluirse en serie las masas de la instalación. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra desnudos deberán ser de cobre y su sección no inferior a 35 mm2.
- Los conductores que unen los distintos puntos de puesta para formar una red conjunta adquieren la consideración de líneas principales de tierra y deberán ser de cobre, con aislamiento y de sección no inferior a 16 mm2.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición, de que la resistencia eléctrica correspondiente, sea inferior a 0,4 Ohmios.

A la hora de ejecutar las obras se seguirá el siguiente procedimiento:
Se colocarán 9 electrodos por línea existente. Dichos electrodos se colocarán en el interior de las arquetas y a una distancia mínima entre electrodos de 48 m. (dos arquetas intermedias sin picas).
Se tenderá un conductor con aislamiento de PRC y cubierta PVC de cobre de 16 mm2 por cada línea y por el interior del conducto por donde van el resto de conductores, unidos a los electrodos en aquellas arquetas donde existan y con punto de puesta a tierra en todas las arquetas para la conexión de los elementos metálicos que forman la luminaria y brazo mural o columna. Dicho conductor, también, llegará a una borna de protección dispuesta en el Cuadro General de Distribución, y donde llegarán también las otras dos líneas de tierra perteneciente a los otros dos circuitos. En esta borna se conectarán los elementos metálicos del cuadro general de distribución. Dicha borna que es el punto de puesta a tierra debe permitir la separación de la línea de tierra del resto de conductores de protección para realizar la medida de resistencia a tierra.
Al conductor indicado anteriormente y denominado línea principal de tierra se unirán mediante bridas las picas de toma de tierra y las derivaciones de los conductores de protección.

11.- Protección contra contactos directos e indirectos.

Contra contactos directos
Quedará suficientemente asegurada por la no existencia de partes en tensión al descubierto, y por el empleo de tubos protectores, cajas y el aislamiento de los conductores.
La protección contra contactos directos se hará de conformidad con la Instrucción MI BT 021 con la supervisión del Director Técnico de la Instalación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Contra contactos indirectos

En general se adoptarán medidas de la clase B, mediante la puesta a tierra de todas las masas metálicas y el empleo de interruptores automáticos diferenciales.

La sensibilidad del automático diferencial, vendrá definida en función de la resistencia a tierra de las masas, para evitar puedan producirse tensiones en éstas superiores a 24 V., en locales o emplazamientos húmedos o mojados.

Pamplona, abril de 2021

El Ingeniero Industrial
Colg. 555

Fdo.: David Gordejuela Gutiérrez

El Ingeniero Industrial
Colg. 1020

Fdo. Javier Gordejuela Gutiérrez

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

4.- PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

Instalación Fotovoltaica Frontón de Berrioplano/Berriobeiti

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
	CAPÍTULO FV04 FRONTÓN BERRIOPLANO / BERRIOBEITI			
	SUBCAPÍTULO FV041 ELEMENTOS DE CAPTACIÓN			
FV041.01	**Ud MÓDULO FOTOVOLTAICO 440 WP REC ALPHA 72 SERIES**			
	Ud. Suministro e instalación de módulo fotovoltaico marca REC, modelo ALPHA 72 SERIES de potencia máxima 440 Wp, o similar. Características eléctricas principales, Vpm=45,70V, Voc=53,00V, Ipm=9,63A, Isc=10,31A, dotado de toma de tierra, grado de protección IP67 con 3 diodos de by-pass, conexión mediante MC4. Dimensiones 2063 x 1026 x 30 mm, peso 23,5 kg. Incluye mano de obra y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura (no incluida). Incluso transporte y medios necesarios para su colocación en cubierta. Completamente montado, probado y funcionando.	108,000	281,19	30.368,52
FV041.02	**Ud INVERSOR SMA SUNNY TRIPOWER 10.0**			
	Ud. Suministro e instalación de inversor trifásico SMA SUNNY TRIPOWER 10.0 o similar de 10,00 kW de potencia nominal y 15,00kW de potencia máxima de entrada, rendimiento máximo 98,3%. Grado de protección IP65. Con interruptor CC, protección contra polarización inversa resistencia al cortocircuito de CA y protección sobretensión clase III (según IEC 60664-1). Dimensiones 460x497x176mm (ancho/alto/fondo). Incluye mano de obra, accesorios y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	1,000	2.270,02	2.270,02
FV041.03	**Ud INVERSOR TRIFÁSICO ABB PVS-50-TL-SX2- 52kWp**			
	Ud. Suministro e instalación de inversor trifásico ABB TRIO PVS-50-TL-SX2 o similar de 50 kW de potencia nominal de salida y 52 kW de potencia nominal de entrada, rendimiento máximo 98,3%. Grado de protección IP65. Contiene 15 conexiones de entrada rápida, fusibles (ambos polos), interruptor de CC y descargadores de sobretensiones tipo 2. Incluye mano de obra, accesorios y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	1,000	5.317,48	5.317,48
FV041.04	**Ud KCF-06 SET CONECTORES MC4 2,5-6mm²**			
	Ud. Suministro e instalación de conectores MC4 para diámetro de 2,5-6mm2. Incluye mano de obra y pequeño material. Competamente montado, conexionado y funcionando.	12,000	5,16	61,92
	TOTAL SUBCAPÍTULO FV041 ELEMENTOS DE CAPTACIÓN ..			**38.017,94**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
	SUBCAPÍTULO FV042 ESTRUCTURA SOPORTE			
FV042.01	**Ud SOPORTE COPLANAR FIJACIÓN A CHAPA 6 MÓDULOS VERTICAL** Ud. Suministro e instalación de soporte coplanar con perfil continuo y fijación a chapa (anclaje al lateral de la greca) para cubierta metálica de SUNFER o similar. Para fila vertical de 6 módulos de tamaño 2000 x 1000 mm de 33 a 50 mm de espesor. Incluye tornillos de anclaje autorroscantes y junta de estanqueidad EPDM. Incluso mano de obra, parte proporcional de pequeño material y medios para su colocación en cubierta. Totalmente montado e instalado.	15,000	194,88	2.923,20
FV042.02	**Ud SOPORTE COPLANAR FIJACIÓN A CHAPA 3 MÓDULOS HORIZONTAL** Ud. Suministro e instalación de soporte coplanar con perfil continuo y fijación a chapa (anclaje al lateral de la greca) para cubierta metálica de SUNFER o similar. Para fila horizontal de 3 módulos de tamaño 2000 x 1000 mm de 33 a 50 mm de espesor. Incluye tornillos de anclaje autoroscantes y junta de estanqueidad EPDM. Incluso mano de obra, parte proporcional de pequeño material y medios para su colocación en cubierta. Totalmente montado e instalado.	6,000	150,38	902,28
	TOTAL SUBCAPÍTULO FV042 ESTRUCTURA SOPORTE.....			**3.825,48**
	SUBCAPÍTULO FV043 INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN			
FV043.01	**Ml CABLE SOLAR PV ZZ-F(AS) 1x6mm² SOLAR NEGRO** Ml. Suministro e instalación de metro lineal de instalación eléctrica con cubierta de goma libre de halógenos de color negro de 5,9Ø, cable específico para instalaciones fotovoltaicas tipo H1Z2Z2-K 1x6 mm² o similar, sujecciones a paramentos horizontales y verticales, incluyendo pequeño material eléctrico y mano de obra. Totalmente instalado y conexionado.	600,000	2,83	1.698,00
FV043.02	**Ml CABLE SOLAR PV ZZ-F(AS) 1x6mm² SOLAR ROJO** Ml. Suministro e instalación de metro lineal de instalación eléctrica con cubierta de goma libre de halógenos de color rojo de 5,9Ø, cable específico para instalaciones fotovoltaicas tipo H1Z2Z2-K 1x6 mm² o similar, sujecciones a paramentos horizontales y verticales, incluyendo pequeño material eléctrico y mano de obra. Totalmente instalado y conexionado.	600,000	2,83	1.698,00
FV043.03	**Ml BANDEJA DE HILO 60x35mm GC** Ml. Suministro e instalación de bandeja de hilo BASORFIL o similar, de galbanizado en caliente y de dimensiones 60x35 mm (base x altura). Incluye tapa para bandeja de 60x35mm, parte proporcional de accesorios y mano de obra. Totalmente montada e instalada.	70,000	22,28	1.559,60
FV043.04	**Ml RZ1-K(AS) 0.6/1 kV 3x35+1x16mm²** Ml. Suministro e instalación de metro lineal de instalación eléctrica libre de halógenos tipo RZ1-K 0.6/1 kV 3x25mm²+1x16mm² o similar, incluyendo pequeño material eléctrico y mano de obra. Totalmente instalada y conexionada.	25,000	28,78	719,50

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

PRESUPUESTO

Instalación Fotovoltaica Frontón de Berrioplano/Berriobeiti

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
FV043.05	**Ml RZ1-K(AS) 0.6/1 kV 4x10mm²** Ml. Suministro e instalación de metro lineal de instalación eléctrica libre de halógenos tipo RZ1-K 0.6/1 kV 4x10mm² o similar, incluyendo pequeño material eléctrico y mano de obra. Totalmente instalada y conexionada.	25,000	12,36	309,00
FV043.06	**Ml RZ1-K(AS) 0.6/1 kV 3x50+1x25mm²** Ml. Suministro e instalación de metro lineal de instalación eléctrica libre de halógenos tipo RZ1-K 0.6/1 kV 3x50mm²+1x25mm² o similar, incluyendo pequeño material eléctrico y mano de obra. Totalmente instalada y conexionada.	50,000	41,32	2.066,00
FV043.07	**Ud TOMA DE TIERRA DE PANELES FOTOVOLTAICOS** Ud. Suministro e instalación de toma de tierra general de corriente continua, realizada con picas de cobre de 2 m, incluyendo grapa GR-1, cable ZZ-S de 6mm², mano de obra, pequeño material. Totalmente instalada, probada y funcionando.	2,000	412,06	824,12
FV043.08	**Ud TIERRAS INSTALACION B.T.** Ud. Suministro e instalación de toma de tierra general de baja tensión, formada por picas de 14 mm ø y 2 m de longitud, cable de Cu desnudo de 50 mm. Incluye accesorios varios y mano de obra de colocación.	1,000	49,15	49,15
FV043.09	**Ud PROTECCIÓN ALTERNA** Ud. Suministro e instalación de caja superficial con puerta opaca de 144M y dimensiones 1124X574X140 mm (anchoxaltoxfondo) que incluye el siguiente material: 1 Ud Tmax XT1B160 FF TMD80 4P 1 Ud Tmax relé APERFP XT1 1 Ud Fusible Dyfus ZR-0 10x38 1 Ud Base portafusibles E91HN732 1P+N 1 Ud Relé toroidal RGU-10 0,03/30A RET 0/10 seg 1 Ud Toroidal WGC 35 para relé RGU 1 Ud Diferencial superinmunizado 4P 25A CLASE A SI 30mA 1 Ud Magnetotérmico 4P 16A 1 Ud Interruptor seccionador OT100F4N2 1 Ud Limitador sobretensiones transitorias PSM4-20/400 TT Incluso mano de obra y pequeño material. Totalmente montado y conexionado.	1,000	1.839,70	1.839,70

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

PRESUPUESTO

Instalación Fotovoltaica Frontón de Berrioplano/Berriobeiti

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
FV043.10	**Ud PARARRAYOS NIMBUS 30** Ud. Suministro e instalación de PARARRAYOS NIMBUS 30 con sistema de cebado electrónico o similar. Compuesto por el siguiente material: 1Ud. Pararrayos Nimbus 30 con sistema de cebado electrónico en acero inoxidable AISI 316 (Doble capa). 1Ud. Pieza de adaptación Nimbus a mástil. 1Ud. Juego de anclajes placa tornillos metálicos 15cm. 1Ud. Mástil de 6m galvanizado. 40m Cable de cobre desnudo de Ø 50. 35Ud. Soporte M-8 bronce con tirafondo para cables de 50mm² y 70mm². 1Ud. Tubo de protección bajante de 3m galvanizado. 1Ud. Arqueta de registro de polipropileno de 30x30cm. 3Ud. Jabalina de cobre 300micras 2m Ø 14mm. 3Ud. Grapa abarcón latón conexión jabalina. 1Ud. Compuesto líquido activador perdurable para tomas de tierra (25kg). 1Ud. Contador de impactos de rayo (IP 67). Incluye parte proporcional de pequeño material y mano de obra. Totalmente instalado y conexionado.	1,000	2.845,95	2.845,95
FV043.11	**Ud ADECUACIÓN DE CUADRO GENERAL** Ud. Adecuación de cuadro general existente mediante la instalación del siguiente material: 1 Ud. PSC4-12,5/400 TT tipo 1+2 para redes trifásicas. Incluye parte proporcional de pequeño material y mano de obra. Totalmente montado y conexionado.	1,000	568,01	568,01
FV043.12	**Ud CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA 160A** Ud. Suministro e instalación de caja general de protección con bases BUC de máxima seguridad según NI-76.50.01, homologado para Iberdrola, de 160A de intensidad, seccionable en carga, esquema 7, para colocación en nicho pared. Totalmente montada y conexionada. Incluso mano de obra, pequeño material, y fusibles de 160A.	1,000	320,49	320,49
	TOTAL SUBCAPÍTULO FV043 INSTALACIÓN ELÉCTRICA			**14.497,52**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

PRESUPUESTO

Instalación Fotovoltaica Frontón de Berrioplano/Berriobeiti

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
	SUBCAPÍTULO FV044 ADECUACIÓN ACOMETIDA			
FV044.01	**Ml AL XZ1-(S) 0.6/1KV 4x50 mm²**			
	Ml. Suministro e instalación de metro lineal de instalación eléctrica de aluminio AL XZ1(S) 4x50 mm² 0,6/1kV o similar. Incluye pequeño material eléctrico y mano de obra. Totalmente instalada y conexionada.	25,000	14,71	367,75
FV044.02	**Ml AL XZ1-(S) 0.6/1KV 3x150+1x95 mm²**			
	Ml. Suministro e instalación de metro lineal de instalación eléctrica de aluminio AL XZ1(S) 3x150+1x95mm² 0,6/1kV o similar. Incluye pequeño material eléctrico y mano de obra. Totalmente instalada y conexionada.	150,000	31,00	4.650,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO FV044 ADECUACIÓN ACOMETIDA.....			**5.017,75**
	SUBCAPÍTULO FV045 OBRA CIVIL			
FV045.01	**Ud ARQUETA DE 30x30cm**			
	Ud. Arqueta para instalación de pararrayos de 30x30cm y 65cm de profundidad, formada por: solera de hormigón HM-20 y 15cm de espesor, desagüe central y formación de pendiente, fábrica de ladrillo perforado de 1 pie con mortero M5 (1:6) y enfoscado interior, incluso cerco, embocadura de canalizaciones y excavación; construida según Ordenanza Municipal y REBT. Medida la unidad ejecutada.	1,000	420,88	420,88
	TOTAL SUBCAPÍTULO FV045 OBRA CIVIL.....			**420,88**
	SUBCAPÍTULO FV046 SEGURIDAD COLECTIVA			
FV046.01	**Ml LÍNEA DE VIDA HORIZONTAL FIJA CUBIERTA PRINCIPAL**			
	Ml. Suministro, instalación y certificación de una línea de vida horizontal, fija y flexible de 40 m. Incluye mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Totalmente montada e instalada.	40,000	65,00	2.600,00
FV046.02	**Ml LÍNEA DE VIDA HORIZONTAL FIJA CUBIERTA ZONA DE SERVICIOS**			
	Ml. Suministro, instalación y certificación de una línea de vida horizontal, fija y flexible de 15 m. Incluye mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Totalmente montada e instalada.	15,000	65,00	975,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO FV046 SEGURIDAD COLECTIVA.....			**3.575,00**
	TOTAL CAPÍTULO FV04 FRONTÓN BERRIOPLANO /			**65.354,57**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Instalación Fotovoltaica Frontón de Berrioplano/Berriobeiti

Capítulo	Resumen		Importe
FV04	**FRONTÓN BERRIOPLANO / BERRIOBEITI**		**65.354,57**
-FV041	-ELEMENTOS DE CAPTACIÓN	38.017,94	
-FV042	-ESTRUCTURA SOPORTE	3.825,48	
-FV043	-INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN	14.497,52	
-FV044	-ADECUACIÓN ACOMETIDA	5.017,75	
-FV045	-OBRA CIVIL	420,88	
-FV046	-SEGURIDAD COLECTIVA	3.575,00	
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		**65.354,57**
	21,00 % I.V.A.	13.724,46	13.724,46
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		**79.079,03**
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		**79.079,03**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SETENTA Y NUEVE MIL SETENTA Y NUEVE CON TRES EUROS.

Pamplona, a abril de 2021.

El Ingeniero Industrial

Colg. 1020

Fdo.: Javier Gordejuela Gutierrez

El Ingeniero Industrial

Colg. 555

Fdo.: David Gordejuela Gutierrez

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ

26/05 2021

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

ES

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

5.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.1.- Consideraciones preliminares: justificación, objeto y contenido.

1.1.1.- Justificación.

La obra proyectada requiere la redacción de un estudio básico de seguridad y salud, debido a su reducido volumen y a su relativa sencillez de ejecución, cumpliéndose el artículo 4. "Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras" del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, al verificarse que:

a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.760,00 euros.
b) No se cumple que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
c) El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no es superior a 500 días.
d) No se trata de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

1.1.2.- Objeto.

En el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con el Real Decreto 1627/97, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios.
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo.
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención.
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo.
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra.
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos.

1.1.3.- Contenido del EBSS.

De acuerdo con el artículo 6 del Real Decreto 1627/97, el Estudio Básico de Seguridad y Salud precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

En el estudio básico se contemplan también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborables.

1.2.- Datos generales.

1.2.1.- Agentes.

Entre los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra objeto del presente estudio, se reseñan:

Promotor	Ayuntamiento de Berrioplano / Berriobeitiko Udala
Autor del proyecto	David Gordejuela Gutiérrez – Javier Gordejuela Gutiérrez
Constructor - Jefe de obra	A determinar
Coordinador de seguridad y salud	David Gordejuela Gutiérrez – Javier Gordejuela Gutiérrez

1.2.2.- Características generales del Proyecto de Ejecución.

De la información disponible en la fase de proyecto básico y de ejecución, se aporta aquella que se considera relevante y que puede servir de ayuda para la redacción del Plan de Seguridad y Salud.

Denominación del proyecto	Proyecto de instalación solar fotovoltaica
Plantas sobre rasante	Ninguna
Plantas bajo rasante	Ninguna
Presupuesto de ejecución material	65.354,57 €
Plazo de ejecución	15 días
Núm. máx. operarios	2 operarios

1.2.3.- Emplazamiento y condiciones del entorno.

En el presente apartado se especifican, de forma resumida, las condiciones del entorno a considerar para la adecuada evaluación y delimitación de los riesgos que pudieran causar.

Dirección	Calle Mayor s/n, Berrioplano / Berriobeiti (Navarra-Nafarroa)
Accesos a la obra	Calle Ntra. Sra. de la Purificación
Topografía del terreno	Ondulado
Edificaciones colindantes	Sí
Servidumbres y condicionantes	Normales
Climatología	Típica Zona

Durante los periodos en los que se produzca entrada y salida de vehículos se señalizará convenientemente el acceso de los mismos, tomándose todas las medidas oportunas establecidas por la Dirección General de Tráfico y por la Policía Local, para evitar posibles accidentes de circulación.

Se conservarán los bordillos y el pavimento de las aceras colindantes, causando el mínimo deterioro posible y reponiendo, en cualquier caso, aquellas unidades en las que se aprecie algún desperfecto.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

1.2.4.- Características generales de la obra.

Descripción de las características de las unidades de la obra que pueden influir en la previsión de los riesgos laborales:

1.2.4.1.- Instalaciones.

Instalación solar fotovoltaica.

1.3.- Medios de auxilio.

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá en lugar visible de la obra un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.

1.3.1.- Medios de auxilio en obra.

En la obra se dispondrá de un armario botiquín portátil modelo B con destino a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipado, según la Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo.

Su contenido se limitará, como mínimo, al establecido en el anexo VI. A). 3 del Real Decreto 486/97, de 14 de abril:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados.
- Gasas estériles.
- Algodón hidrófilo.
- Vendas.
- Esparadrapo.
- Apósitos adhesivos.
- Tijeras.
- Pinzas y guantes desechables.

El responsable de emergencias revisará periódicamente el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y sustituyendo los productos caducados.

1.3.2.- Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos.

Se aporta la información de los centros sanitarios más próximos a la obra, que puede ser de gran utilidad si se llegara a producir un accidente laboral.

NIVEL ASISTENCIAL	NOMBRE, EMPLAZAMIENTO Y TELÉFONO	DISTANCIA APROX. (KM)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia primaria (Urgencias)	Consultorio Médico Berrioplano	En el edificio
Empresas de ambulancias	Ambulancias Tempus Vitae	5,2 km

La distancia al centro asistencial más próximo se estima en 10 minutos, en condiciones normales de tráfico.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

1.4.- Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores.

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán las "Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras" contenidas en el apartado 15 del Anexo IV (Parte A) del R.D. 1627/97.

Dadas las características y el volumen de la obra, se ha previsto la colocación de instalaciones provisionales tipo caseta prefabricada para los vestuarios y aseos, pudiéndose habilitar posteriormente zonas en la propia obra para albergar dichos servicios, cuando las condiciones y las fases de ejecución lo permitan.

1.4.1.- Vestuarios.

Los vestuarios dispondrán de una superficie total de 2,0 m² por cada trabajador que deba utilizarlos simultáneamente, incluyendo bancos y asientos suficientes, además de taquillas dotadas de llave y con la capacidad necesaria para guardar la ropa y el calzado.

1.4.2.- Aseos.

La dotación mínima prevista para los aseos es de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra.
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción.
- 1 lavabo por cada retrete.
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción.
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo.
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo.
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria.
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro.

1.4.3.- Comedor.

La zona destinada a comedor tendrá una altura mínima de 2,5 m, dispondrá de fregaderos de agua potable para la limpieza de los utensilios y la vajilla, estará equipada con mesas y asientos, y tendrá una provisión suficiente de vasos, platos y cubiertos, preferentemente desechables.

1.5.- Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar.

A continuación se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante las distintas fases de la obra, con las medidas preventivas y de protección colectiva a adoptar con el fin de eliminar o reducir al máximo dichos riesgos, así como los equipos de protección individual (EPI) imprescindibles para mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra.

Riesgos generales más frecuentes

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel.
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades.
- Cortes y heridas con objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
- Electrocuciones por contacto directo o indirecto.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

- Dermatosis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.
- Intoxicación por inhalación de humos y gases.

Medidas preventivas y protecciones colectivas de carácter general

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada
- Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles de la obra.
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra.
- Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos, en cumplimiento de los supuestos regulados por el Real Decreto 604/06 que exigen su presencia..
- Las operaciones que entrañen riesgos especiales se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida.
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.
- Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación.
- La carga y descarga de materiales se realizará con precaución y cautela, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída.
- La manipulación de los elementos pesados se realizará por personal cualificado, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios.
- Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se guardarán las distancias mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje.
- No se realizará ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos.
- Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas.
- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura.
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas.
- Dentro del recinto de la obra, los vehículos y máquinas circularán a una velocidad reducida, inferior a 20 km/h.

Equipos de protección individual (EPI) a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra

- Casco de seguridad homologado.
- Casco de seguridad con barboquejo.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Cinturón portaherramientas.
- Guantes de goma.
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes.
- Calzado con puntera reforzada.
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.
- Botas de caña alta de goma.
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Faja antilumbago.
- Gafas de seguridad anti impactos.
- Protectores auditivos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

1.5.1.- Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra.

Se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos previos a la ejecución de la obra, con las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual (EPI), específicos para dichos trabajos.

1.5.1.1.- Instalación eléctrica provisional:

Riesgos más frecuentes:

- Electrocuciones por contacto directo o indirecto.
- Cortes y heridas con objetos punzantes.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Incendios.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales).
- Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas.
- Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua.
- Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera.
- Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas.
- En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario.
- Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m.
- Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas.
- Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta.

Equipos de protección individual (EPI)

- Calzado aislante para electricistas.
- Guantes dieléctricos.
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Ropa de trabajo reflectante.

1.5.1.2.- Vallado de obra.

Riesgos más frecuentes

- Cortes y heridas con objetos punzantes.
- Proyección de fragmentos o de partículas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra.
- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado.
- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a la excavación.

Equipos de protección individual (EPI)

- Calzado con puntera reforzada.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo reflectante.

1.5.2.- Durante las fases de ejecución de la obra.

1.5.2.1.- Instalaciones en general.

Riesgos más frecuentes

- Electrocuciones por contacto directo o indirecto.
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas.
- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura.
- Incendios y explosiones.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones estará formado y adiestrado en el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específicas para cada labor.
- Se utilizarán solamente lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada, alimentadas a 24 voltios.
- Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento.

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes aislantes en pruebas de tensión.
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos.
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

1.5.3.- Durante la utilización de medios auxiliares.

La prevención de los riesgos derivados de la utilización de los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a las prescripciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y a la Ordenanza de Trabajo en la Construcción, Vidrio y Cerámica (Orden de 28 de agosto de 1970), prestando especial atención a la Sección 3ª "Seguridad en el trabajo en las industrias de la Construcción y Obras Públicas" Subsección 2ª "Andamios en general".
En ningún caso se admitirá la utilización de andamios o escaleras de mano que no estén normalizados y cumplan con la normativa vigente.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

En el caso de las plataformas de descarga de materiales, sólo se utilizarán modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para cinturón de seguridad, entre otros elementos.

Relación de medios auxiliares previstos en la obra con sus respectivas medidas preventivas y protecciones colectivas:

1.5.3.1.- Escalera de mano.

- Se revisará periódicamente el estado de conservación de las escaleras.
- Dispondrán de zapatas antideslizantes o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros.
- Se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otros objetos o a personas.
- Se apoyarán sobre superficies horizontales, con la planeidad adecuada para que sean estables e inmóviles, quedando prohibido el uso como cuña de cascotes, ladrillos, bovedillas o elementos similares.
- Los travesaños quedarán en posición horizontal y la inclinación de la escalera será inferior al 75% respecto al plano horizontal.
- El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1,0 m de la altura de desembarque, medido en la dirección vertical.
- El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en posición frontal (mirando los peldaños), sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños, no en los largueros.
- Se evitará el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas.
- Cuando se requiera trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, se utilizará siempre el cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

1.5.3.2.- Visera de protección.

- La visera sobre el acceso a obra se construirá por personal cualificado, con suficiente resistencia y estabilidad, para evitar los riesgos más frecuentes.
- Los soportes de la visera se apoyarán sobre durmientes perfectamente nivelados.
- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de forma inmediata para su reparación o sustitución.

1.5.3.3.- Andamio de borriquetas.

- Los andamios de borriquetas se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas.
- Se empleará un mínimo de dos borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido como apoyo el uso de bidones, ladrillos, bovedillas u otros objetos.
- Las plataformas de trabajo estarán perfectamente ancladas a las borriquetas.
- Queda totalmente prohibido instalar un andamio de borriquetas encima de otro.

1.5.4.- Durante la utilización de maquinaria y herramientas.

Las medidas preventivas a adoptar y las protecciones a emplear para el control y la reducción de riesgos debidos a la utilización de maquinaria y herramientas durante la ejecución de la obra se desarrollarán en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, conforme a los siguientes criterios:

a) Todas las máquinas y herramientas que se utilicen en la obra dispondrán de su

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

correspondiente manual de instrucciones, en el que estarán especificados claramente tanto los riesgos que entrañan para los trabajadores como los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.

b) La maquinaria cumplirá las prescripciones contenidas en el Reglamento de Seguridad en las Máquinas (Real Decreto 1495/86), las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) y las especificaciones de los fabricantes.

c) No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artificio mecánico sin reglamentación específica.

Relación de máquinas y herramientas que está previsto utilizar en la obra, con sus correspondientes medidas preventivas y protecciones colectivas.

1.5.4.1.- Equipo de soldadura.

- No habrá materiales inflamables ni explosivos a menos de 10 metros de la zona de trabajo de soldadura.
- Antes de soldar se eliminarán las pinturas y recubrimientos del soporte.
- Durante los trabajos de soldadura se dispondrá siempre de un extintor de polvo químico en perfecto estado y condiciones de uso, en un lugar próximo y accesible.
- En los locales cerrados en los que no se pueda garantizar una correcta renovación de aire se instalarán extractores, preferentemente sistemas de aspiración localizada.
- Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo.
- Tanto los soldadores como los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones dispondrán de protección visual adecuada, no permaneciendo en ningún caso con los ojos al descubierto.

1.5.4.2.- Herramientas manuales diversas.

- La alimentación de las herramientas se realizará a 24 V cuando se trabaje en ambientes húmedos o las herramientas no dispongan de doble aislamiento.
- El acceso a las herramientas y su uso estará permitido únicamente a las personas autorizadas.
- No se retirarán de las herramientas las protecciones diseñadas por el fabricante.
- Se prohibirá, durante el trabajo con herramientas, el uso de pulseras, relojes, cadenas y elementos similares.
- Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra.
- En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa antiproyección.
- Las conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasas anticontactos eléctricos.
- Las herramientas se mantendrán en perfecto estado de uso, con los mangos sin grietas y limpios de residuos, manteniendo su carácter aislante para los trabajos eléctricos.
- Las herramientas eléctricas estarán apagadas mientras no se estén utilizando y no se podrán usar con las manos o los pies mojados.
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido, indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos.

1.6.- Identificación de los riesgos laborales evitables.

En este apartado se reseña la relación de las medidas preventivas a adoptar para evitar o

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

reducir el efecto de los riesgos más frecuentes durante la ejecución de la obra.

1.6.1.- Caídas al mismo nivel.

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se habilitarán y balizarán las zonas de acopio de materiales.

1.6.2.- Caídas a distinto nivel.

- Se dispondrán escaleras de acceso para salvar los desniveles.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.
- Se mantendrán en buen estado las protecciones de los huecos y de los desniveles.
- Las escaleras de acceso quedarán firmemente sujetas y bien amarradas.

1.6.3.- Polvo y partículas.

- Se regará periódicamente la zona de trabajo para evitar el polvo.
- Se usarán gafas de protección y mascarillas antipolvo en aquellos trabajos en los que se genere polvo o partículas.

1.6.4.- Ruido.

- Se evaluarán los niveles de ruido en las zonas de trabajo.
- Las máquinas estarán provistas de aislamiento acústico.
- Se dispondrán los medios necesarios para eliminar o amortiguar los ruidos.

1.6.5.- Esfuerzos.

- Se evitará el desplazamiento manual de las cargas pesadas.
- Se limitará el peso de las cargas en caso de desplazamiento manual.
- Se evitarán los sobreesfuerzos o los esfuerzos repetitivos.
- Se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de cargas.

1.6.6.- Incendios.

- No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio

1.6.7.- Intoxicación por emanaciones.

- Los locales y las zonas de trabajo dispondrán de ventilación suficiente.
- Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados.

1.7.- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse.

Los riesgos que difícilmente pueden eliminarse son los que se producen por causas inesperadas (como caídas de objetos y desprendimientos, entre otras). No obstante, pueden reducirse con el adecuado uso de las protecciones individuales y colectivas, así como con el estricto cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y salud, y de las normas de la buena construcción.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

1.7.1.- Caída de objetos.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se montarán marquesinas en los accesos.
- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre los andamios.
- No se lanzarán cascotes ni restos de materiales desde los andamios.

Equipos de protección individual (EPI)

- Casco.
- Guantes y botas de seguridad.
- Uso de bolsa portaherramientas.

1.7.2.- Dermatosis.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se evitará la generación de polvo de cemento.

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes y ropa de trabajo adecuada.

1.7.3.- Electrocuciones.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se revisará periódicamente la instalación eléctrica.
- El tendido eléctrico quedará fijado a los paramentos verticales.
- Los alargadores portátiles tendrán mango aislante.
- La maquinaria portátil dispondrá de protección con doble aislamiento.
- Toda la maquinaria eléctrica estará provista de toma de tierra.

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes dieléctricos.
- Calzado aislante para electricistas.
- Banquetas aislantes de la electricidad.

1.7.4.- Quemaduras.

Medidas preventivas y protecciones colectivas.

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes, polainas y mandiles de cuero

1.7.5. Golpes y cortes en extremidades.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada

Equipos de protección individual (EPI)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

- Guantes y botas de seguridad

1.8.- Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento.

En este apartado se aporta la información útil para realizar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido que entrañan mayores riesgos.

1.8.1.- Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas.

Para los trabajos en cerramientos, aleros de cubierta, revestimientos de paramentos exteriores o cualquier otro que se efectúe con riesgo de caída en altura, deberán utilizarse andamios que cumplan las condiciones especificadas en el presente estudio básico de seguridad y salud.

Durante los trabajos que puedan afectar a la vía pública, se colocará una visera de protección a la altura de la primera planta, para proteger a los transeúntes y a los vehículos de las posibles caídas de objetos.

1.8.2.- Trabajos en instalaciones.

Los trabajos correspondientes a las instalaciones de fontanería, eléctrica y de gas, deberán realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente en cada materia.

Antes de la ejecución de cualquier trabajo de reparación o de mantenimiento de los ascensores y montacargas, deberá elaborarse un Plan de Seguridad suscrito por un técnico competente en la materia.

1.8.3.- Trabajos con pinturas y barnices.

Los trabajos con pinturas u otros materiales cuya inhalación pueda resultar tóxica deberán realizarse con ventilación suficiente, adoptando los elementos de protección adecuados.

1.9.- Trabajos que implican riesgos especiales.

En la obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud concurren los riesgos especiales referidos en los puntos 1, 2 y 10 incluidos en el Anexo II. "Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores" del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre.

Estos riesgos especiales suelen presentarse en la ejecución de la estructura, cerramientos y cubiertas y en el propio montaje de las medidas de seguridad y de protección. Cabe destacar:

- Montaje de forjado, especialmente en los bordes perimetrales.
- Ejecución de cerramientos exteriores.
- Formación de los antepechos de cubierta.
- Colocación de horcas y redes de protección.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas
- Disposición de plataformas voladas.
- Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

1.10.- Medidas en caso de emergencia.

El Contratista deberá reflejar en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

1.11.- Presencia de los recursos preventivos del contratista.

Dadas las características de la obra y los riesgos previstos en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la Ley 54/03, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de Prevención de Riesgos Laborales, a través de su artículo 4.3.

A tales estos efectos, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho Plan, así como la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

2.- NORMATIVA Y LEGISLACION APLICABLES.

2.1.- Seguridad y salud.

Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción
Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 25 de octubre de 1997

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto
Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción
Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

Desarrollo de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción
Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Disposición final tercera. Modificación de los artículos 13 y 18 del Real Decreto 1627/1997.
B.O.E.: 25 de agosto de 2007
Corrección de errores.
B.O.E.: 12 de septiembre de 2007

Ley de Prevención de Riesgos Laborales
Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado.
B.O.E.: 10 de noviembre de 1995
Completada por:
Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo
Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 24 de mayo de 1997
Modificada por:
Ley de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social
Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de la Jefatura del Estado.
Modificación de los artículos 45, 47, 48 y 49 de la Ley 31/1995.
B.O.E.: 31 de diciembre de 1998
Completada por:
Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo
Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 1 de mayo de 2001
Completada por:
Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 21 de junio de 2001
Completada por:
Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo
Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 18 de junio de 2003
Modificada por:
Ley de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales
Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de la Jefatura del Estado.
B.O.E.: 13 de diciembre de 2003
Desarrollada por:
Desarrollo del artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales
Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 31 de enero de 2004
Completada por:
Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas
Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 5 de noviembre de 2005
Completada por:
Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido
Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 11 de marzo de 2006
Completada por:
Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

de exposición al amianto
Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 11 de abril de 2006
Modificada por:
Modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio
Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de la Jefatura del Estado.
B.O.E.: 23 de diciembre de 2009

Reglamento de los Servicios de Prevención
Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 31 de enero de 1997
Completado por:
Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo
Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 24 de mayo de 1997
Modificado por:
Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención
Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 1 de mayo de 1998
Completado por:
Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo
Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 1 de mayo de 2001
Completado por:
Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 21 de junio de 2001
Completado por:
Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas
Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 5 de noviembre de 2005
Completado por:
Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido
Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 11 de marzo de 2006
Completado por:
Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto
Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 11 de abril de 2006
Modificado por:
Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción
Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 29 de mayo de 2006
Modificado por:
Modificación del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, del Ministerio de Trabajo e Inmigración.
B.O.E.: 23 de marzo de 2010

Seguridad y Salud en los lugares de trabajo
Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 23 de abril de 1997

Manipulación de cargas
Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 23 de abril de 1997

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 24 de mayo de 1997
Modificado por:
Modificación del Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y ampliación de su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos
Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 5 de abril de 2003
Completado por:
Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto
Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 11 de abril de 2006

Utilización de equipos de trabajo
Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 7 de agosto de 1997

Modificado por:
Modificación del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura
Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 13 de noviembre de 2004

2.1.1.- Sistemas de protección colectiva.

2.1.1.1.- Protección contra incendios.

Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión
Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria y Energía.
B.O.E.: 31 de mayo de 1999

Completado por:
Publicación de la relación de normas armonizadas en el ámbito del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos a presión
Resolución de 28 de octubre de 2002, de la Dirección General de Política Tecnológica del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
B.O.E.: 4 de diciembre de 2002

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias
Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
B.O.E.: 5 de febrero de 2009

Corrección de errores:

Corrección de errores del Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias
B.O.E.: 28 de octubre de 2009

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio
Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
B.O.E.: 22 de mayo de 2010

2.1.2. - Equipos de protección individual.

Utilización de equipos de protección individual
Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 12 de junio de 1997

Corrección de errores:

Corrección de erratas del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual
Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 18 de julio de 1997

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido
Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto
Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 11 de abril de 2006

2.1.3.- Instalaciones provisionales de higiene y bienestar.

DB HS Salubridad
Código Técnico de la Edificación (CTE). Parte II. Documento Básico HS.
Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda.
B.O.E.: 28 de marzo de 2006
Modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, del Ministerio de Vivienda.
B.O.E.: 23 de octubre de 2007
Corrección de errores.
B.O.E.: 25 de enero de 2008

Modificado por:

Modificación de determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre
Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, del Ministerio de Vivienda.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

B.O.E.: 23 de abril de 2009

Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano
Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 21 de febrero de 2003

Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis
Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo.
B.O.E.: 18 de julio de 2003

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51
Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002

Modificado por:
Anulado el inciso 4.2.C.2 de la ITC-BT-03
Sentencia de 17 de febrero de 2004 de la Sala Tercera del Tribunal Supremo.
B.O.E.: 5 de abril de 2004
Completado por:
Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico
Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial.
B.O.E.: 19 de febrero de 1988
Modificado por:
Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio
Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
B.O.E.: 22 de mayo de 2010

Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones
Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
B.O.E.: 14 de mayo de 2003

Derogado el capítulo III por:
Reglamento regulador de la actividad de instalación y mantenimiento de equipos y sistemas de telecomunicación
Real Decreto 244/2010, de 5 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
B.O.E.: 24 de marzo de 2010

2.1.4.- Señalizaciones y cerramientos del solar.

Señalización de seguridad y salud en el trabajo
Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:
Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo
Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.
Completado por:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido
B.O.E.: 1 de mayo de 2001
Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 11 de marzo de 2006

3.- PLIEGO.

3.1.-Pliego de cláusulas administrativas.

3.1.1.- Disposiciones generales.

3.1.1.1.- Objeto del Pliego de condiciones.

El presente Pliego de condiciones junto con las disposiciones contenidas en el correspondiente Pliego del Proyecto de ejecución, tienen por objeto definir las atribuciones y obligaciones de los agentes que intervienen en materia de Seguridad y Salud, así como las condiciones que deben cumplir las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas de la construcción de la instalación solar fotovoltaica en el frontón de Berrioplano/Berriobeiti. Todo ello con fin de evitar cualquier accidente o enfermedad profesional, que pueden ocasionarse durante el transcurso de la ejecución de la obra o en los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido.

3.1.2.- Disposiciones facultativas.

3.1.2.1.- Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación.

Las atribuciones y las obligaciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas en sus aspectos generales por la Ley 38/99, de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Las garantías y responsabilidades de los agentes y trabajadores de la obra frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo en materia de seguridad y salud, son las establecidas por la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto 1627/1997 "Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

3.1.2.2.- El Promotor.

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Tiene la responsabilidad de contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud - o Estudio Básico, en su caso - al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción, facilitando copias a las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos contratados directamente por el Promotor, exigiendo la presentación de cada Plan de Seguridad y Salud previamente al comienzo de las obras.

El Promotor tendrá la consideración de Contratista cuando realice la totalidad o determinadas partes de la obra con medios humanos y recursos propios, o en el caso de contratar directamente a trabajadores autónomos para su realización o para trabajos parciales de la misma, excepto en los casos estipulados en el Real Decreto 1627/1997.

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

3.1.2.3.- El Proyectista.

Es el agente que, por encargo del Promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Tomará en consideración en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto básico y de ejecución, los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y de salud, de acuerdo con la legislación vigente.

3.1.2.4.- El Contratista y Subcontratista.

Según define el artículo 2 del Real Decreto 1627/1997:
Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Promotor, con medios humanos y materiales propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras, con sujeción al proyecto y al contrato.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.
El Contratista comunicará a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del R.D.1627/1997, de 24 de octubre.

Adoptará todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio Básico de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, cumpliendo las órdenes efectuadas por el Coordinador de Seguridad y Salud en la fase de ejecución de la obra.

Supervisará de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Entregará la información suficiente al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra, donde se acredite la estructura organizativa de la empresa, sus responsabilidades, funciones, procesos, procedimientos y recursos materiales y humanos disponibles, con el fin de garantizar una adecuada acción preventiva de riesgos de la obra.

Entre las responsabilidades y obligaciones del contratista y de los subcontratistas en materia de seguridad y salud, cabe destacar las contenidas en el artículo 11 "Obligaciones de los contratistas y subcontratistas" del R.D. 1627/1997.

Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.

Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del R.D. 1627/1997, durante la ejecución de la obra.
Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas y precisas a los trabajadores autónomos

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo referente a su seguridad y salud en la obra.

Atender las indicaciones y consignas del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud, cumpliendo estrictamente sus instrucciones durante la ejecución de la obra.

Responderán de la correcta ejecución de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.
Responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección Facultativa y del Promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

3.1.2.5.- La Dirección Facultativa.

Según define el artículo 2 del Real Decreto 1627/1997, se entiende como Dirección Facultativa:
El técnico o los técnicos competentes designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.
Las responsabilidades de la Dirección Facultativa y del Promotor, no eximen en ningún caso de las atribuibles a los contratistas y a los subcontratistas.

3.1.2.6.- Coordinador de Seguridad y Salud en Proyecto.

Es el técnico competente designado por el Promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

3.1.2.7.- Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, es el técnico competente designado por el Promotor, que forma parte de la Dirección Facultativa.

Asumirá las tareas y responsabilidades contenidas en la Guía Técnica sobre el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, cuyas funciones consisten en:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar las distintas tareas o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, estimando la duración requerida para la ejecución de las mismas.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en la legislación vigente.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

necesaria la designación de un coordinador.

3.1.2.8.- Trabajadores Autónomos.

Son las personas físicas distintas del Contratista y Subcontratista, que realizan de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo y que asumen contractualmente ante el Promotor, el Contratista o el Subcontratista, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.
Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de Contratista o Subcontratista.

Los trabajadores autónomos cumplirán lo establecido en el plan de seguridad y salud.

3.1.2.9.- Trabajadores por cuenta ajena.

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La consulta y la participación de los trabajadores o de sus representantes, se realizarán de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El Contratista facilitará a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones.

3.1.2.10.- Fabricantes y suministradores de equipos de protección y materiales de construcción.

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal como su manipulación o empleo inadecuado.

3.1.2.11.- Recursos preventivos.

Con el fin de ejercer las labores de recurso preventivo, según lo establecido en la Ley 31/95, Ley 54/03 y Real Decreto 604/06, el empresario designará para la obra los recursos preventivos, que podrán ser:

a) Uno o varios trabajadores designados por la empresa.
b) Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
c) Uno o varios miembros del servicio o los servicios de prevención ajenos.

Las personas a las que se asigne esta vigilancia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas. En caso de observar un deficiente cumplimiento de las mismas o una ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las mismas, se informará al empresario para que éste adopte las medidas necesarias para su corrección, notificándose a su vez al Coordinador de Seguridad y Salud y al resto de la Dirección Facultativa.

En el Plan de Seguridad y Salud se especificarán los casos en que la presencia de los recursos preventivos es necesaria, especificándose expresamente el nombre de la persona o personas designadas para tal fin, concretando las tareas en las que inicialmente se prevé necesaria su presencia.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

3.1.3.- Formación en Seguridad.

Con el fin de que todo el personal que acceda a la obra disponga de la suficiente formación en las materias preventivas de seguridad y salud, la empresa se encargará de su formación para la adecuada prevención de riesgos y el correcto uso de las protecciones colectivas e individuales. Dicha formación alcanzará todos los niveles de la empresa, desde los directivos hasta los trabajadores no cualificados, incluyendo a los técnicos, encargados, especialistas y operadores de máquinas entre otros.

3.1.4.- Reconocimientos médicos.

La vigilancia del estado de salud de los trabajadores quedará garantizada por la empresa contratista, en función de los riesgos inherentes al trabajo asignado y en los casos establecidos por la legislación vigente.
Dicha vigilancia será voluntaria, excepto cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre su salud, o para verificar que su estado de salud no constituye un peligro para otras personas o para el mismo trabajador.

3.1.5.- Salud e higiene en el trabajo.

3.1.5.1.- Primeros auxilios.

El empresario designará al personal encargado de la adopción de las medidas necesarias en caso de accidente, con el fin de garantizar la prestación de los primeros auxilios y la evacuación del accidentado.

Se dispondrá, en un lugar visible de la obra y accesible a los operarios, un botiquín perfectamente equipado con material sanitario destinado a primeros auxilios.
El Contratista instalará rótulos con caracteres legibles hasta una distancia de 2 m, en el que se suministre a los trabajadores y participantes en la obra la información suficiente para establecer rápido contacto con el centro asistencial más próximo.

3.1.5.2.- Actuación en caso de accidente.

En caso de accidente se tomarán solamente las medidas indispensables hasta que llegue la asistencia médica, para que el accidentado pueda ser trasladado con rapidez y sin riesgo. En ningún caso se le moverá, excepto cuando sea imprescindible para su integridad.

Se comprobarán sus signos vitales (consciencia, respiración, pulso y presión sanguínea), se le intentará tranquilizar, y se le cubrirá con una manta para mantener su temperatura corporal.

No se le suministrará agua, bebidas o medicamento alguno y, en caso de hemorragia, se presionarán las heridas con gasas limpias.

El empresario notificará el accidente por escrito a la autoridad laboral, conforme al procedimiento reglamentario.

3.1.6.- Documentación de obra.

3.1.6.1.- Estudio básico de seguridad y Salud.

Es el documento elaborado por el técnico competente designado por el Promotor, donde se precisan las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

para ello.

Incluye también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

3.1.6.2.- Plan de seguridad y salud.

En aplicación del presente estudio básico de seguridad y salud, cada Contratista elaborará el correspondiente plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el Contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio básico.
El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra aprobará el plan de seguridad y salud antes del inicio de la misma.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir durante el desarrollo de la misma, siempre con la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y Salud y la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos y de la Dirección Facultativa.

3.1.6.3.- Acta de aprobación del plan.

El plan de seguridad y salud elaborado por el Contratista será aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la Dirección Facultativa o por la Administración en el caso de obras públicas, quien deberá emitir un acta de aprobación como documento acreditativo de dicha operación, visado por el Colegio Profesional correspondiente.

3.1.6.4.- Aviso previo.

El Promotor efectuará un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de los trabajos.

El aviso contendrá la fecha, dirección de la obra, Promotor, Proyectista, tipo de obra, Coordinador de Seguridad y Salud, fecha de inicio, duración prevista, número máximo de trabajadores en obra, número previsto y datos de identificación de los contratistas, subcontratistas y autónomos. El aviso deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándose en el caso de que se incorporen a la obra un Coordinador de Seguridad y Salud o contratistas no identificados, en el aviso inicialmente remitido a la autoridad laboral.

3.1.6.5.- Comunicación de apertura de centro de trabajo.

Al inicio de la obra, el Contratista presentará la comunicación de apertura a la autoridad laboral, en un plazo máximo de 30 días.

La comunicación contendrá los datos de la empresa, del centro de trabajo y de producción y/o almacenamiento del centro de trabajo. Deberá incluir, además, el plan de seguridad y salud.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

3.1.6.6.- Libro de incidencias.

Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, en cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado a tal efecto. Será facilitado por el colegio profesional que vise el acta de aprobación del plan o la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las administraciones públicas.

El libro de incidencias deberá mantenerse siempre en la obra, en poder del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, teniendo acceso la Dirección Facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, deberá notificar al Contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste, sobre las anotaciones efectuadas en el libro de incidencias.
Cuando las anotaciones se refieran a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones anteriores, se remitirá una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación se trata de una nueva observación o supone una reiteración de una advertencia u observación anterior.

3.1.6.7.- Libro de órdenes.

En la obra existirá un libro de órdenes y asistencias, en el que la Dirección Facultativa reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Las anotaciones así expuestas tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y, en consecuencia, serán respetadas por el Contratista de la obra.

3.1.6.8.- Libro de visitas.

El libro de visitas deberá estar en obra, a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

El primer libro lo habilitará el Jefe de la Inspección de la provincia en que se encuentre la obra. Para habilitar el segundo o los siguientes, será necesario presentar el anterior. En caso de pérdida o destrucción, el representante legal de la empresa deberá justificar por escrito los motivos y las pruebas. Una vez agotado un libro, se conservará durante 5 años, contados desde la última diligencia.

3.1.6.9.- Libro de subcontratación.

El Contratista deberá disponer de un libro de subcontratación, que permanecerá en todo momento en la obra, reflejando por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos.

El libro de subcontratación cumplirá las prescripciones contenidas en el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006 de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, en particular el artículo 15 "Contenido del Libro de Subcontratación" y el artículo 16 "Obligaciones y derechos relativos al Libro de Subcontratación".

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Al libro de subcontratación tendrán acceso el Promotor, la Dirección Facultativa, el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

3.1.7.- Disposiciones económicas.

El marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra, se fija en el pliego de condiciones del proyecto o en el correspondiente contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, debiendo contener al menos los puntos siguientes:

- Fianzas
- De los precios
- Precio básico
  - Precio unitario
  - Presupuesto de Ejecución Material (PEM)
  - Precios contradictorios
  - Reclamación de aumento de precios
  - Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios
  - De la revisión de los precios contratados
  - Acopio de materiales
  - Obras por administración
- Valoración y abono de los trabajos
- Indemnizaciones mutuas
- Retenciones en concepto de garantía
- Plazos de ejecución y plan de obra
- Liquidación económica de las obras
- Liquidación final de la obra

3.2.- Pliego de condiciones técnicas particulares.

3.2.1.- Medios de protección colectiva.

Los medios de protección colectiva se colocarán según las especificaciones del Plan de Seguridad y Salud antes de iniciar el trabajo en el que se requieran, no suponiendo un riesgo en sí mismos.

Se repondrán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil, después de estar sometidos a solicitaciones límite, o cuando sus tolerancias sean superiores a las admitidas o aconsejadas por el fabricante.

El mantenimiento será vigilado de forma periódica (cada semana) por el Delegado de Prevención.

3.2.2.- Medios de protección individual.

Todos los equipos de protección individual (EPI) empleados en la obra dispondrán de marcado CE, que llevarán inscrito en el propio equipo, en el embalaje y en el folleto informativo.

Serán ergonómicos y no causarán molestias innecesarias. Nunca supondrán un riesgo en sí mismos, ni perderán su seguridad de forma involuntaria.

El fabricante los suministrará junto con un folleto informativo en el que aparecerán las

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de uso, plazo de vida útil y controles a los que se ha sometido. Estará redactado de forma comprensible y, en el caso de equipos de importación, traducidos a la lengua oficial.

Serán suministrados gratuitamente por el empresario y se reemplazarán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil o después de estar sometidos a solicitaciones límite.

Se utilizarán de forma personal y para los usos previstos por el fabricante, supervisando el mantenimiento el Delegado de Prevención.

3.2.3.- Instalaciones provisionales de salud y confort.

Los locales destinados a instalaciones provisionales de salud y confort tendrán una temperatura, iluminación, ventilación y condiciones de humedad adecuadas para su uso. Los revestimientos de los suelos, paredes y techos serán continuos, lisos e impermeables, acabados preferentemente con colores claros y con material que permita la limpieza con desinfectantes o antisépticos.

El Contratista mantendrá las instalaciones en perfectas condiciones sanitarias (limpieza diaria), estarán provistas de agua corriente fría y caliente y dotada de los complementos necesarios para higiene personal, tales como jabón, toallas y recipientes de desechos.

3.2.3.1.- Vestuarios.

Serán de fácil acceso, estarán próximos al área de trabajo y tendrán asientos y taquillas independientes bajo llave, con espacio suficiente para guardar la ropa y el calzado.

Se dispondrá una superficie mínima de 2 m² por cada trabajador destinada a vestuario, con una altura mínima de 2,30 m.

Cuando no se disponga de vestuarios, se habilitará una zona para dejar la ropa y los objetos personales bajo llave.

3.2.3.2.- Aseos y duchas.

Estarán junto a los vestuarios y dispondrán de instalación de agua fría y caliente, ubicando al menos una cuarta parte de los grifos en cabinas individuales con puerta con cierre interior.

Las cabinas tendrán una superficie mínima de 2 m² y una altura mínima de 2,30 m.

La dotación mínima prevista para los aseos será de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen en la misma jornada
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción
- 1 lavabo por cada retrete
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

3.2.3.3.- Retretes.

Serán de fácil acceso y estarán próximos al área de trabajo. Se ubicarán preferentemente en cabinas de dimensiones mínimas 1,2x1,0 m con altura de 2,30 m, sin visibilidad desde el exterior y provistas de percha y puerta con cierre interior.

Dispondrán de ventilación al exterior, pudiendo no tener techo siempre que comuniquen con aseos o pasillos con ventilación exterior, evitando cualquier comunicación con comedores, cocinas, dormitorios o vestuarios.
Tendrán descarga automática de agua corriente y en el caso de que no puedan conectarse a la red de alcantarillado se dispondrá de letrinas sanitarias o fosas sépticas.

3.2.3.4.- Comedor y cocina.

Los locales destinados a comedor y cocina estarán equipados con mesas, sillas de material lavable y vajilla, y dispondrán de calefacción en invierno. Quedarán separados de las áreas de trabajo y de cualquier fuente de contaminación ambiental.

En el caso de que los trabajadores lleven su propia comida, dispondrán de calientaplatos, prohibiéndose fuera de los lugares previstos la preparación de la comida mediante fuego, brasas o barbacoas.

La superficie destinada a la zona de comedor y cocina será como mínimo de 2 m² por cada operario que utilice dicha instalación.

Pamplona, abril de 2021

El Ingeniero Industrial
Colg. 555

Fdo.: David Gordejuela Gutiérrez

El Ingeniero Industrial
Colg. 1020

Fdo. Javier Gordejuela Gutiérrez

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

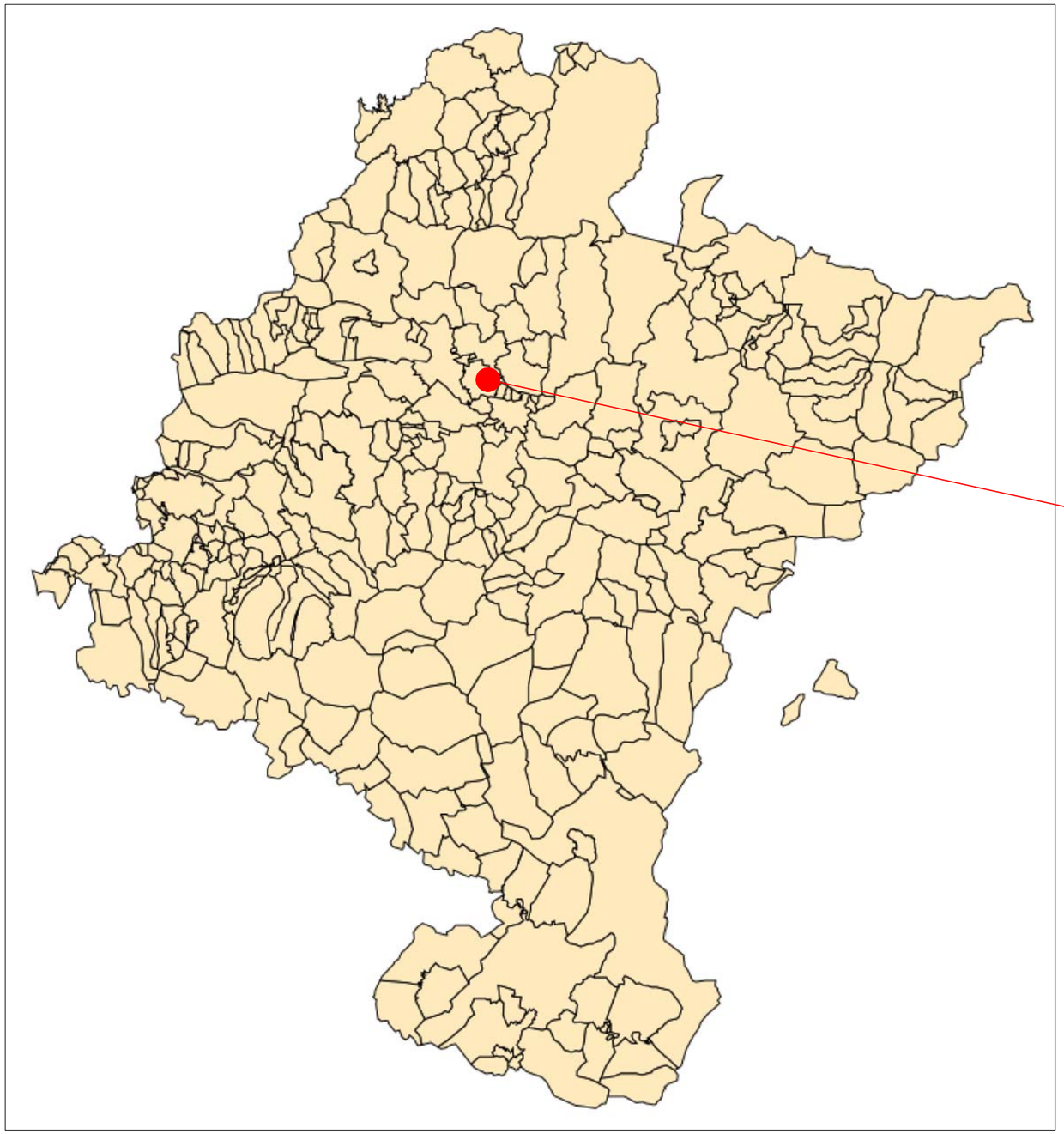
6.- PLANOS

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ

26/05 2021

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutierrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ

26/05 2021

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

NASEI INGENIERIA S.L.
AV. DE EULZA, 21-23 BAJO 31010 BARAÑAIN-PAMPLONA
Telf.:948/184458 Fax.:948/287506 E-mail: nasei@nasei.es

PROPIEDAD
AYUNTAMIENTO DE BERRIOPLANO
BERRIOBEITIKO UDALA

SITUACIÓN
PLAZA DEL AYUNTAMIENTO 1, 31195
BERRIOPLANO-BERRIOBEITI (NAVARRA/NAFARROA)

PLANO DE SITUACIÓN

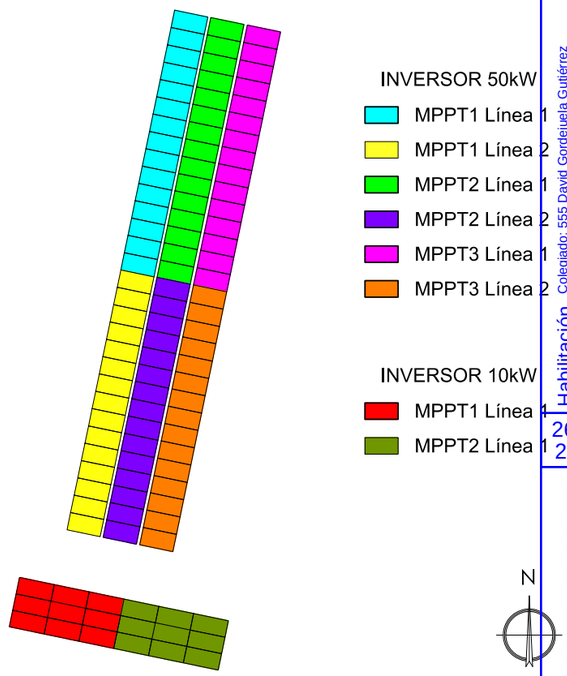
PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL FRONTÓN DE BERRIOPLANO/BERRIOBEITI

EXPEDIENTE	FECHA	ESCALA	PLANO
073_2020	ABRIL 2021		P1

EL INGENIERO INDUSTRIAL
COLG. 1020
FDO.: JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ

EL INGENIERO INDUSTRIAL
COLG. 555
FDO.: DAVID GORDEJUELA GUTIERREZ

Pé



LEYENDA SÍMBOLOS

MÓDULO FOTOVOLTAICO REC ALPHA 72 SERIES
REC440AA 72 440W

CABLE SOLAR RZ1-K (AS) 0,6/1kV
NEGRO 1x6mm²

CABLE SOLAR RZ1-K (AS) 0.6/1kV
ROJO 1x6mm²

BANDEJA DE HILO

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021

NASEI INGENIERIA S.L.
AV. DE EULZA, 21-23 BAJO 31010 BARAÑAIN-PAMPLONA
Telf.:948/184458 Fax.:948/287506 E-mail: nasei@nasei.es

PROPIEDAD
AYUNTAMIENTO DE BERRIOPLANO
BERRIOBEITIKO UDALA

SITUACIÓN
PLAZA DEL AYUNTAMIENTO 1, 31195
BERRIOPLANO-BERRIOBEITI (NAVARRA/NAFARROA)

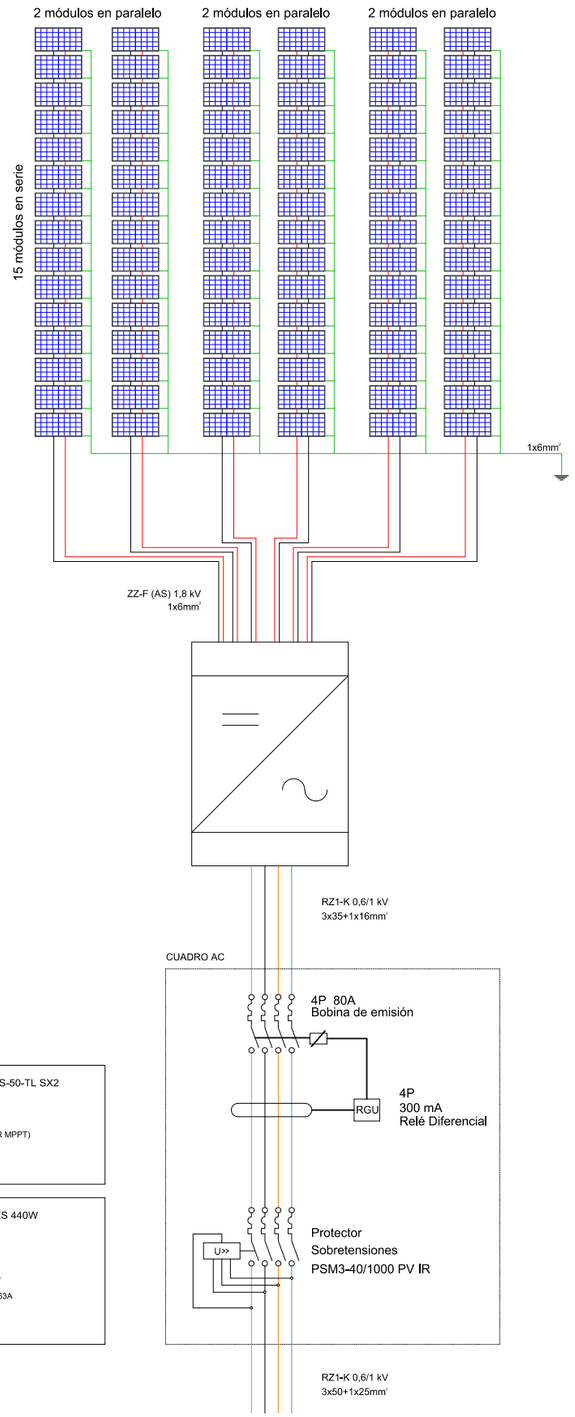
PLANO DE PLANTA Y DISPOSICIÓN DE STRINGS

PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL EDIFICIO MULTIUSOS DE BERRIOPLANO/BERRIOBEITI

EXPEDIENTE	FECHA	ESCALA	PLANO
073_2020	ABRIL 2021	1:200	P2

EL INGENIERO INDUSTRIAL
COLG. 1020
FDO.: JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ

EL INGENIERO INDUSTRIAL
COLG. 555
FDO.: DAVID GORDEJUELA GUTIERREZ

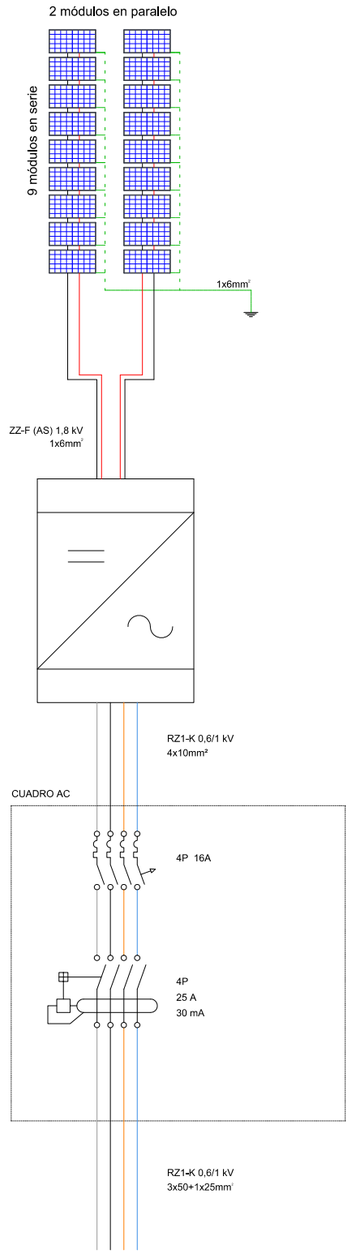


INVERSOR TRIFÁSICO CONECTADO A RED ABB PVS-50-TL SX2

- RANGO DE TENSIÓN DE ENTRADA: 420-700V
- MÁXIMA TENSIÓN DE ENTRADA: 1.000V
- MÁXIMA CORRIENTE DE ENTRADA: 36A (POR MPPT)
- POTENCIA NOMINAL DE SALIDA: 50kW
- CORRIENTE NOMINAL DE SALIDA: 80A

MÓDULO FOTOVOLTAICO REC ALPHA 72 SERIES 440W

- CELDAS TIPO-N MONO CORTADAS
- DIMENSIONES PANEL: 2063 x 1026 x 30 mm.
- POTENCIA MÁXIMA 440Wp
- TENSIÓN PARA LA MÁXIMA POTENCIA: 45,7V
- CORRIENTE PARA LA MÁXIMA POTENCIA: 9,63A
- TENSIÓN EN CIRCUITO ABIERTO: 53,0V
- CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO: 10,31A



INVERSOR TRIFÁSICO CONECTADO A RED SMA SUNNY TRIPOWER 10

- RANGO DE TENSIÓN DE ENTRADA: 320-800V
- MÁXIMA TENSIÓN DE ENTRADA: 1.000V
- MÁXIMA CORRIENTE DE ENTRADA: 12A (POR MPPT)
- POTENCIA NOMINAL DE SALIDA: 10kW
- CORRIENTE NOMINAL DE SALIDA: 14,5A

MÓDULO FOTOVOLTAICO REC ALPHA 72 SERIES 440W

- CELDAS TIPO-N MONO CORTADAS
- DIMENSIONES PANEL: 2063 x 1026 x 30 mm.
- POTENCIA MÁXIMA 440Wp
- TENSIÓN PARA LA MÁXIMA POTENCIA: 45,7V
- CORRIENTE PARA LA MÁXIMA POTENCIA: 9,63A
- TENSIÓN EN CIRCUITO ABIERTO: 53,0V
- CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO: 10,31A

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

NASEI INGENIERIA S.L.
AV. DE EULZA, 21-23 BAJO 31010 BARAÑAIN-PAMPLONA
Telf.:948/184458 Fax.:948/287506 E-mail: nasei@nasei.es

PROPIEDAD
AYUNTAMIENTO DE BERRIOPLANO
BERRIOBEITIKO UDALA

SITUACIÓN
PLAZA DEL AYUNTAMIENTO 1, 31195
BERRIOPLANO-BERRIOBEITI (NAVARRA/NAFARROA)

ESQUEMA ELÉCTRICO 1

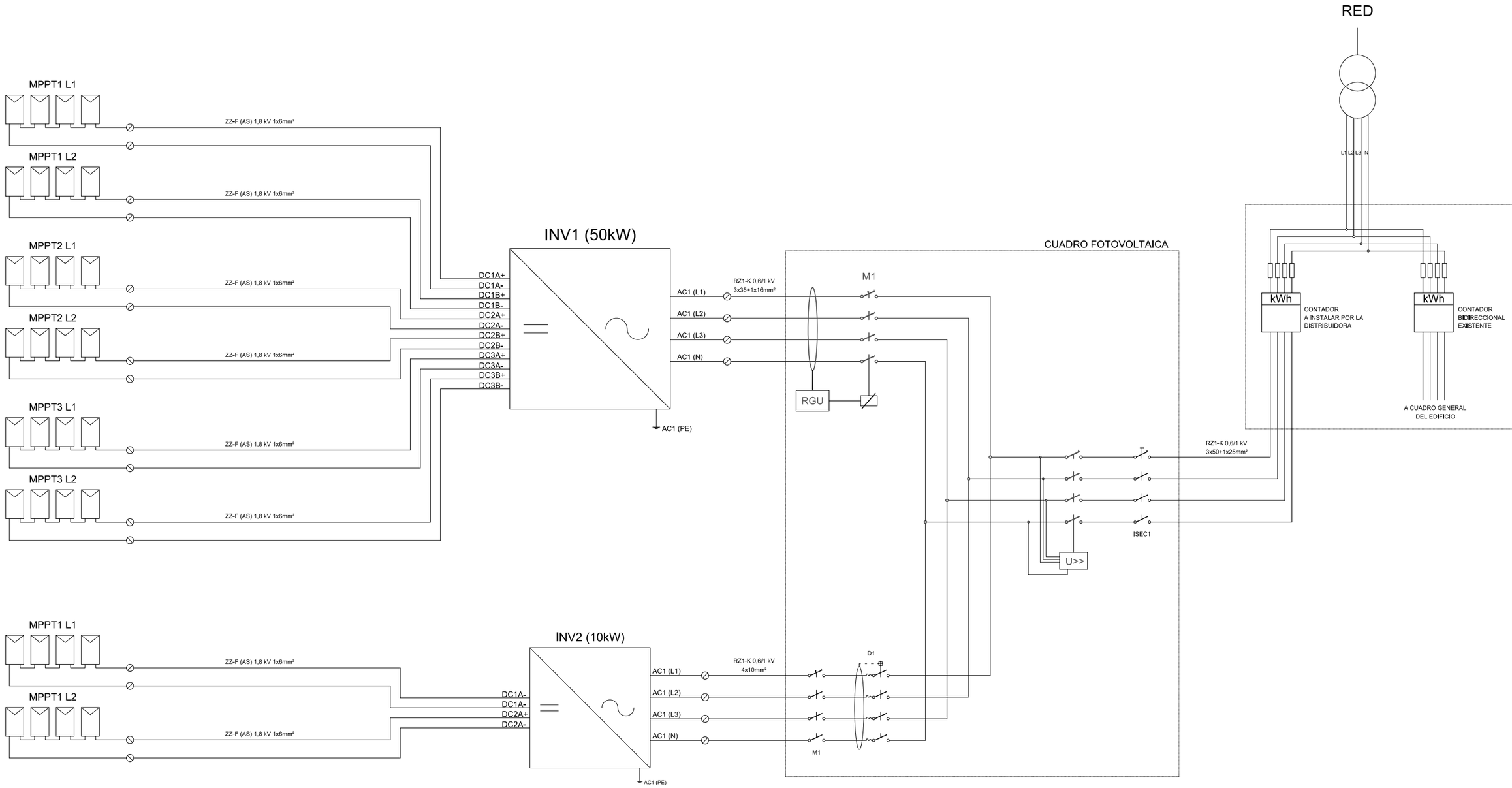
PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL FRONTÓN DE BERRIOPLANO/BERRIOBEITI

EXPEDIENTE	FECHA	ESCALA	PLANO
073_2020	ABRIL 2021		P3

EL INGENIERO INDUSTRIAL
COLG. 1020
FDO.: JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ

EL INGENIERO INDUSTRIAL
COLG. 555
FDO.: DAVID GORDEJUELA GUTIERREZ

Pé



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ

26/05
2021

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

NASEI INGENIERIA S.L. AV. DE EULZA, 21-23 BAJO 31010 BARAÑAIN-PAMPLONA Telf.:948/184458 Fax.:948/287506 E-mail: nasei@nasei.es	PROPIEDAD AYUNTAMIENTO DE BERRIOPLANO BERRIOBEITIKO UDALA SITUACIÓN PLAZA DEL AYUNTAMIENTO 1, 31195 BERRIOPLANO-BERRIOBEITI (NAVARRA/NAFARROA)	ESQUEMA ELÉCTRICO 2	PROYECTO INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL FRONTÓN DE BERRIOPLANO/BERRIOBEITI				EL INGENIERO INDUSTRIAL COLG. 1020 FDO.: JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ	EL INGENIERO INDUSTRIAL COLG. 555 FDO.: DAVID GORDEJUELA GUTIERREZ
			EXPEDIENTE 073_2020	FECHA ABRIL 2021	ESCALA	PLANO P4		

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

ANEXO 1 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

Versión 7.2.0

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: Instalación Fotovoltaica Frontón de Berrioplano / Berriobeiti

Variante: Simulación de la instalación FV del frontón de Berrioplano / Berriobeiti
Instalación Fotovoltaica para Autoconsumo Colectivo
Potencia del sistema: 47.5 kWp
Berriobeiti/Berrioplano - España

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ

26/05 2021

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Autor(a)
Nasei Ingeniería S.L. (Spain)

NASEI INGENIERIA, S.L.

Resumen del proyecto

Sitio geográfico
Berriobeiti/Berrioplano
España

Situación

Latitud	42.85 °N
Longitud	-1.69 °W
Altitud	451 m
Zona horaria	UTC+1

Configuración del proyecto

Albedo	0.20

Datos meteo
Berrioplano
PVGIS api TMY

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red

Instalación Fotovoltaica para Autoconsumo Colectivo

Orientación campo FV

Planos fijos	3 orientaciones
Inclin./azimuts	7 / -80 °
	18 / 100 °
	18 / 10 °

Sombreados cercanos
Cálculo eléctrico detallado
según el diseño de módulo

Necesidades del usuario
Perfil diario
Constante durante el año

Promedio	1435 kWh/Día

Información del sistema

Conjunto FV

Núm. de módulos	108 unidades
Pnom total	47.5 kWp

Inversores

Núm. de unidades	2 unidades
Pnom total	60.0 kWca
Proporción Pnom	0.792

Resumen de resultados

Energía producida	60.07 MWh/año	Producción específica	1264 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	83.69 %
				Fracción solar (SF)	11.47 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados 2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema. 3
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados 6
Necesidades detalladas del usuario 7
Resultados principales 8
Diagrama de pérdida 9
Gráficos especiales 10

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Parámetros generales

Sistema conectado a la red — **Instalación Fotovoltaica para Autoconsumo Colectivo**

Orientación campo FV

Orientación

Planos fijos	3 orientaciones
Inclin./azimuts	7 / -80 °
	18 / 100 °
	18 / 10 °

Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos	3 unidades

Tamaños

Espaciamiento cobertizos	0.00 m
Ancho de colector	3.40 m

Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil	173.0 °

Modelos usados

Transposición	Perez
Difuso	Importado
Circunsolar	separado

Horizonte
Horizonte libre

Sombreados cercanos
Cálculo eléctrico detallado
según el diseño de módulo

Necesidades del usuario
Perfil diario
Constante durante el año
Promedio 1435 kWh/Día

Carga por hora	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	34.2	34.3	33.9	36.4	38.7	46.5	51.2	58.7	69.0	77.5	82.3	84.5	kW
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
	84.2	77.0	72.4	73.6	73.0	76.1	79.6	74.8	62.5	44.0	35.7	34.6	kW

Características del conjunto FV

Módulo FV

Fabricante	REC
Modelo	REC440AA 72
(Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia	440 Wp
Número de módulos FV	90 unidades
Nominal (STC)	39.6 kWp

Inversor

Fabricante	ABB
Modelo	ABB PVS-50-TL SX2
(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	50.0 kWca
Número de inversores	1 Unidad
Potencia total	50.0 kWca

Conjunto #1 - Paneles Este

Orientación	#1		
Inclinación/Azimut	7/-80 °		
Número de módulos FV	60 unidades	Número de inversores	2 * MPPT 33% 0.7 units
Nominal (STC)	26.40 kWp	Potencia total	33.3 kWca
Módulos	4 Cadenas x 15 En series		
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje de funcionamiento	480-800 V
Pmpp	24.78 kWp	Proporción Pnom (CC:CA)	0.79
U mpp	617 V		
I mpp	40 A		

Conjunto #2 - Paneles Oeste

Orientación	#2		
Inclinación/Azimut	18/100 °		
Número de módulos FV	30 unidades	Número de inversores	1 * MPPT 33% 0.3 units
Nominal (STC)	13.20 kWp	Potencia total	16.7 kWca
Módulos	2 Cadenas x 15 En series		
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje de funcionamiento	480-800 V
Pmpp	12.39 kWp	Proporción Pnom (CC:CA)	0.79
U mpp	617 V		
I mpp	20 A		

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Características del conjunto FV

Conjunto #3 - Paneles Sur

Orientación	#3
Inclinación/Azimut	18/10 °

Módulo FV

Fabricante	REC
Modelo	REC440AA 72
(Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia	440 Wp
Número de módulos FV	18 unidades
Nominal (STC)	7.92 kWp
Módulos	2 Cadenas x 9 En series
En cond. de funcionam. (50°C)	
Pmpp	7.44 kWp
U mpp	370 V
I mpp	20 A

Inversor

Fabricante	SMA
Modelo	SMA Sunny Tripower 10.0
(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	10.00 kWca
Número de inversores	1 Unidad
Potencia total	10.0 kWca
Voltaje de funcionamiento	320-800 V
Proporción Pnom (CC:CA)	0.79

Potencia FV total

Nominal (STC)	48 kWp
Total	108 módulos
Área del módulo	229 m²
Área celular	204 m²

Potencia total del inversor

Potencia total	60 kWca
Núm. de inversores	2 unidades
Proporción Pnom	0.79

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica
Temperatura módulo según irradiancia
Uc (const) 20.0 W/m²K
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

Pérdida de calidad módulo
Fracción de pérdida -0.3 %

Pérdidas de desajuste de módulo
Fracción de pérdida 1.0 % en MPP

Pérdidas de desajuste de cadenas
Fracción de pérdida 0.1 %

Factor de pérdida IAM
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario

0°	30°	45°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.974	0.907	0.832	0.688	0.445	0.000

Pérdidas de cableado CC

Res. de cableado global 10 mΩ
Fracción de pérdida 1.5 % en STC

Conjunto #1 - Paneles Este
Res. conjunto global 248 mΩ
Fracción de pérdida 1.5 % en STC

Conjunto #2 - Paneles Oeste
Res. conjunto global 495 mΩ
Fracción de pérdida 1.5 % en STC

Conjunto #3 - Paneles Sur
Res. conjunto global 297 mΩ
Fracción de pérdida 1.5 % en STC

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante

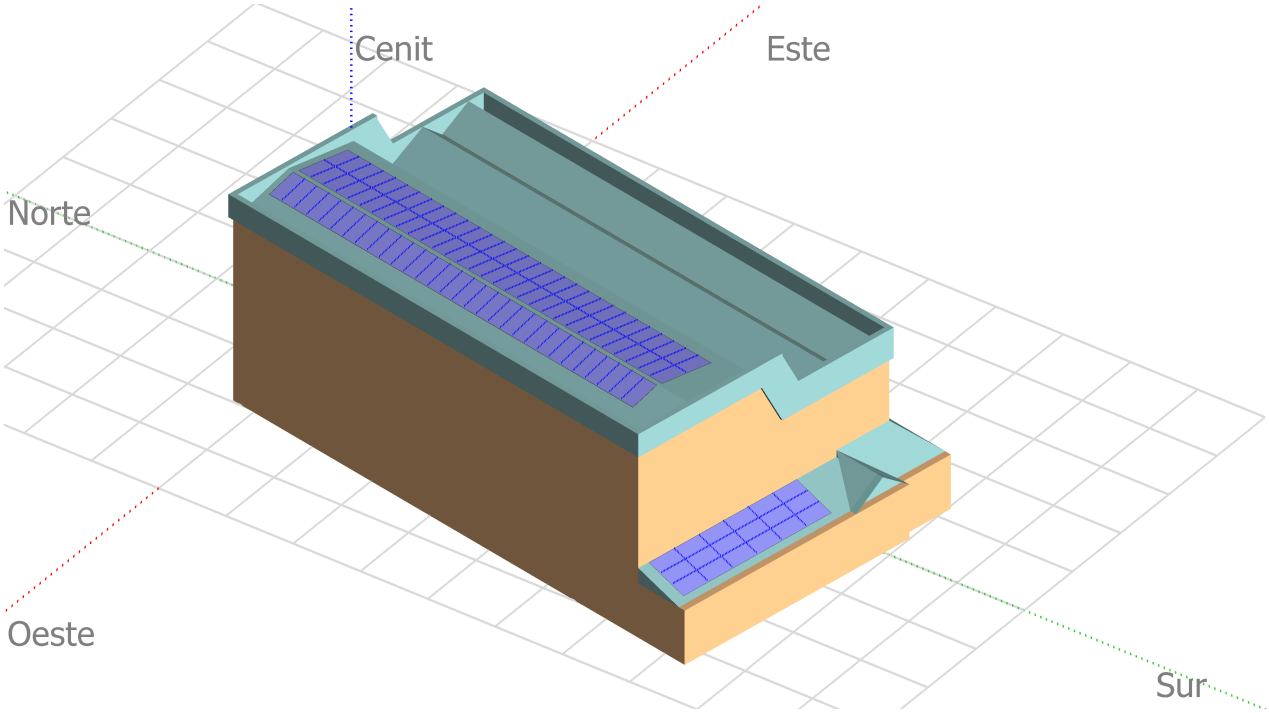
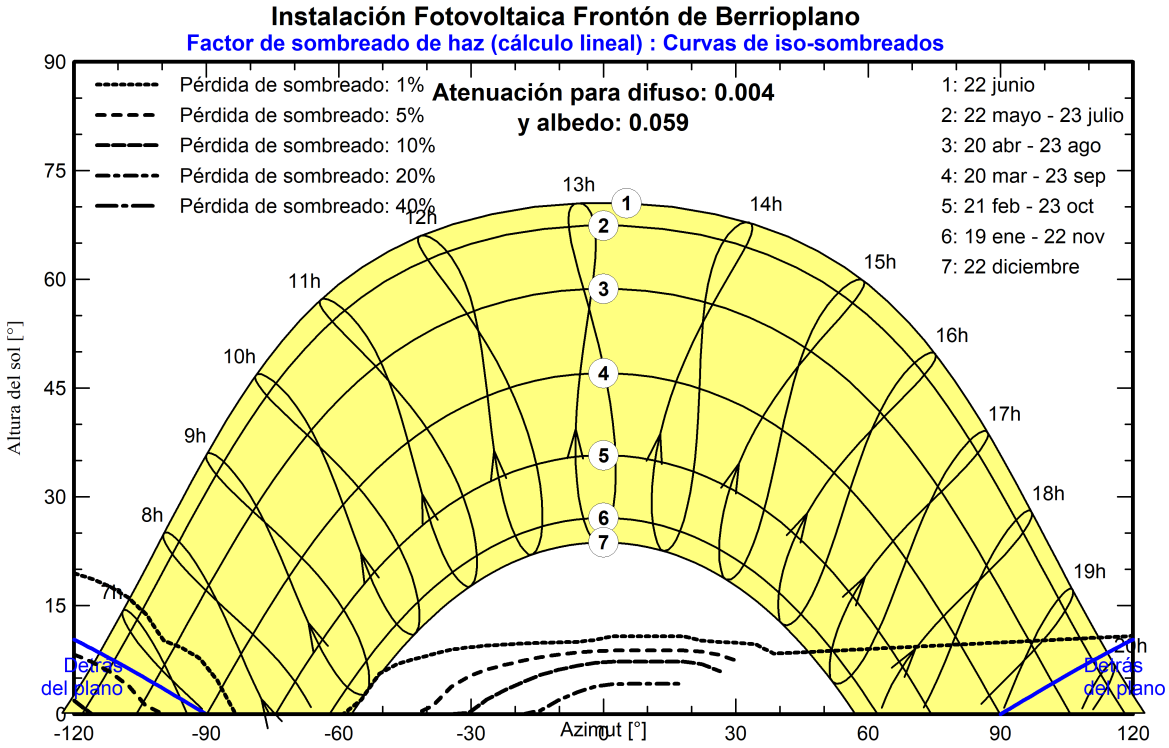


Diagrama de iso-sombreados



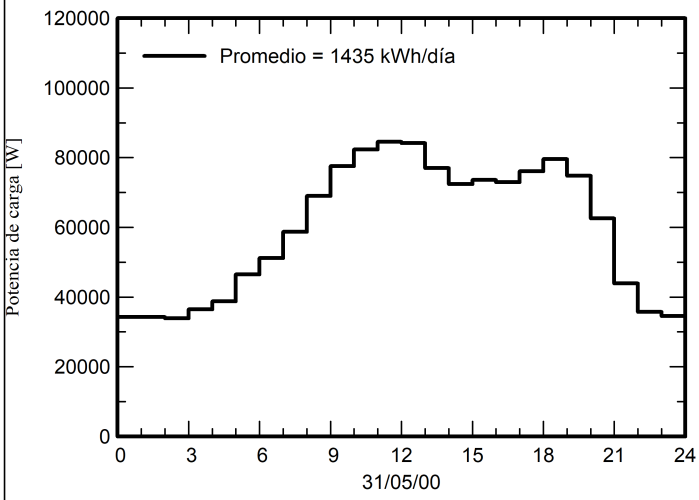
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Necesidades detalladas del usuario

Perfil diario, Constante durante el año, promedio = 1435 kWh/día

Carga por hora	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	34.2	34.3	33.9	36.4	38.7	46.5	51.2	58.7	69.0	77.5	82.3	84.5	kW
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
	84.2	77.0	72.4	73.6	73.0	76.1	79.6	74.8	62.5	44.0	35.7	34.6	kW

Perfil diario



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

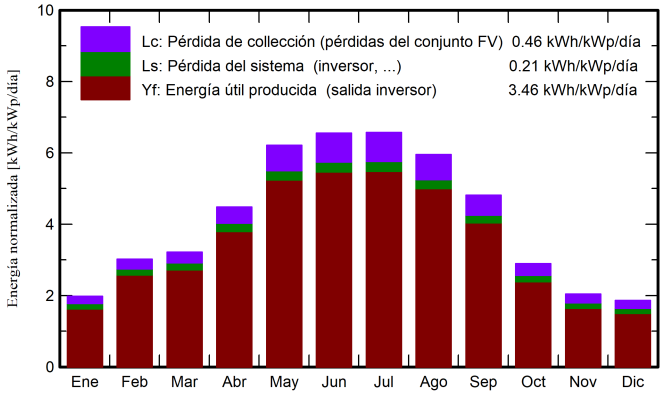
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Resultados principales

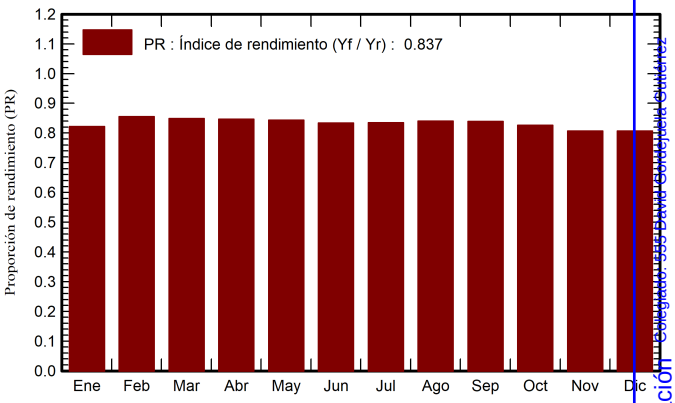
Producción del sistema

Energía producida	60.07 MWh/año	Producción específica	1264 kWh/kWp/año
		Proporción de rendimiento (PR)	83.69 %
		Fracción solar (SF)	11.47 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

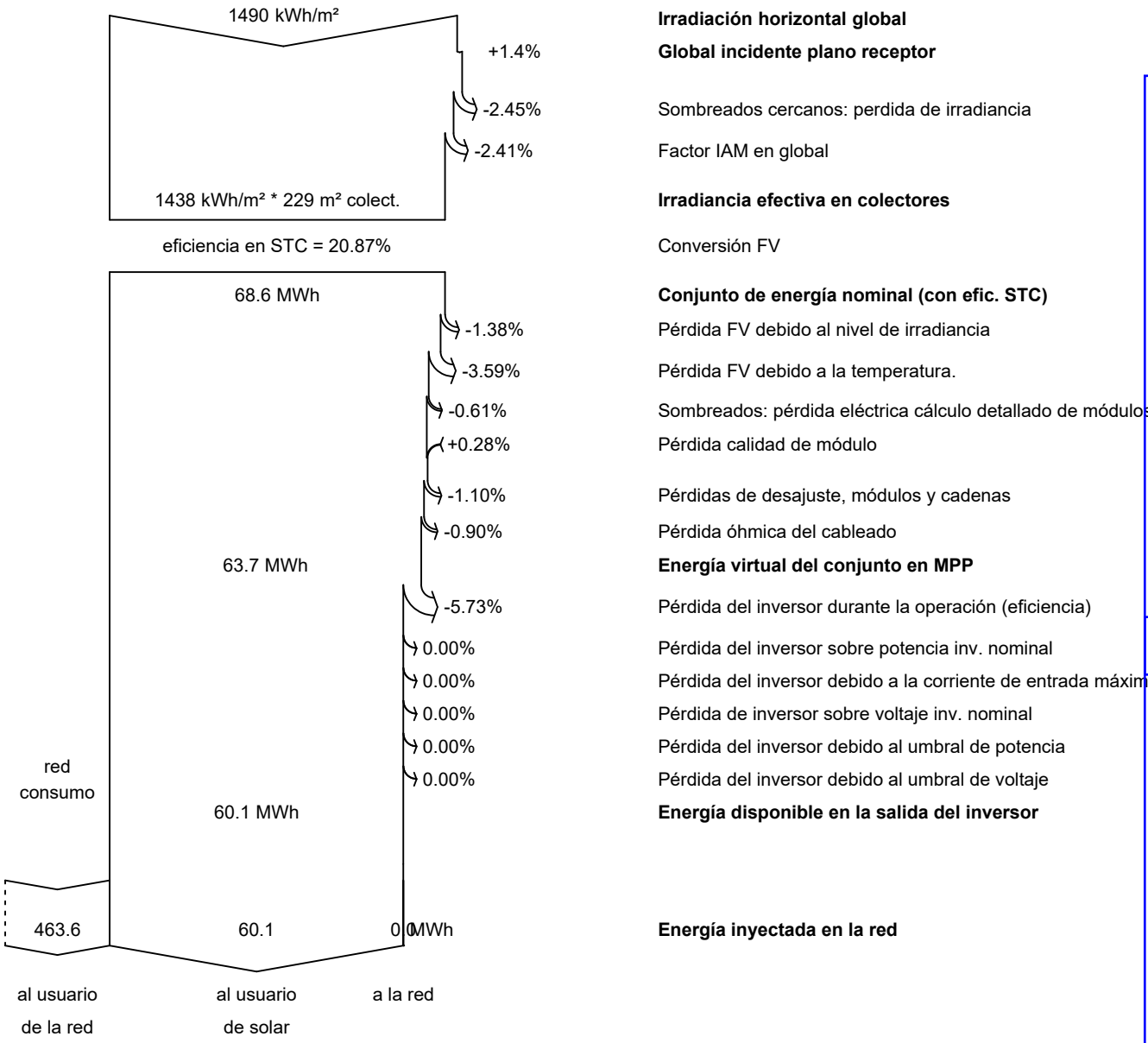
	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_User MWh	E_Solar MWh	E_Grid MWh	EFrGrid MWh
Enero	57.5	26.81	4.92	61.4	56.5	2.626	44.47	2.399	0.000	42.08
Febrero	80.8	30.71	5.15	84.5	79.8	3.659	40.17	3.435	0.000	36.74
Marzo	97.8	51.71	8.13	99.6	94.3	4.305	44.47	4.015	0.000	40.46
Abril	134.0	62.63	10.13	134.5	128.5	5.749	43.04	5.415	0.000	37.62
Mayo	193.5	73.76	15.21	192.7	184.9	8.113	44.47	7.722	0.000	36.75
Junio	198.3	80.15	17.33	196.7	188.1	8.194	43.04	7.794	0.000	35.25
Julio	204.5	73.58	18.26	203.6	195.6	8.491	44.47	8.082	0.000	36.39
Agosto	183.7	67.37	19.09	184.5	177.6	7.732	44.47	7.366	0.000	37.11
Septiembre	141.7	51.17	19.18	144.4	138.7	6.070	43.04	5.761	0.000	37.28
Octubre	86.9	41.52	15.15	89.7	84.5	3.788	44.47	3.519	0.000	40.95
Noviembre	57.9	27.96	10.23	61.2	56.7	2.569	43.04	2.349	0.000	40.69
Diciembre	53.2	21.93	4.87	57.7	52.7	2.422	44.47	2.210	0.000	42.26
Año	1489.9	609.31	12.34	1510.5	1437.9	63.719	523.65	60.067	0.000	463.58

Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_User	Energía suministrada al usuario
T_Amb	Temperatura ambiente	E_Solar	Energía del sol
GlobInc	Global incidente plano receptor	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	EFrGrid	Energía de la red

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Diagrama de pérdida

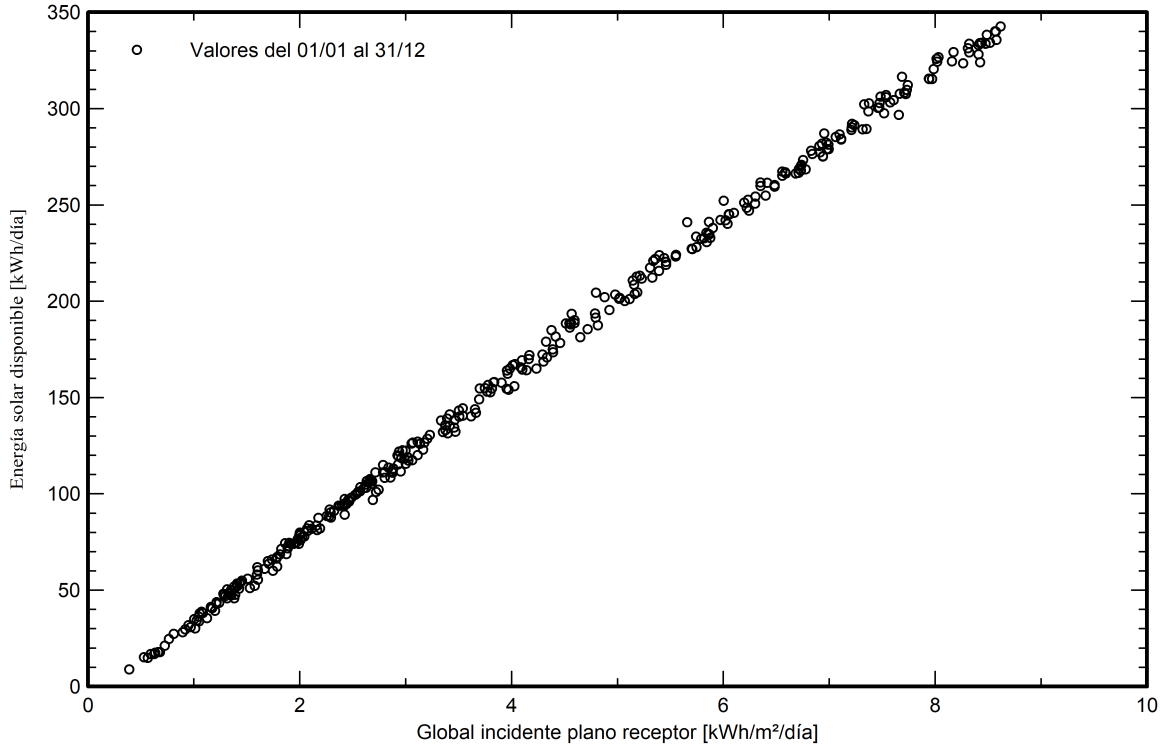


Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

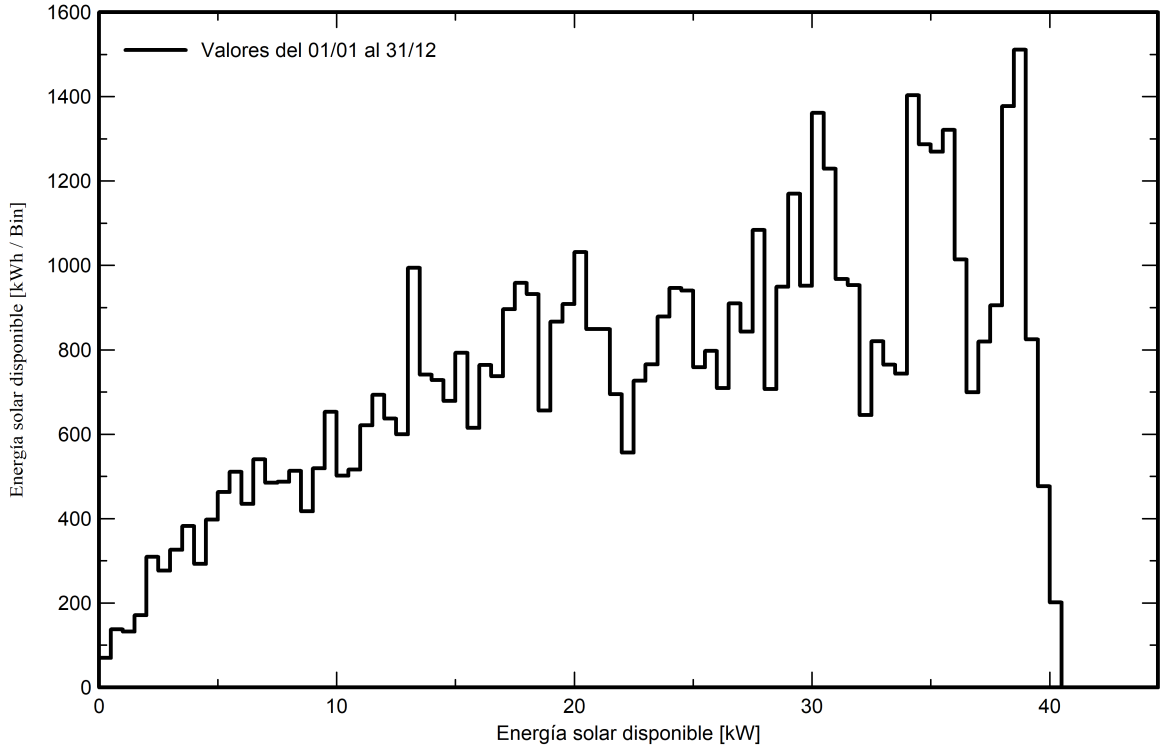
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

ANEXO 2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CÁLCULOS ELÉCTRICOS

CALCULO DE CIRCUITOS - INVERSOR1

Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL FRONTÓN DE BERRIOPLANO/BERRIOBEITI

Propiedad: AYUNTAMIENTO DE BERRIOPLANO / BERRIOBEITIKO UDALA

Dirección: Plaza del Ayuntamiento 1, 31195 Berrioplano-Berriobeiti (Navarra-Nafarroa)

Circuito	Potencia W	Fases III / I+N	Tensión V	Fases	Cos φ	Cond. Cu/Al	Factor Correc.	Intensidad Amp.	Longitud m	Nº Cond. Fase	Sección Fase mm^2	Sección Neutro mm^2	Sección Protec. mm^2	C.D.T. Real	C.D.T. %	C.D.T. Admisible %	Icc max A
Linea Inversor 1	39.600	III+N	400	I+N+T	0,95	Cu	1,0	60,15	25	1	35,0	35,0	35,0	1,26	0,32	1,5	2797

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Colegiado: 555 David Gordejuela Martínez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
Habilitación Profesional
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

INVERSOR 1: MPPT 1

Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL FRONTÓN DE BERRIOPLANO/BERRIOBEITI

Propiedad: AYUNTAMIENTO DE BERRIOPLANO / BERRIOBEITIKO UDALA

Dirección: Plaza del Ayuntamiento 1, 31195 Berrioplano-Berriobeiti (Navarra-Nafarroa)

Circuito	Potencia W	Fases III / I+N	Tensión V	Fases	Cos φ	Cond. Cu/Al	Factor Correc.	Intensidad Amp.	Longitud m	Nº Cond. Fase	Sección Fase mm^2	Sección Neutro mm^2	Sección Protec. mm^2	C.D.T. Real	C.D.T. %	C.D.T. Admisible %	P -Icc max A
Linea 1	6.600	I+N	685,50	I+N+T	0,95	Cu	1,0	9,63	86,0	1	6,0	6,0	6,0	4,93	0,72	1,5	947
Linea 2	6.600	I+N	685,50	I+N+T	0,95	Cu	1,0	9,63	71,0	1	6,0	6,0	6,0	4,07	0,59	1,5	1.121

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Colegiado: 555 David Gordejuela Gutierrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ

Habilitación Profesional

26/05 2021

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

INVERSOR 1: MPPT 2

Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL FRONTÓN DE BERRIOPLANO/BERRIOBEITI

Propiedad: AYUNTAMIENTO DE BERRIOPLANO / BERRIOBEITIKO UDALA

Dirección: Plaza del Ayuntamiento 1, 31195 Berrioplano-Berriobeiti (Navarra-Nafarroa)

Circuito	Potencia W	Fases III / I+N	Tensión V	Fases	Cos φ	Cond. Cu/Al	Factor Correc.	Intensidad Amp.	Longitud m	Nº Cond. Fase	Sección Fase mm^2	Sección Neutro mm^2	Sección Protec. mm^2	C.D.T. Real	C.D.T. %	C.D.T. Admisible %	-Icc max A
Linea 1	6.600	I+N	685,50	I+N+T	0,95	Cu	1,0	9,63	87,0	1	6,0	6,0	6,0	4,99	0,73	1,5	937
Linea 2	6.600	I+N	685,50	I+N+T	0,95	Cu	1,0	9,63	73,0	1	6,0	6,0	6,0	4,18	0,61	1,5	1.095

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutierrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
Habilitación Profesional
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

INVERSOR 1: MPPT 3

Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL FRONTÓN DE BERRIOPLANO/BERRIOBEITI

Propiedad: AYUNTAMIENTO DE BERRIOPLANO / BERRIOBEITIKO UDALA

Dirección: Plaza del Ayuntamiento 1, 31195 Berrioplano-Berriobeiti (Navarra-Nafarroa)

Circuito	Potencia W	Fases III / I+N	Tensión V	Fases	Cos φ	Cond. Cu/Al	Factor Correc.	Intensidad Amp.	Longitud m	Nº Cond. Fase	Sección Fase mm^2	Sección Neutro mm^2	Sección Protec. mm^2	C.D.T. Real	C.D.T. %	C.D.T. Admisible %	-Icc max A
Linea 1	6.600	I+N	685,50	I+N+T	0,95	Cu	1,0	9,63	90,0	1	6,0	6,0	6,0	5,16	0,75	1,5	909
Linea 2	6.600	I+N	685,50	I+N+T	0,95	Cu	1,0	9,63	75,0	1	6,0	6,0	6,0	4,30	0,63	1,5	1.069

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutierrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

CALCULO DE CIRCUITOS - INVERSOR2

Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL FRONTÓN DE BERRIOPLANO/BERRIOBEITI

Propiedad: AYUNTAMIENTO DE BERRIOPLANO / BERRIOBEITIKO UDALA

Dirección: Plaza del Ayuntamiento 1, 31195 Berrioplano-Berriobeiti (Navarra-Nafarroa)

Circuito	Potencia W	Fases III / I+N	Tensión V	Fases	Cos φ	Cond. Cu/Al	Factor Correc.	Intensidad Amp.	Longitud m	Nº Cond. Fase	Sección Fase mm^2	Sección Neutro mm^2	Sección Protec. mm^2	C.D.T. Real	C.D.T. %	C.D.T. Admisible %	Icc max A
Linea Inversor 2	7.920	III+N	400	I+N+T	0,95	Cu	1,0	12,03	25	1	10,0	10,0	10,0	0,88	0,22	1,5	1,317

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Colegiado: 555 David Gordejuela Martínez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ

Habilitación Profesional

26/05 2021

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718

COIINA

INVERSOR 2: MPPT 1

Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL FRONTÓN DE BERRIOPLANO/BERRIOBEITI
Propiedad: AYUNTAMIENTO DE BERRIOPLANO / BERRIOBEITIKO UDALA
Dirección: Plaza del Ayuntamiento 1, 31195 Berrioplano-Berriobeiti (Navarra-Nafarroa)

Circuito	Potencia W	Fases III / I+N	Tensión V	Fases	Cos φ	Cond. Cu/Al	Factor Correc.	Intensidad Amp.	Longitud m	Nº Cond. Fase	Sección Fase mm^2	Sección Neutro mm^2	Sección Protec. mm^2	C.D.T. Real	C.D.T. %	C.D.T. Admisible %	P -Icc max A
Linea 1	3.960	I+N	411,30	I+N+T	0,95	Cu	1,0	9,63	50,0	1	6,0	6,0	6,0	2,87	0,70	1,5	906

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Colegiado: 555 David Gordejuela Gutierrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ

Habilitación Profesional

26/05 2021

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718

COIINA

INVERSOR 2: MPPT 2

Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL FRONTÓN DE BERRIOPLANO/BERRIOBEITI
Propiedad: AYUNTAMIENTO DE BERRIOPLANO / BERRIOBEITIKO UDALA
Dirección: Plaza del Ayuntamiento 1, 31195 Berrioplano-Berriobeiti (Navarra-Nafarroa)

Circuito	Potencia W	Fases III / I+N	Tensión V	Fases	Cos φ	Cond. Cu/Al	Factor Correc.	Intensidad Amp.	Longitud m	Nº Cond. Fase	Sección Fase mm^2	Sección Neutro mm^2	Sección Protec. mm^2	C.D.T. Real	C.D.T. %	C.D.T. Admisible %	P -Icc max A
Linea 1	3.960	I+N	411,30	I+N+T	0,95	Cu	1,0	9,63	50,0	1	6,0	6,0	6,0	2,87	0,70	1,5	906

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Colegiado: 555 David Gordejuela Gutierrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ

Habilitación Profesional

26/05 2021

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718

COIINA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

ANEXO 3 CÁLCULOS DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL

1.- OBJETO

Con el presente informe se trata de comprobar la resistencia mecánica de la estructura del frontón municipal para la ejecución de una instalación fotovoltaica en la cubierta del edificio, comprendiendo esta todo lo relativo a ella.

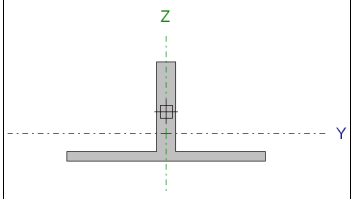
2.- CÁLCULO

2.- COMPROBACIONES E.L.U.

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

2.1.-Barra N7/N19

Perfil: L 45 x 45 x 4,5, Doble en T unión soldada (Cordón continuo)
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N7	N19	3.950	9.60	21.92	40.74	1.92	0.00	-11.00

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} <$ ***0.01*** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : *9.50* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas. — **N_{cr}** : ∞

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.939*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *23.822* t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *25.363* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *9.50* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.055*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.975 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 0.017 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd}^{+} = W_{pl,y}^{+} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}^{+}$: 0.304 t·m

$$M_{c,Rd}^{-} = W_{pl,y}^{-} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}^{-}$: 0.304 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$Clase^{+}$: 1

$Clase^{-}$: 2

$W_{pl,y}^{+}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}^{+}$: 11.37 cm³

$W_{pl,y}^{-}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}^{-}$: 11.37 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.017 t

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *7.322* t

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. — $\mathbf{A_v}$: *4.75* cm²

$$\mathbf{A_v} = t_w \cdot (h - t_f/2)$$

Siendo:

- **h**: Canto de la sección. — **h** : *50.00* mm
- $\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. — $\mathbf{t_f}$: *5.00* mm
- $\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. — $\mathbf{t_w}$: *10.00* mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. — $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

- $\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²
- γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

0.015 t ≤ 3.661 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.247 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.015* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *7.322* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : ***0.994*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.975 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. — $N_{t,Ed}$: *23.811* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{+}$: *0.017* t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. — $N_{pl,Rd}$: *25.363* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: *0.304* t·m; $M_{pl,Rd,z}$: *0.364* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.247 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

0.015 t ≤ 3.661 t ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — $V_{Ed,z}$: *0.015* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{c,Rd,z}$: *7.322* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

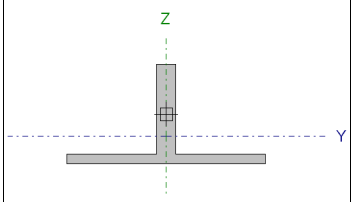
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.2.- Barra N10/N24

Perfil: L 45 x 45 x 4,5, Doble en T unión soldada (Cordón continuo)
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)	y_g(3) (mm)	z_g(3) (mm)
N10	N24	3.950	9.60	21.92	40.74	1.92	0.00	-11.00

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*
(3) *Coordenadas del centro de gravedad*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} <$ ***0.01*** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : *9.50* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas. — **N_{cr}** : ∞

Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
Habilitación Profesional
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.932*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N24, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *23.634* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *25.363* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *9.50* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.055*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.975 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *0.017* t·m

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd}^+ = W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}^+$: 0.304 t·m

$$M_{c,Rd}^- = W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}^-$: 0.304 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. $Clase^+$: 1 $Clase^-$: 2

$W_{pl,y}^+$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}^+$: 11.37 cm³

$W_{pl,y}^-$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}^-$: 11.37 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.017 t

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *7.322* t

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *4.75* cm²

$$\mathbf{A_v} = t_w \cdot (h - t_f/2)$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *50.00* mm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *5.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *10.00* mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

0.015 t ≤ 3.661 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.247 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.015* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *7.322* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : ***0.987*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.975 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. — $N_{t,Ed}$: *23.624* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{+}$: *0.017* t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. — $N_{pl,Rd}$: *25.363* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: *0.304* t·m; $M_{pl,Rd,z}$: *0.364* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.247 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

0.015 t ≤ 3.661 t ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — $V_{Ed,z}$: *0.015* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{c,Rd,z}$: *7.322* t

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

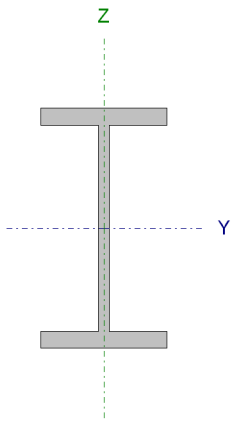
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.3.- Barra N118/N135

Perfil: IPN 80
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N118	N135	0.632	7.58	77.80	6.29	0.87

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} <$ ***0.01*** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : *7.58* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas. — **N_{cr}** : ∞

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

17.49 ≤ 237.35 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*68.20*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*3.90*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*2.66*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*2.48*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	E :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.016*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N135, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *0.330* t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *20.237* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A :	*7.58*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	*2669.77*	kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	*1.05*	

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.933*** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N135, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.568* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *0.609* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *22.80* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.206*** ✓

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N135, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.990* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *4.809* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *3.12* cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *80.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *3.90* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

17.49 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *17.49*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. **ε** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.852 t ≤ 2.405 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.158 m del nudo N118, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.852* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *4.809* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : ***0.949*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N135, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *0.330* t

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *0.568* t·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *20.237* t

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *0.609* t·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *0.133* t·m

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.158 m del nudo N118, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **0.852 t ≤ 2.405 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *0.852* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *4.809* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

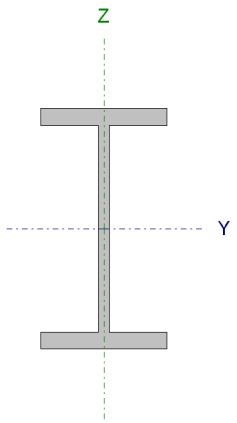
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

2.4.- Barra N135/N121

Perfil: IPN 80
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N135	N121	2.351	7.58	77.80	6.29	0.87

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} <$ ***0.01*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *7.58* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas. — **N_{cr}** : ∞

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

17.49 ≤ 237.35 ✓

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	68.20	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	3.90	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	2.66	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	2.48	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	0.30	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	2140673	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	2803.26	kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N121, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1+1.5·Q2+0.75·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 0.078 t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 20.237 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 7.58 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.009** ✓

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N135, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *0.184* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *20.237* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *7.58* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)
No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.933*** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N135, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.568* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *0.609* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
Habilitación Profesional
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *22.80* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.115*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N135, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.552* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *4.809* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *3.12* cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. h : *80.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *3.90* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$ **17.49 < 64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *17.49*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.552 t ≤ 2.405 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.552* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *4.809* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : ***0.942*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N135, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *0.184* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{-}$: *0.568* t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *20.237* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: *0.609* t·m; $M_{pl,Rd,z}$: *0.133* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

0.552 t ≤ 2.405 t ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — $V_{Ed,z}$: *0.552* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{c,Rd,z}$: *4.809* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

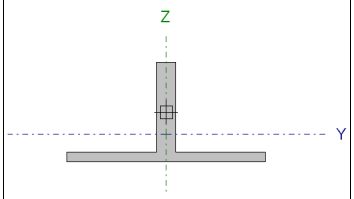
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.5.- Barra N50/N40

Perfil: L 45 x 45 x 4.5, Doble en T unión soldada (Cordón continuo)
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm^2)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)	y_g(3) (mm)	z_g(3) (mm)
N50	N40	3.950	7.80	14.30	26.68	1.26	0.00	-9.90

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} <$ ***0.01*** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : *7.70* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas. — **N_{cr}** : ∞

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
Habilitación Profesional
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.782** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N40, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *16.072* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *20.544* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *7.70* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.062** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.975 m del nudo N50, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *0.014* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd}^+ = W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}^+$: *0.221* t·m

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

$M^-_{c,Rd} = W^-_{pl,y} \cdot f_{yd}$ — $M_{c,Rd}^-$: 0.221 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. — $Clase^+$: 1 — $Clase^-$: 2

$W_{pl,y}^+$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — $W_{pl,y}^+$: 8.29 cm³

$W_{pl,y}^-$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — $W_{pl,y}^-$: 8.29 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : 0.014 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 5.931 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : 3.85 cm²

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

$$A_v = t_w \cdot (h - t_f/2)$$

Siendo:

h: Canto de la sección.	**h** : *45.00*	mm
t_f: Espesor del ala.	**t_f** : *4.50*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** : *9.00*	mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	**f_y** : *2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**γ_{M0}** : *1.05*	

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.012 t ≤ 2.965 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.247 m del nudo N50, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.012* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *5.931* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : ***0.844*** ✓

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.975 m del nudo N50, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	**$N_{t,Ed}$** :	*16.063* t
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{y,Ed}^{+}$** :	*0.014* t·m
	$M_{z,Ed}^{+}$:	*0.000* t·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	*1*
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.	**$N_{pl,Rd}$** :	*20.544* t
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{pl,Rd,y}$** :	*0.221* t·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	*0.265* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.247 m del nudo N50, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **0.012 t ≤ 2.965 t** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	**$V_{Ed,z}$** :	*0.012* t
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	**$V_{c,Rd,z}$** :	*5.931* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

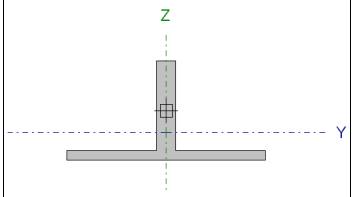
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

2.6.- Barra N53/N35

Perfil: L 45 x 45 x 4.5, Doble en T unión soldada (Cordón continuo)
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N53	N35	3.950	7.80	14.30	26.68	1.26	0.00	-9.90

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} <$ ***0.01*** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : *7.70* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas. — **N_{cr}** : ∞

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.773*** ✓

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *15.880* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *20.544* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *7.70* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.062*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.975 m del nudo N53, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *0.014* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd}^+ = W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}^+$: *0.221* t·m

$$M_{c,Rd}^- = W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}^-$: *0.221* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase⁺ : *1*

Clase⁻ : *2*

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

$W_{pl,y}^+$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}^+$: 8.29 cm³

$W_{pl,y}^-$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}^-$: 8.29 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N53, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.014 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 5.931 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 3.85 cm²

$$A_v = t_w \cdot (h - t_f/2)$$

Siendo:

h: Canto de la sección. h : 45.00 mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 4.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.012 t ≤ 2.965 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.247 m del nudo N53, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *0.012* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{c,Rd}$: *5.931* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : ***0.834*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.975 m del nudo N53, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. — $N_{t,Ed}$: *15.871* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^+$: *0.014* t·m; $M_{z,Ed}^+$: *0.000* t·m

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. $N_{pl,Rd}$: 20.544 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 0.221 t·m $M_{pl,Rd,z}$: 0.265 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.247 m del nudo N53, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **0.012 t ≤ 2.965 t** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 0.012 t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 5.931 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

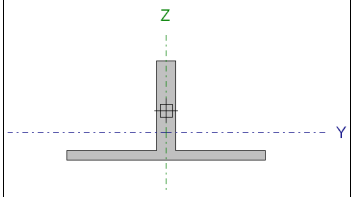
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

2.7.-Barra N9/N23

Perfil: L 40 x 40 x 4, Doble en T unión soldada (Cordón continuo)
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)	y_g(3) (mm)	z_g(3) (mm)
N9	N23	3.950	6.16	8.94	16.67	0.79	0.00	-8.80

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} <$ ***0.01*** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : *6.08* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas. — **N_{cr}** : ∞

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.764*** ✓

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *12.396* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *16.232* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *6.08* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.069*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.975 m del nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *0.011* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd}^+ = W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}^+$: *0.155* t·m

$$M_{c,Rd}^- = W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}^-$: *0.155* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase⁺ : *1*

Clase⁻ : *2*

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

$W_{pl,y}^+$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}^+$: 5.82 cm³

$W_{pl,y}^-$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}^-$: 5.82 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.011 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 4.686 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 3.04 cm²

$$A_v = t_w \cdot (h - t_f/2)$$

Siendo:

h: Canto de la sección. h : 40.00 mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 4.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 8.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.010 t ≤ 2.343 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.247 m del nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *0.010* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{c,Rd}$: *4.686* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : ***0.833*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.975 m del nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. — $N_{t,Ed}$: *12.389* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^+$: *0.011* t·m; $M_{z,Ed}^+$: *0.000* t·m

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. $N_{pl,Rd}$: 16.232 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 0.155 t·m $M_{pl,Rd,z}$: 0.186 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.247 m del nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **0.010 t ≤ 2.343 t** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 0.010 t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 4.686 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

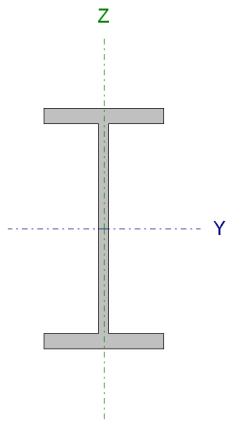
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

2.8.- Barra N110/N22

Perfil: IPN 100
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N110	N22	2.871	10.60	171.00	12.20	1.60

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} <$ ***0.01*** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : *10.60* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas. — **N_{cr}** : ∞

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.20 ≤ 244.98 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. — **h_w** : *86.40* mm

t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *4.50* mm

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

A_w: Área del alma. A_w : 3.89 cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 3.40 cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : 0.30
E: Módulo de elasticidad. **E** : 2140673 kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 2803.26 kp/cm²
Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.213** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 6.018 t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 28.300 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 10.60 cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.604** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 0.000 t·m

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N110, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+1.5·Q2+0.9·V1+0.75·N1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.642* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *1.063* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *39.80* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.107*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N110, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+1.5·Q2+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.742* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *6.936* t

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *4.50* cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *100.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *4.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

19.20 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.20*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. **ε** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.742 t ≤ 3.468 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N110, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+1.5·Q2+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.742* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *6.936* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : ***0.800*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N110, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+1.5·Q2+0.9·V1+0.75·N1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *5.531* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^{-}$** : *0.642* t·m; **$M_{z,Ed}^{+}$** : *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. **$N_{pl,Rd}$** : *28.300* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{pl,Rd,y}$** : *1.063* t·m; **$M_{pl,Rd,z}$** : *0.216* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N110, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+1.5·Q2+0.9·V1+0.75·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **0.742 t ≤ 3.468 t** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *0.742* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *6.936* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

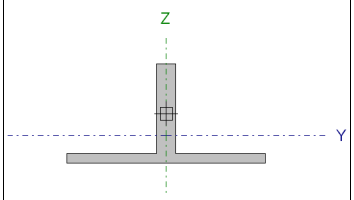
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.9.- Barra N8/N20

Perfil: L 40 x 40 x 4, Doble en T unión soldada (Cordón continuo)
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N8	N20	3.950	6.16	8.94	16.67	0.79	0.00	-8.80

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} <$ **0.01** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 6.08 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas. **N_{cr}** : ∞

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.709** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : 11.501 t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 16.232 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 6.08 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.069** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.975 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^+ : *0.011* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^- : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd}^+ = W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}^+$: *0.155* t·m

$$M_{c,Rd}^- = W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}^-$: *0.155* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase⁺ : *1*

Clase⁻ : *2*

$W_{pl,y}^+$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — $W_{pl,y}^+$: *5.82* cm³

$W_{pl,y}^-$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — $W_{pl,y}^-$: *5.82* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *0.011* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *4.686* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : *3.04* cm²

$$A_v = t_w \cdot (h - t_f/2)$$

Siendo:

h: Canto de la sección. — **h** : *40.00* mm

t_f: Espesor del ala. — t_f : *4.00* mm

t_w: Espesor del alma. — t_w : *8.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.010 t ≤ 2.343 t ✓

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.247 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.010* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *4.686* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : ***0.777*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.975 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *11.494* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^{+}$** : *0.011* t·m **$M_{z,Ed}^{+}$** : *0.000* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. **$N_{pl,Rd}$** : *16.232* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{pl,Rd,y}$** : *0.155* t·m **$M_{pl,Rd,z}$** : *0.186* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.247 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **0.010 t ≤ 2.343 t** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *0.010* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *4.686* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

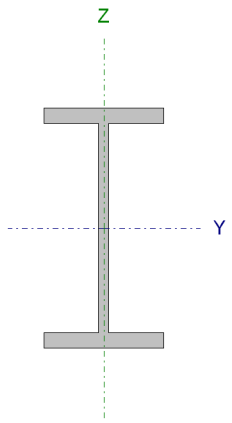
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.10.- Barra N90/N21

Perfil: IPN 100
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N90	N21	2.871	10.60	171.00	12.20	1.60

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} <$ **0.01** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 10.60 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas. **N_{cr}** : ∞

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.20 ≤ 244.98 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : 86.40 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 4.50 mm

A_w: Área del alma. **A_w** : 3.89 cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : 3.40 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : 0.30

E: Módulo de elasticidad. **E** : 2140673 kp/cm²

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : 2803.26 kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.200** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V1+1.5·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : 5.650 t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 28.300 t

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
Habilitación Profesional
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *10.60* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.590*** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+1.5·Q2+0.9·V1+0.75·N1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : *0.627* t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *1.063* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *39.80* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.106*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+1.5·Q2+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *0.737* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *6.936* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : *4.50* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. — **h** : *100.00* mm

t_w: Espesor del alma. — t_w : *4.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

19.20 < 64.71 ✓

Donde:

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *19.20*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.737 t ≤ 3.468 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+1.5·Q2+0.9·V1+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.737* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *6.936* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ η : ***0.775*** ✓

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+1.5·Q2+0.9·V1+0.75·N1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$:	5.212 t
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^-$:	0.627 t·m
	$M_{z,Ed}^+$:	0.000 t·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	1
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.	$N_{pl,Rd}$:	28.300 t
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$:	1.063 t·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	0.216 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1+1.5·Q2+0.9·V1+0.75·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **0.737 t ≤ 3.468 t** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z}$:	0.737 t
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z}$:	6.936 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

3.- CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto y demás documentos que se acompañan, se espera haber definido las características de la instalación, quedando los técnicos que suscriben a disposición para cuantas aclaraciones sean precisas.

Pamplona, abril de 2021

El Ingeniero Industrial
Colg. 555

Fdo.: David Gordejuela Gutiérrez

El Ingeniero Industrial
Colg. 1020

Fdo.: Javier Gordejuela Gutiérrez

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

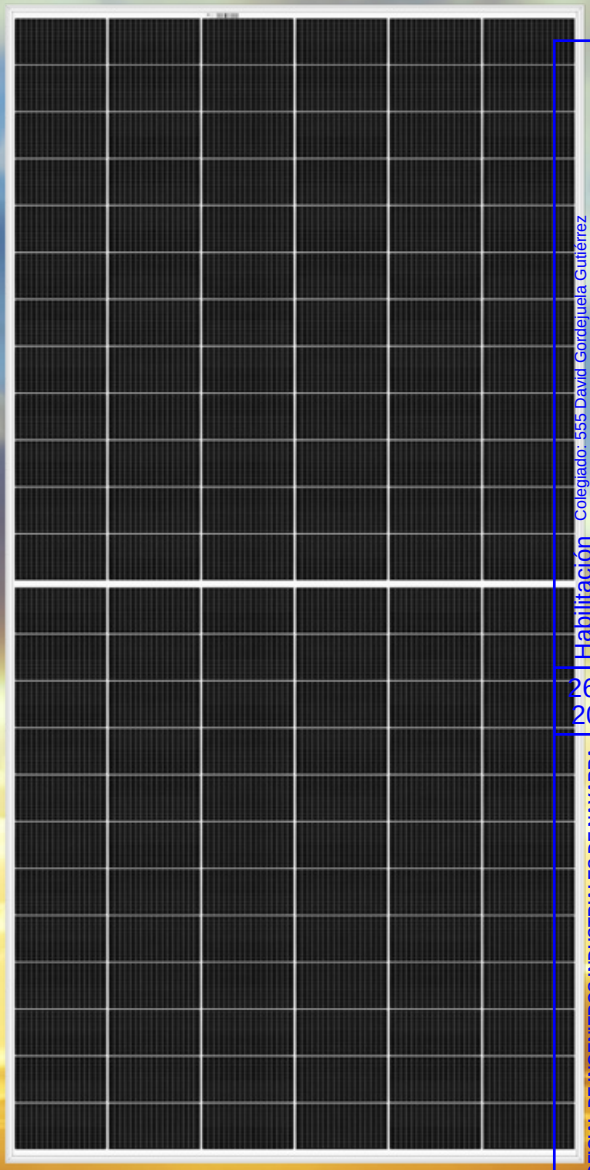
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

ANEXO 4 DOCUMENTACIÓN EQUIPOS

SOLAR'S MOST TRUSTED

REC



REC ALPHA 72 SERIES

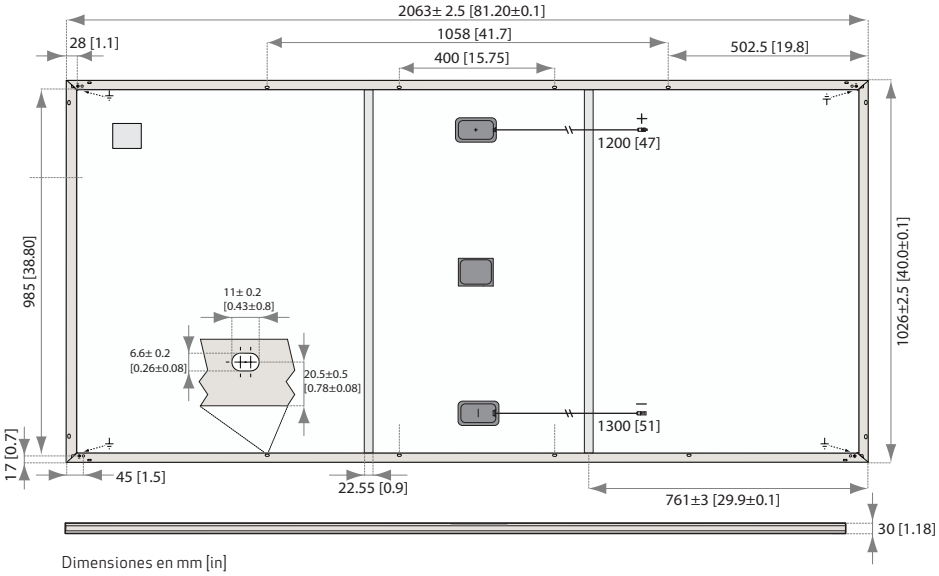
450 WP POTENCIA

EXPERIENCE α PERFORMANCE

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
COINA
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
VISADO: 210718

REC ALPHA 72 SERIES

HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO



Dimensiones en mm [in]

DATOS GENERALES

Tipo de célula:	144 células tipo-n mono cortadas 6 cadenas de 24 células en serie n-type cells	Conectores:	Stäubli MC4 Evo 2 PV-KBT4-EVO-2/PV-KST4-EVO-2 (4 mm²) e conformidad con IEC 62852 IP68 solo cuando se conecta
Cristal:	Vidrio solar de 3,2 mm con tratamiento antirreflectante	Cable:	4 mm² cable solar, 1,2 m + 1,3 m de conformidad con EN 50618
Lámina posterior:	Poliéster de alta resistencia	Dimensiones:	2063 x 1026 x 30 mm (2,12 m²)
Marco:	Aluminio anodizado	Peso:	23,5 kg
Caja de conexiones:	IP67, en 3 partes, 3 diodos de derivación, de conformidad con IEC 62790	Origen:	Fabricado en Singapore

PARÁMETROS ELÉCTRICOS

Código de producto*: RECxxxAA 72

STC	Potencia nominal - P_{MAX} (Wp)	430	435	440	445	450
	Clasificación de potencia - (W)	-0/+5	-0/+5	-0/+5	-0/+5	-0/+5
	Tensión nomina - U_{MPP} (U)	45,1	45,4	45,7	46,0	46,3
	Corriente nomina - I_{MPP} (A)	9,54	9,59	9,63	9,68	9,72
	Tensión a circuito abierto - U_{OC} (U)	52,7	52,9	53,0	53,2	53,2
	Corriente corto circuito - I_{SC} (A)	10,25	10,27	10,31	10,38	10,43
	Densidad de potencia (W/m²)	203,79	206,16	208,53	210,90	213,27
	Eficiencia del módulo (%)	20,4	20,6	20,8	21,0	21,3
NMOT	Potencia nominal - P_{MAX} (Wp)	327	331	335	339	342
	Tensión nomina - U_{MPP} (U)	42,5	42,7	43,1	43,3	43,6
	Corriente nomina - I_{MPP} (A)	7,71	7,75	7,78	7,82	7,85
	Tensión a circuito abierto - U_{OC} (U)	49,7	49,8	49,9	50,1	50,1
	Corriente corto circuito - I_{SC} (A)	8,28	8,29	8,33	8,38	8,42

Valores en condiciones estándares de medida (STC: masa de aire AM1,5, irradiancia 1000 W/m², temperatura 25°C), basados en una distribución de producción con un ±3% de tolerancia de P_{MAX}, U_{OC} e I_{SC} en un tipo de potencia. En bajas radiaciones de 200 W/m² y condiciones STC es posible obtener, al menos el 95% de la eficiencia.
Valores en condiciones nominale del modulo (NMOT: masa de aire AM1,5, irradiancia 800 W/m², temperatura 20°C, velocidad del viento 1 m/s).
*Donde xxx indica la clase de potencia nominal (P_{MAX}) en STC indicada anteriormente.

CERTIFICADOS

IEC 61215:2016, IEC 61730:2016, UL 1703, UL 61730	
IEC 62804	PID
IEC 61701	Corrosión de niebla salina
IEC 62716	Resistencia al amoniaco
IEC 61215-2:2016	Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre
ISO 11925-2 (Class E)	Combustibilidad
IEC 62782	Carga Dinámico Mecánica
AS4040.2 NCC 2016	Carga de viento cíclica
ISO 14001:2004, ISO 9001:2015, OHSAS 18001:2007	

take-e-way
Esquema take-e-waste de reciclaje compatible WEEE

GARANTÌA

	Estándar	REC ProTrust	
Instalado por un REC Certified Solar Professional	No	Sí	Sí
Tamaño del sistema	Todo	≤25 kW	25-500 kW
Garantía del producto (año)	20	25	25
Garantía de potencia (año)	25	25	25
Garantía Laboral (año)	0	25	10
Potencia en el año 1	98%	98%	98%
Degradación anual	0,25%	0,25%	0,25%
Potencia en el año 25	92%	92%	92%

Consulte los documentos de garantía para obtener más detalles.
Se aplican algunas condiciones.

LÍMITES OPERATIVOS

Margen de temperatura del módulo:	-40 ... +85°C
Voltaje máximo del sistema:	1500 V
Carga de diseño (+): nieve	3600 Pa (367 kg/m²)
Máxima carga de prueba (+):	5400 Pa (550 kg/m²)
Carga de diseño (-): viento	1600 Pa (163 kg/m²)
Máxima carga de prueba (-):	2400 Pa (245 kg/m²)
Capacidad máxima del fusible:	25
Máxima Corriente Inversa:	25

*Factor de seguridad
*Ver manual de instalación para la instrucción sobre el montaje

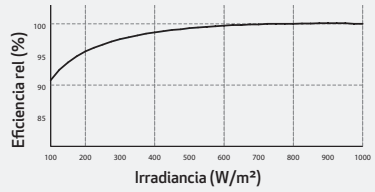
PARÁMETROS TÉRMICOS*

Temp. de operación nominal del módulo:	44°C (±2°C)
Coeficiente de temperatura para P_{MAX}:	-0,26%/°C
Coeficiente de temperatura para V_{OC}:	-0,24%/°C
Coeficiente de temperatura para I_{SC}:	0,04%/°C

*Los coeficientes de temperatura mencionados son valores lineales

COMPORTAMIENTO LUMÍNICO BAJO

Rendimiento de irradiancia típicamente bajo en STC:



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 XAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05/2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA
Las especificaciones están sujetas a cambios sin notificación previa
Ref: PI-DS-12-03-Rev. A 02.20

Fundada en Noruega en el año 1996, REC es una empresa líder en energía solar e integrada verticalmente. A través de la fabricación integrada desde el silicio a las obleas, células, paneles de alta calidad y extendiéndose a soluciones solares, REC ofrece al mundo una fuente fiable de energía limpia. La reconocida calidad del producto de REC es corroborada por el índice más bajo de reclamaciones de garantía en la industria. REC es una compañía del grupo Bluestar Elkem con sede central en Noruega y sede de operaciones en Singapur. REC con más de 2.000 empleados a nivel mundial, produce al año 1,5 GW de paneles fotovoltaicos.

REC
www.recgroup.com

INVERSORES FOTOVOLTAICOS

Inversores de cadena ABB
PVS-50/60-TL

—
Inversor de cadena PVS-50/60-TL

El PVS-50/60-TL es la solución de inversor de cadena trifásico conectado a la nube de ABB para hacer posibles sistemas fotovoltaicos extensos, descentralizados y de bajo coste, pensados para aplicaciones comerciales y compañías eléctricas.

Esta nueva adición a la familia de inversores de cadena PVS, con 3 MPPT independientes y una potencia de hasta 60 kW, se ha diseñado para maximizar el retorno de la inversión en sistemas extensos, con todas las ventajas de las configuraciones descentralizadas, tanto en instalaciones montadas en suelo como en cubierta.

Diseño compacto
Gracias a decisiones tecnológicas centradas en optimizar los tiempos y costes de instalación, el diseño del producto incorpora el módulo de potencia y la caja de conexiones protegidos en un mismo chasis compacto, lo que ahorra recursos y costes en el momento de la instalación. El inversor se ofrece en múltiples versiones, lo que también permite la posibilidad de conectarse a combinadores de cadenas de CC de otros fabricantes.

Facilidad de instalación
La posibilidad de instalación vertical y horizontal aumenta la flexibilidad de montaje, tanto en cubiertas como en suelo.
Asimismo, la cubierta está provista de bisagras y bloqueos que se abren rápidamente y reducen el riesgo de dañar el chasis y los componentes internos durante la puesta en servicio y la realización de tareas de mantenimiento.

Características avanzadas de conexión a la nube
El acceso inalámbrico normal desde cualquier dispositivo móvil facilita y agiliza la configuración del inversor y de la planta. La interfaz de usuario integrada no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también permite acceder a ajustes avanzados en la configuración del inversor.

La aplicación móvil Installer for Solar Inverters y el asistente de configuración permiten una instalación rápida de múltiples inversores, lo que ahorra hasta un 70 % de tiempo de puesta en servicio.

Integración rápida del sistema
El protocolo Modbus (RTU/TCP)/SUNSPEC estándar del sector permite una rápida integración del sistema. Dos puertos Ethernet ofrecen a las plantas de energía solar una comunicación rápida y a prueba de futuro.

Integración con la gama de plantas de ABB
La monitorización de sus activos se simplifica, ya que cada inversor es capaz de conectarse a la plataforma de ABB en la nube para garantizar sus equipos y su rentabilidad a largo plazo.

Principales ventajas
- Hasta 3 MPPT independientes - Potencias nominales de 50/60 kW
- Instalación horizontal y vertical
- Acceso sencillo a la caja de conexiones gracias las bisagras y los pestillos de leva presentes en la cubierta
- Módulo de potencia y caja de conexiones en un mismo chasis compacto
- Interfaz wifi para puesta en servicio y configuración
- Capacidades de gestión de energía reactiva
- Monitorización y actualización de firmware remotas a través de la plataforma de ABB en la nube (sin loggers)
- Proporciona un 10 % más de potencia en caso de una temperatura ambiente reducida
- Altitud de funcionamiento mejorada. Capaces de funcionar hasta 4000 m
- Algoritmo integrado de control dinámico de inyección

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Inversores de cadena ABB
PVS-50/60-TL

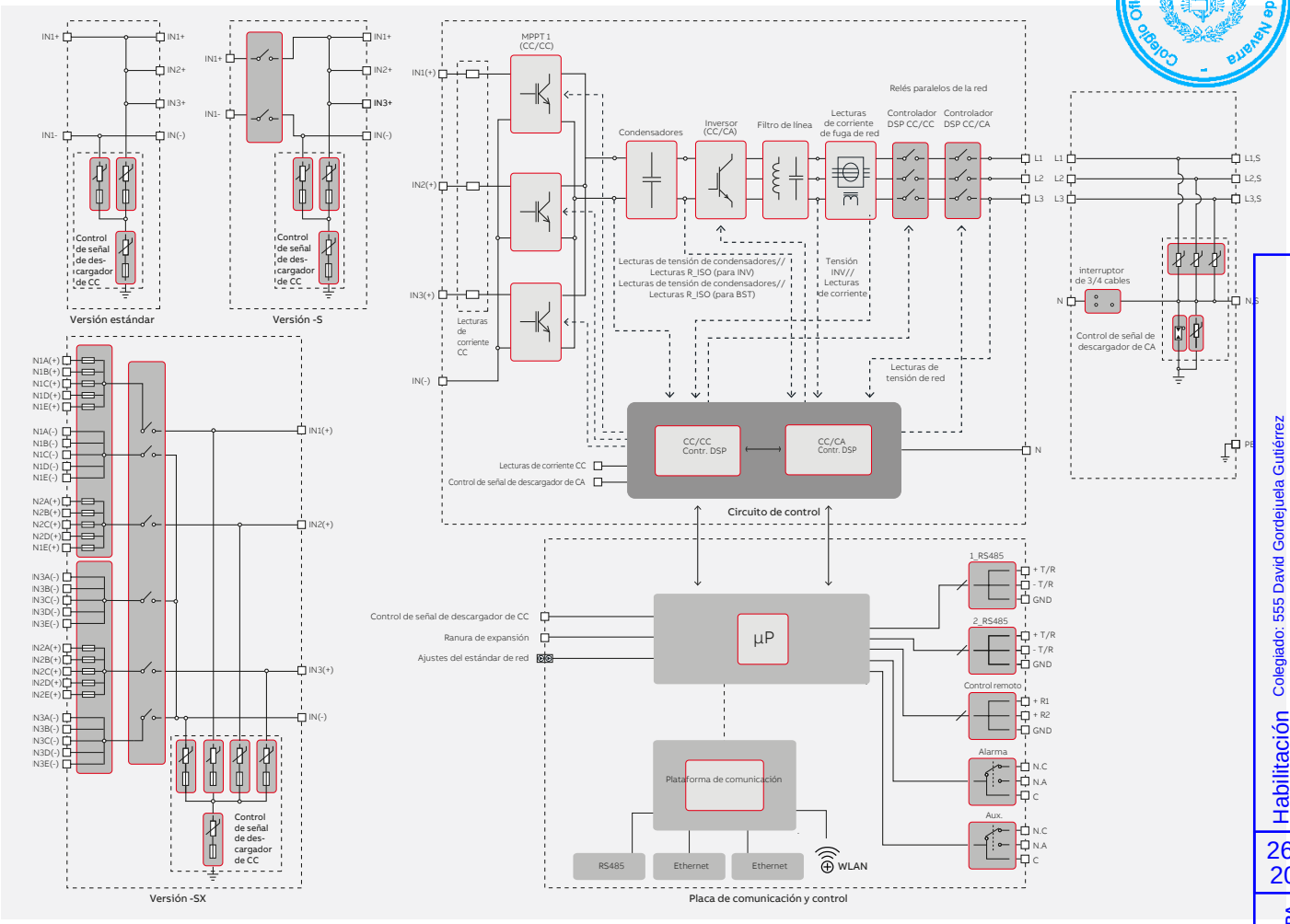
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Goñuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Datos técnicos y tipos

Código de tipo	PVS-50-TL	PVS-60-TL
Lado de entrada		
Tensión de entrada de CC máxima absoluta ($V_{max,abs}$)	1000 V	
Tensión de entrada de CC de puesta en marcha (V_{start})	420...700 V (420 V por defecto)	420...700 V (500 V por defecto)
Intervalo de tensión operativa de entrada de CC (V_{dcmin}... V_{dcmax})	0,7xV_{start} ...950 V (mín. 300 V)	0,7xV_{start}...950 V (mín. 360 V)
Tensión nominal de entrada de CC (V_{dcr})	610 V CC	720 V CC
Potencia nominal de entrada de CC (V_{dcr})	52 000 W	61 800 W
Número de MPPT independientes	3 (versiones SX y SX2) / 1 (versiones estándar y S)	
Potencia de entrada de CC máxima para cada MPPT (PMPPT max)	19 300 W a 30 °C / 17 500 W a 45 °C	23 100 W a 30 °C / 21 000 W a 45 °C
Intervalo de tensión de entrada de CC con MPPT ($V_{MPPTmin}$... $V_{MPPTmax}$) a P_{acr}	480-800 V CC	570-800 V CC
Corriente de entrada de CC máxima (I_{dcmax}) para cada MPPT	36 A	
Corriente máxima de cortocircuito de entrada para cada MPPT	55 A (165 A en caso de MPPT paralelo)	
Número de pares de entrada de CC para cada MPPT	5	
Tipo de conexión de CC	Bloque de terminales de tornillo (versión estándar y S) o conector de acoplamiento rápido FV [1] (Versiones -SX y SX2)	
Protección de entrada		
Protección contra polaridad inversa	Sí, desde una fuente de intensidad limitada	
Protección frente a sobretensión de entrada para cada MPPT	Tipo 2 / tipos 1 + 2 (opción)	
Control del aislamiento de un generador fotovoltaico	De acuerdo con la normativa local	
Capacidad del interruptor de CC por cada MPPT (versión con interruptor de CC)	75 A / 1000 V para cada MPPT	
Capacidad del fusible (versión con fusibles)	15 A / 1000 V	
Lado de salida		
Tipo de conexión con red de CA	Trifásica (3 W+PE o 4 W+PE), solo sistema WYE conectado a tierra	
Potencia nominal de CA (P_{acr} @cosf=1)	50 000 W	60 000 W
Potencia máxima de salida de CA (P_{acmax} @cosf=1)	55 000 W hasta 30 °C	66 000 W hasta 30 °C
Potencia aparente máxima (S_{max})	55 000 V A hasta 30 °C	66 000 V A hasta 30 °C
Factor de potencia nominal e intervalo ajustable	> 0,995; 0...1 inductiva/capacitiva con Sn máxima	
Tensión nominal de la red de CA ($V_{ac,r}$)	400 V	480 V
Intervalo de tensiones de CA	320...480 V [2]	384...571 V [2]
Corriente máxima de salida de CA ($I_{ac,max}$)	80 A	
Corriente de fallo contributiva	92 A	
Frecuencia nominal de salida (f_r)	50 Hz / 60 Hz	
Intervalo de frecuencia de salida (f_{min}...f_{max})	47...53 Hz / 57...63 Hz [3]	
Factor de potencia nominal e intervalo ajustable	> 0,995; 0...1 inductiva/capacitiva con Sn máxima	
Distorsión armónica total de la corriente	< 3 %	
Cable de CA máximo	95 mm2 cobre/aluminio	
Tipo de conexión de CA	Bloque de terminales de tornillo, prensaestopas	
Protección de salida		
Protección contra la formación de islas	De acuerdo con la normativa local	
Protección máxima contra sobreintensidad de CA externa	100 A	
Dispositivo de protección contra las sobretensiones de salida	Tipo 2	
Rendimiento de funcionamiento		
Eficiencia máxima (hmax)	98,3%	98,5 %
Eficiencia CN	98,2 %	98,3%
Eficiencia Euro	98,0 %	98,0 %
Comunicación		
Interfaces de comunicación integradas	3 RS485, 2 Ethernet (RJ45), WLAN (IEEE 802.11 b/g/n a 2,4 GHz)	
Protocolo de comunicación	Modbus RTU/TCP (conforme a Sunspec); protocolo Aurora	
Servicios de monitorización remota	Acceso de nivel estándar al portal de monitorización Aurora Vision	
Características avanzadas	Interfaz de usuario web integrada; pantalla (opcional); registro integrado y transferencia de datos directa a la nube	

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Esquema de bloques de inversores de cadena PVS-50/60-TL de ABB



—

Datos técnicos y tipos

Código de tipo	**PVS-50-TL**	**PVS-60-TL**
Condiciones ambientales		
Intervalo de temperatura ambiente	-25...+60 °C (-13...140 °F) con derrateo por encima de 45 °C (113 °F)	
Humedad relativa	4 %... 100 % con condensación	
Nivel de presión sonora, típica	75 dB(A) a 1 m	
Altitud máxima de funcionamiento	4000 m con reducción de esfuerzo por encima de los 2000 m	
Condiciones físicas		
Especificación de protección ambiental	IP65 (IP54 para sección de refrigeración)	
Refrigeración	Aire forzado	
Tamaño (Al x An x Pr)	750 x 1100 x 261,5 mm / 29,5” x 43,3” x 10,27”	
Peso	70 kg (versión SX)	
Sistema de montaje	Soporte de pared	
Seguridad		
Nivel de aislamiento	Sin transformador	
Marcado	CE	
Normas de seguridad y CEM	IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12 EN 62311, EN 301 489-1, EN 301 489-17, EN 300 328	
Normas de red (consulte su canal de venta para comprobar su disponibilidad)	CEI 0-21, CEI 0-16, DIN V VDE V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, G59/3, DRRG/DEWA, Chile LV/MV, EN 50438 (incluidas las divergencias para Irlanda), RD 1565, RD 413, UTE C15-7-712-1 P.O. 12.3, AS/NZS 4777.3, BDEW, NRS-097-2-1, MEA, PEA, IEC 61727, Guía ISO/IEC 67 (sistema 5) IEC 61683, VFR-2014, IEC 62116, Synergrid C10/11, IRR-DCC-MV, CLC-TS-50549-1/-2	
Versiones del producto disponibles		
Conexiones de entrada con bloque de terminales + descargador de sobretensión tipo 2	PVS-50-TL	PVS-60-TL
Conexiones de entrada con bloque de terminales + interruptor de CC + descargador de sobretensión tipo 2	PVS-50-TL-S	PVS-60-TL-S
15 conexiones de entrada rápida + fusibles (unipolares) + interruptor de CC + descargadores de sobretensión tipo 2	PVS-50-TL-SX	PVS-60-TL-SX
15 conexiones de entrada rápida + fusibles (ambos polos) + interruptor de CC + descargadores de sobretensión tipo 2	PVS-50-TL-SX2	PVS-60-TL-SX2
Accesorios opcionales disponibles		
Descargador tipo 1 + 2 [4]	Disponible	Disponible

[1] Consulte el documento «String inverters – Product Manual appendix» (en inglés) disponible en www.abb.com/solarinverters para obtener información sobre la marca y el modelo del conector de acoplamiento rápido utilizado en el inversor

[2] El intervalo de tensión de CA puede variar en función de los estándares específicos de la red del país

[3] El intervalo de frecuencia puede variar en función de los estándares específicos de la red del país

[4] Artículo con referencia dedicada, solo para la versión SX2

Observación. Las características no mencionadas específicamente en esta hoja de datos no están incluidas en el producto

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ

26/05
2021

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

—

Para obtener más información, comuníquese con su representante local de ABB o visite:

www.abb.com/solarinverters
www.abb.com

—

Nos reservamos el derecho de realizar cambios técnicos o modificar el contenido de este documento sin previo aviso. En relación a las solicitudes de compra, prevalecen los detalles acordados. ABB AG no se hace responsable de posibles errores o de falta de información en este documento.

Nos reservamos los derechos de este documento, los temas que incluye y las ilustraciones que contiene. Se prohíbe cualquier reproducción, revelación a terceros o uso del contenido (ya sea total o parcial) sin previo consentimiento por escrito de ABB AG. Copyright© 2017 ABB Todos los derechos reservados

9AKK107046A2054_ES REV. C 12.07.2018

STP8.0-3AV-40 / STP10.0-3AV-40

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Habilitación Profesional
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA

Compacto

- Montaje por parte de una sola persona gracias al bajo peso de 20,5 kg
- Mínima necesidad de espacio gracias al diseño compacto

Cómodo

- Instalación 100 % plug & play
- Monitorización en línea gratuita a través de Sunny Places
- Servicio automatizado mediante SMA Smart Connected

De gran rendimiento

- Aprovechamiento de la energía sobrante por la limitación dinámica de la potencia activa
- Aumento del rendimiento sin trabajo de montaje gracias a la gestión de sombras integrada SMA ShadeFix

Combinable

- Ampliable en cualquier momento con gestión inteligente de la energía y soluciones de almacenamiento
- Combinable con componentes TS4-R para la optimización de módulos

SUNNY TRIPOWER 8.0 / 10.0

Mayor rendimiento para los hogares particulares: generación inteligente de la energía solar

El nuevo Sunny Tripower 8.0-10.0 garantiza máximos rendimientos energéticos para hogares particulares. Este inversor combina el servicio integrado SMA Smart Connected y una tecnología inteligente para cualquier requisito del entorno. El equipo es fácil de instalar gracias a su diseño extremadamente sencillo. El Sunny Tripower puede ponerse en marcha rápidamente con un smartphone o con una tablet a través de la interfaz de usuario integrada. Para requisitos especiales en el techo, como por ejemplo, las sombras, pueden añadirse fácilmente y de forma precisa los optimizadores de módulos TS4-R. Los estándares de comunicación actuales hacen que el inversor pueda adaptarse con seguridad en el futuro, es decir, que soluciones de gestión inteligente de la energía, así como las soluciones de almacenamiento de SMA pueden ser añadidas de manera flexible en cualquier momento.

SMA SMART CONNECTED

Servicio técnico integrado para un confort absoluto

SMA Smart Connected* es la monitorización gratuita del inversor a través de Sunny Portal de SMA. Si se produce un error en un inversor, SMA informa de manera proactiva al operador de la planta y al instalador. Esto permitirá ahorrar valiosas horas de trabajo y costes.

Con SMA Smart Connected, el instalador se beneficia del diagnóstico rápido de SMA, lo que le permite solucionar los errores con rapidez y ganar la simpatía del cliente gracias a las atractivas prestaciones adicionales.

ACTIVACIÓN DE SMA SMART CONNECTED

El instalador activa SMA Smart Connected durante el registro de la planta en el Sunny Portal y de este modo se beneficia de la monitorización automática de inversores por parte de SMA.

MONITORIZACIÓN AUTOMÁTICA DEL INVERSOR

Con SMA Smart Connected, SMA se hace cargo de la monitorización de los inversores. SMA supervisa cada uno de los inversores de forma automática y permanente para detectar anomalías en el funcionamiento. De este modo, los clientes se benefician de la vasta experiencia de SMA.

COMUNICACIÓN PROACTIVA EN CASO DE ERRORES

Tras el diagnóstico y el análisis de un error, SMA informa inmediatamente al instalador y al cliente final por correo electrónico. Así todas las partes están perfectamente preparadas para corregir el error. Esto minimiza el tiempo de parada y, en consecuencia, permite ahorrar tiempo y dinero. Gracias a los informes periódicos sobre el rendimiento, se obtienen valiosas conclusiones adicionales acerca del sistema completo.

SERVICIO DE RECAMBIO

En caso de requerirse un equipo de recambio, SMA suministra automáticamente un nuevo inversor en el plazo de 1 a 3 días tras haberse diagnosticado el error. El instalador puede dirigirse de forma activa al operador de la planta para la sustitución del inversor.

SERVICIO DE RENDIMIENTO

El operador de la planta puede exigir un pago compensatorio de parte de SMA si el inversor de recambio no ha sido entregado dentro del plazo de 3 días.

* Para más detalles, véase el documento "Descripción de los servicios: SMA SMART CONNECTED"

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra
Colegiado: 555 David Gordejuela Gutiérrez
Colegiado: 1020 JAVIER GORDEJUELA GUTIERREZ
Habilitación Profesional
26/05 2021
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 210718
COIINA