Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

Índice del proyecto

- Documento nº 1: Memoria y anejos a la memoria
  - Anejo 1: Memoria de cálculo BT
  - Anejo 2: Memoria de cálculo MT
  - Anejo 3: Configuración eléctrica
  - Anejo 4: Estudio de producción energética IFV
  - Anejo 5: Trazado de viales
  - Anejo 6: Movimiento de tierras
  - Anejo 7: Justificación de la sección del firme
  - Anejo 8: Estudio de seguridad y salud
  - Anejo 9: Fichas técnicas de equipos principales
  - Anejo 10: Cronograma
  - Anejo 11: Estudio de gestión de residuos
  - Anejo 12: RBDA
  - Anejo 13: Plan de desmantelamiento
- Documento nº 2: Planos
  - 1. Planos generales
  - 2. Planos obra civil
  - 3. Planos mecánicos
  - 4. Planos eléctricos
- Documento nº 3: Pliego de condiciones
- Documento nº 4: Presupuesto

Características principales

Elemento	Parámetro	Unidad	
Módulo FV	Fabricante y modelo	-	Jinko JKM580M-7RL4-V
	Tecnología	-	Bi-facial
	Potencia	Wp	580
	Número de módulos	Qty	10.452
Estructura Soporte	Tipo	-	Seguidor Horizontal de 1 eje N-S
	Fabricante y modelo	-	PVHardware
	Configuración	-	2V
	Pendiente N-S tolerada	%	14
	Número de estructuras	Qty	402
Inversor	Tipo	-	Central
	Fabricante y modelo	-	Ingeteam -1675TL B645
	Potencia AC configurada a 30 ºC	kW	1.650,00
	Potencia AC a 50 ºC	kW	1.508,00
	Número de inversores	Qty	3
Centro de Transformación	Fabricante y modelo	-	Ingeteam PowerStation 5400 FSK
	Potencia AC a 30ºC	kVA	4.950,00
	Número de centros de transformación	Qty	1
Aerogenerador	Fabricante y modelo	-	Nordex modelo 175/6.X
	Potencia	kVA	4.950
	Número de aerogeneradores	Qty	1
Parámetros de Diseño	Tª de diseño	ºC	30
	Nº de módulos / string	Qty.	26
	Pitch	m	10,5
	Nº de strings	Qty	402
	Potencia de acceso en el Punto de conexión	MW	4,95
	Potencia Pico	MW	6,06
	Potencia Instalada fotovoltaica	MW	4,95
	Potencia parque eólico	MW	4,95
Características de la instalación	Coordenada UTM ETRS89 Huso 29	X	750.660
	Coordenada UTM ETRS89 Huso 29	Y	4.059.803
	Superficie de las parcelas catastrales	ha	99,16
	Superficie ocupada por el vallado	ha	8,11
	Longitud del vallado	m	1.090

Documento nº 1: Memoria

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA 5

1. DATOS GENERALES 6

1.1. OBJETO DEL PROYECTO 6
1.2. ANTECEDENTES 6
1.3. POTENCIA INSTALADA 7
1.3.1. Capacidad de acceso en el punto de conexión 7
1.3.2. Potencia instalada 7
1.4. IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR 8
1.5. ORDEN DE ENCARGO 8
1.6. DATOS DEL PROYECTISTA 8
1.7. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 8
1.8. NORMATIVA DE APLICACIÓN 10

2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA 13

2.1. SITUACIÓN 13
2.2. ACCESOS 16
2.2.1. Acceso al parque eólico 16
2.2.2. Accesos a la planta solar fotovoltaica 16
2.3. ESTUDIO DE AFECCIONES 17
2.3.1. Afección a Vías Pecuarias 18
2.3.2. Riesgo Sísmico 18
2.3.3. Afección a carreteras 19
2.3.4. Afección oleoducto 19
2.3.5. Afección a líneas eléctricas 20
2.3.6. Afección a líneas férreas 22
2.3.7. Afección a la red hidrográfica 23
2.3.8. Afección urbanística 27

3. FUNCIONAMIENTO PARQUE SOLAR 28

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN SOLAR 29

4.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES 29
4.2. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA 30

5. DESCRIPCIÓN DEL PARQUE EÓLICO 31

5.1. AEROGENERADORES 32
5.1.1. Ubicación 32
5.1.2. Descripción del aerogenerador 33
5.2. DESCRIPCIÓN DE LA EVACUACIÓN 33

6. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 34

6.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 34
6.2. INVERSOR FOTOVOLTAICO 35
6.3. ESTRUCTURA SOPORTE (SEGUIDORES) 38
6.4. ESTACIÓN DE POTENCIA TIPO SKID 39
6.4.1. Transformador 41

6.4.2. Celdas de media tensión 41
6.4.3. Transformación auxiliar / instalación C.A. cuadro de SSAA 42
6.4.4. UPS 43
6.4.5. Cuadro de comunicaciones/control 43

7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN (BT) PARQUE SOLAR 43

8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (MT) PARQUE SOLAR 44

9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARQUE EÓLICO 45

9.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EVACUACIÓN 45
9.2. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN 45
9.3. PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS 46
9.4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN 46
9.5. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 47

10. SISTEMA DE PROTECCIONES 48

10.1. PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA 49
10.2. PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA 50
10.3. RED DE TIERRAS 50
10.4. PUESTA A TIERRA 52

11. CENTRO DE SECCIONAMIENTO 54

11.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN 54
11.2. DESCRIPCIÓN 55
11.3. CENTRO DE HORMIGÓN PREFABRICADO 56
11.4. TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 58
11.5. CELDAS DE 30 KV 59
11.6. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 60
11.7. INTERCONEXIÓN MT 60
11.8. INTERCONEXIÓN B.T. 60
11.9. MEDIDA 60

12. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS 61

12.1. TOPOGRAFÍA 61
12.2. OBRA CIVIL PARQUE SOLAR 62
12.2.1. Cimentación seguidor solar 62
12.2.2. Preparación del terreno y movimientos de tierra 62
12.2.3. Canalizaciones 63
12.2.4. Viales internos 64
12.2.5. Vallado perimetral 65
12.2.6. Estudio geotécnico 66
12.2.7. Sistema de drenaje 66
12.3. OBRA CIVIL PARQUE EÓLICO 67
12.3.1. Accesos 68
12.3.2. Viales internos 70
12.3.3. Plataformas 74
12.3.4. Cimentaciones 76
12.3.5. Zanjas y canalizaciones 77
12.3.6. Resumen de superficies ocupadas 79

12.3.7. Restauración ambiental 79
12.4. SISTEMA DE SEGURIDAD 80
12.5. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL 80
12.5.1. Comunicaciones de fibra óptica 81
12.5.2. Estación meteorológica 81
12.5.3. Contador 82
12.5.4. Inversores 83
12.5.5. Sistema de control de planta (PPC) 83
12.6. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 85
12.7. SUMINISTRO DE EQUIPOS 85
12.8. MONTAJE MECÁNICO 86
12.8.1. Montaje de seguidores y módulos 86
12.8.2. Montaje de Estación de Potencia 86
12.9. MONTAJE ELÉCTRICO 86
12.9.1. Baja tensión (BT) 86
12.9.2. Media tensión (MT) 87

13. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE INTERCONEXIÓN PARQUE EÓLICO 89

13.1. INFORMACIÓN GENERAL 89
13.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO 90
13.3. TRAZADO 90
13.4. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 91
13.4.1. Características del conductor 91
13.4.2. Disposición de montaje 91
13.4.3. Accesorios 92
13.4.4. Terminaciones 92
13.4.5. Empalmes 92
13.4.6. Cable de comunicación 92
13.4.7. Sistema de puesta a tierra 93
13.4.8. Derivaciones 93
13.4.9. Ensayos eléctricos después de la instalación 93
13.4.10. Canalización 94
13.4.11. Arquetas 94
13.5. DISTANCIAS REGLAMENTARIAS A AFECCIONES LSMT 94
13.5.1. Cruzamientos 94
13.5.2. Proximidades y paralelismos 97

14. RESUMEN DE PRESUPUESTO 99

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Datos generales

1.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es la definición de las características de la Instalación Hibrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" que consta de un parque eólico de una potencia de 4,95 MW y un parque solar de 6,06 MWp de potencia pico y 4,95 MWn de potencia instalada, la LMT de interconexión para el parque eólico y la instalación fotovoltaica hasta llegar al centro de seccionamiento para la legalización ante los organismos correspondientes.

La energía generada en el aerogenerador se conectará mediante una línea de media tensión subterránea hasta el centro de seccionamiento. Al centro de seccionamiento también se conectará una estación de potencia del parque solar. Luego desde el centro de seccionamiento partirá una línea de evacuación de media tensión en 15 kV (Objeto de otro proyecto) que evacuará en la Subestación Areasur (propiedad de EDE).

Las instalaciones se proyectan en el municipio de El Puerto de Santa María, municipio perteneciente a la provincia de Cádiz.

La finalidad del presente documento es servir de proyecto para la realización de las gestiones necesarias ante las administraciones y los organismos correspondientes, entre otros trámites administrativos para la solicitud de la Autorización Administrativa Previa y la Autorización Administrativa de Construcción.

1.2. Antecedentes

El consumo energético en la sociedad actual crece de forma notable cada año, por lo que llegará un momento en que los recursos naturales usados actualmente se agotarán o se verán reducidos en gran medida.

Además, los sistemas de generación energética tradicionales, como son las centrales nucleares y las centrales térmicas de carbón, tienen un impacto negativo sobre el medioambiente. Por todo ello, urge la necesidad de desarrollar proyectos de generación de energía mediante fuentes renovables, en los que la generación se realiza mediante fuentes inagotables y respetuosas con el medio ambiente.

En particular, la generación mediante energía solar fotovoltaica como fuente de generación renovable, consiste en la transformación de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, siendo una de las fuentes más ecológicas debido al bajo impacto ambiental que presenta. Se caracteriza por reducir la emisión de agentes contaminantes (CO2, NOx y SOx principalmente), no necesitar ningún suministro exterior, presentar un reducido mantenimiento y utilizar para su funcionamiento un recurso que es una fuente inagotable.

En este contexto, la sociedad Bogaris PV33, S.L. es la promotora de la Instalación Hibrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad", en el término municipal de El Puerto de Santa María (Cádiz), cuya energía generada evacúa en la SET Areasur 15 kV, propiedad de Endesa Distribución.

1.3. Potencia instalada

A continuación, se establecen las potencias del Proyecto tal y como establece el Real Decreto 1183/2020 y Real Decreto-Ley 23/2020.

1.3.1. Capacidad de acceso en el punto de conexión

Tal y como establece el Real Decreto-ley 23/2020 en su artículo 4, la Capacidad de acceso de la instalación conforme al permiso de acceso de conexión otorgado por Endesa Distribución es de 4,95 MW.

1.3.2. Potencia instalada

Según la disposición final tercera del Real Decreto 1183/2020, la potencia instalada se define como:

En el caso de la instalación fotovoltaica, la potencia instalada será la menor de entre las dos siguientes:

a) La suma de las potencias máximas unitarias de los módulos fotovoltaicos que configuran dicha instalación, medidas en condiciones estándar según la norma UNE correspondiente.

b) La potencia máxima del inversor o, en su caso, la suma de las potencias de los inversores que configuran dicha instalación.

En el caso de la instalación eólica:

"La potencia instalada se corresponderá con la potencia activa máxima que puede alcanzar una unidad de producción y vendrá determinada por la potencia menor de las especificadas en las placas de características de los grupos de motor, turbina o alternador instalados en serie, en su caso, cuando la instalación configurada por varios motores, turbinas o alternadores en paralelo será la menor de las sumas de las potencias de las placas de características de los motores, turbinas o alternadores que se encuentren en paralelo".

Por lo tanto, para la Instalación Hibrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" se obtienen los siguientes valores:

Número de módulos	10.452
Potencia unitaria cara delantera en STC	580
Potencia pico	**6,06 MW**
Número de inversores	3

Potencia unitaria configurada del inversor (30ºC)	1.650,00 kW
Potencia máxima de inversores	**4,95 MW**
Número de aerogeneradores	1
Potencia unitaria	4.950,00 kW
Potencia máxima aerogeneradores	**4,95 MW**

Tabla 1. Potencia instalada

Según los valores recogidos en la tabla anterior, la potencia instalada del parque solar será de 4,95 MW y la potencia instalada del parque eólico será de 4,95 MW.

1.4. Identificación del titular

El titular del proyecto es la sociedad Bogaris PV33, S.L., con C.I.F.: B-90409558 y con domicilio a efectos de notificaciones en la C/ Avenida Charles Darwin, s/n, Pabellón Monorraíl, CP: 41092, Sevilla, España.

1.5. Orden de encargo

La sociedad mercantil Bogaris PV33, S.L., con domicilio en C/ Avenida Charles Darwin, s/n, Pabellón Monorraíl, CP: 41092, Sevilla, España y CIF: B-90409558 encarga a Don Manuel Cañas Mayordomo en representación de Ingnova Enterprise, S.L. con domicilio a efectos de notificaciones en C/ Tomas de Aquino 14, Local en Córdoba (C.P.: 14004) y CIF: B-56006984, la elaboración del "**Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)"**

1.6. Datos del proyectista

El presente proyecto básico ha sido redactado por:

- Proyectista: Manuel Cañas Mayordomo
- Titulación: Ingeniero Técnico Superior
- Proyectista: Daniel Correro Cabrera
- Titulación: Ingeniero Industrial
- Empresa: Ingnova Enterprise S.L.
- Dirección: C/ Tomas de Aquino 14, Local en Córdoba (C.P.: 14004)
- CIF: B-56006984

1.7. Justificación del proyecto

Las actuaciones contempladas en el presente proyecto consisten en la construcción de una planta de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables capaz de generar 4,95 MW en el punto de conexión.

La Directiva 2018/2001 de fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables establece los objetivos mínimos en materia de energías renovables que

debe alcanzar la Unión Europea, así como cada uno de sus estados miembros, estableciendo:

- Objetivo de energías renovables en el conjunto de la UE del 32% en 2030.
- Mejora del diseño y la estabilidad de los esquemas de apoyo para las energías renovables.
- Busca racionalizar y reducir los procedimientos administrativos.
- Establece un marco regulatorio claro y estable para el autoconsumo.
- Pone al ciudadano en el centro de la Unión de la Energía mediante, entre otros, la creación de la figura de la comunidad de energía renovable.
- Aumenta el nivel de ambición en los sectores del transporte y de calefacción/refrigeración.
- Mejora la sostenibilidad de la bioenergía.

Además, desde el sector eléctrico español se encuentra en fase de borrador el nuevo Plan Nacional de Energía y Clima 2021-2030, mediante el cual se pretenden cumplir los siguientes objetivos:

- 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42% de energías renovables sobre el consumo total de energía final.
- 39,5% de mejora de la eficiencia energética.
- En 2050, el objetivo es alcanzar la neutralidad climática con la reducción de al menos un 90% de nuestras emisiones brutas totales de GEI, en total coherencia con los objetivos de la Unión Europea. Además, alcanzar un sistema eléctrico 100% en 2050.
- La economía se electrifica con mayor intensidad gracias a las medidas introducidas. El consumo final de electricidad pasa de representar un 23% del mix de energía final en 2015 al 27% en 2030.
- En el año 2030 se prevé una potencia total instalada en el sector eléctrico de 160.837 MW, de los que 50.333 serán energía eólica, 39.181 solar fotovoltaica, 26.612 centrales de ciclo combinado de gas, 17.296 hidráulica y bombeo mixto y 7.303 solar termoeléctrica.
- Prevé añadir otros 59 GW de potencia renovable y 6 GW de almacenamiento (3,5 GW de bombeo y 2,5 GW de baterías), con una presencia equilibrada de las diferentes tecnologías renovables.
- El nivel de penetración de energías renovables en el sector de la generación eléctrica alcanzará en 2030 el 74%, desde el aproximadamente 38-40% actual.
- La generación eléctrica prevista para el año 2030 es de 346.290 GWh. Las principales contribuciones a dicha generación provendrán de las siguientes fuentes: la eólica aportará 119.520 GWh; la solar fotovoltaica 70.491; la hidráulica, 28.351; la nuclear 24.952, los ciclos combinados, 32.725.
- No será necesaria la presencia de potencia de generación de respaldo adicional de centrales de gas para cubrir los periodos de baja generación renovable.
- El sector eléctrico presentará una reducción de emisiones de un 72% entre los años 2017 y 2030.

- El sector energético será el sector de la economía que lidera la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- La inversión total requerida para la transformación del sector eléctrico (renovables y redes) sobrepasará los 150.000 millones de euros a lo largo de la década 2021-2030. Incluirá las inversiones en tecnologías renovables y en la ampliación y modernización de las redes de transporte y distribución. Esa inversión será realizada mayoritariamente por el sector privado.

Por lo tanto, las instalaciones del proyecto generan electricidad a partir de fuentes de energía que poseen la capacidad de regenerarse por sí mismas por lo que son inagotables si se utilizan de forma sostenible.

Este tipo de proyectos presentan numerosas ventajas respecto a otras instalaciones energéticas, entre las que se encuentran:

a. Disminución de la dependencia de fuentes fósiles para el abastecimiento energético, contribuyendo a la implantación de un sistema energético favorable y sostenible y a una diversificación de las fuentes primarias de energía.

b. Utilización de recursos renovables.

c. No emisión de CO2 y otros gases contaminantes a la atmósfera.

d. Baja tasa de producción de residuos y vertidos contaminantes en su fase de operación.

Según lo expuesto anteriormente, se justifica que la generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables es de utilidad pública e interés social.

1.8. Normativa de aplicación

El presente proyecto ejecutivo se ha elaborado teniendo en cuenta la siguiente normativa:

Normativa energética

- 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.
- Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuo.
- Real Decreto – Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

- Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas (BOJA nº 98 de 18/05/2007), así como su corrección de errores (BOJA núm. 80, de 24/11/2007).
- Resolución de 26 de marzo de 2018, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se modifica la Instrucción Técnica Componentes (YTC-FV-04) de la Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas (BOJA núm, 66, de 06/04/2018).

Normativa Local

- Plan General de Ordenación Urbana de El Puerto de Santa María.

Instalaciones eléctricas

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus ITC-BT-01 a 52.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión aprobado por el real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de eléctricas de alta tensión y sus instrucciones complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Ministerio de Industria y Energía. Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen las normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y centrales de Autogeneración eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Instrucciones y normas particulares de la compañía Suministradora de Energía Eléctrica.

Obra civil

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.
- ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- Real Decreto 314/2006, de 17 marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad estructural.
- Orden de 16 de diciembre de 1991 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967.
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de señalización de obras fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

Seguridad y salud

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- 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.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre dimensiones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre "Señalizaciones de Obras" y consideraciones sobre "Limpieza y Terminación de las Obras".
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- Real Decreto 2177/2014, de 12 de noviembre, por el que se modifica el 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.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección para la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Servidumbres aeronáuticas

- Decreto 584 de 1972, de 24 de febrero, de Servidumbres Aeronáuticas
- Real Decreto 297/2013, de 26 de abril, (BOE núm., 118, de 17 de mayo de 2013), que establece el marco normativo en materia de servidumbres aeronáuticas

2. Caracterización de la Zona

2.1. Situación

La Instalación Hibrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" se localiza en el término municipal de El Puerto de Santa María (Cádiz). El fin de la instalación es la generación de energía eléctrica e inyección a la red en el nudo de distribución SET Areasur de 15 kV.

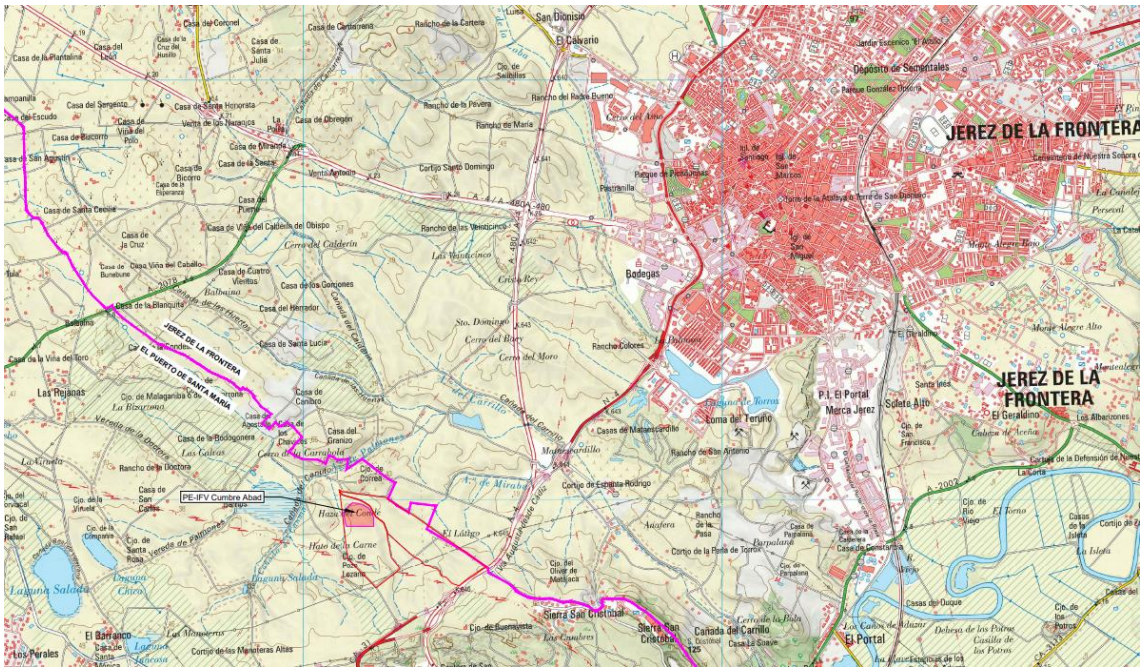


Ilustración 1. Situación

Las coordenadas del centro geométrico de la instalación es la siguiente:

Coordenadas UTM Huso 29		
Instalación	X	Y
Fotovoltaica	750.660	4.059.803
Eólica	750.950	4.059.939

Tabla 2. Coordenadas del emplazamiento

Las parcelas catastrales donde se localizan las instalaciones son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (m^2)	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	9	3	548.282	11027A00900003
El Puerto de Santa María	9	7	443.366	11027A00900007

Tabla 3. Datos catastrales



Ilustración 2.Localización

Las coordenadas del vallado perimetral son las siguientes:

Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29		
1	750.587	4.059.962
2	750.801	4.059.873
3	750.840	4.059.789
4	750.840	4.059.680
5	750.516	4.059.680
6	750.482	4.059.848

Tabla 4. Coordenadas vallado perimetral

La superficie total de la parcela de la instalación solar es 54,82 ha, cuya superficie ocupada por la instalación fotovoltaica mediante su cerramiento perimetral es de 8,12 ha con una longitud de vallado de 1.090,51 m.

La parcela catastral donde se localizará la torre de medición:

Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (m2)	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	9	7	443.366	11027A00900007

Tabla 5. Datos catastrales torre de medición

La ubicación de la torre es tal que la toma de medidas se puede considerar representativa para los futuros parques eólicos. En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de ubicación de la torre de medición del proyecto:

Coordenadas UTM Huso 29	
X	Y
750.950	4.059.939

Tabla 6. Localización torre de medición

En los Planos Nº 1.1: Situación y Nº 1.2: Emplazamiento se podrá observar con más detalle el emplazamiento de la instalación.

2.2. Accesos

2.2.1. Acceso al parque eólico

El acceso al parque eólico se realizará desde la Autovía del Sur A–4, la cual se encuentra actualmente en buen estado de conservación, cercano al P.K. 646. Desde dicha carretera se accederá a las dos zonas del parque eólico a través de caminos públicos existentes.

Para facilitar el paso y giro de la maquinaria y camiones implicados en la obra, el entronque de dicho vial con la carretera deberá ser actualizado, dicha reforma se realizará de acuerdo a la normativa vigente.

A continuación, se muestra una imagen de los puntos de conexión previstos de viales de acceso con la autovía A–4.

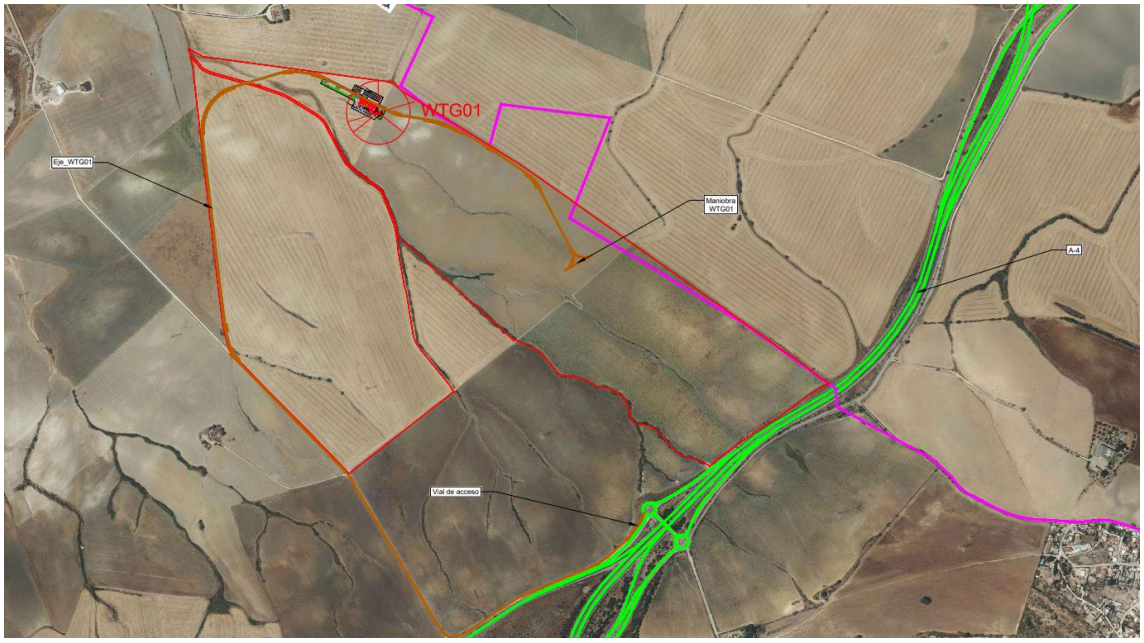


Ilustración 3. Acceso al parque eólico

2.2.2. Accesos a la planta solar fotovoltaica

El acceso principal a la Planta Solar se proyecta a través de caminos públicos existentes.

Las coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 29) de referencia de las puertas de acceso de la Planta Solar son las siguientes:

Acceso	X	Y
Acceso 1	750.487	4.059.817

Tabla 7. Accesos a la planta solar



Ilustración 4. Accesos a la planta solar

2.3. Estudio de afecciones

Los organismos competentes que pudieran verse afectados por la implantación del Proyecto son los listados a continuación:

- Ayuntamiento de El Puerto de Santa María.
- Confederación hidrográfica del Guadalete-Barbate
- Delegación territorial de Cádiz de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda
- Ministerio para la Transición Ecológica y el reto demográfico.
- Delegación territorial de Cádiz de Turismo, Cultura y Deporte
- Endesa Distribución
- Red Eléctrica España
- SEO Bird Life
- Ecologistas en acción
- Aeropuertos Españoles y Navegación Aerea (AENA)

- Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
- Ministerio de defensa
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana
- Enagas
- Delegación territorial de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul

2.3.1. Afección a Vías Pecuarias

Cerca del emplazamiento de las instalaciones se localizan vías pecuarias, pero no causarán afección a las instalaciones.

2.3.2. Riesgo Sísmico

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad, g, la aceleración sísmica básica, ab- un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno- y el coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

La figura que se muestra a continuación ilustra la evaluación de los riesgos sísmicos y volcánicos en la zona de actuación del Proyecto, que como se puede observar, están clasificados de riesgo bajo (aceleración entre 0,10g y 0,11g) y una intensidad de VI en la Escala de Mercalli.

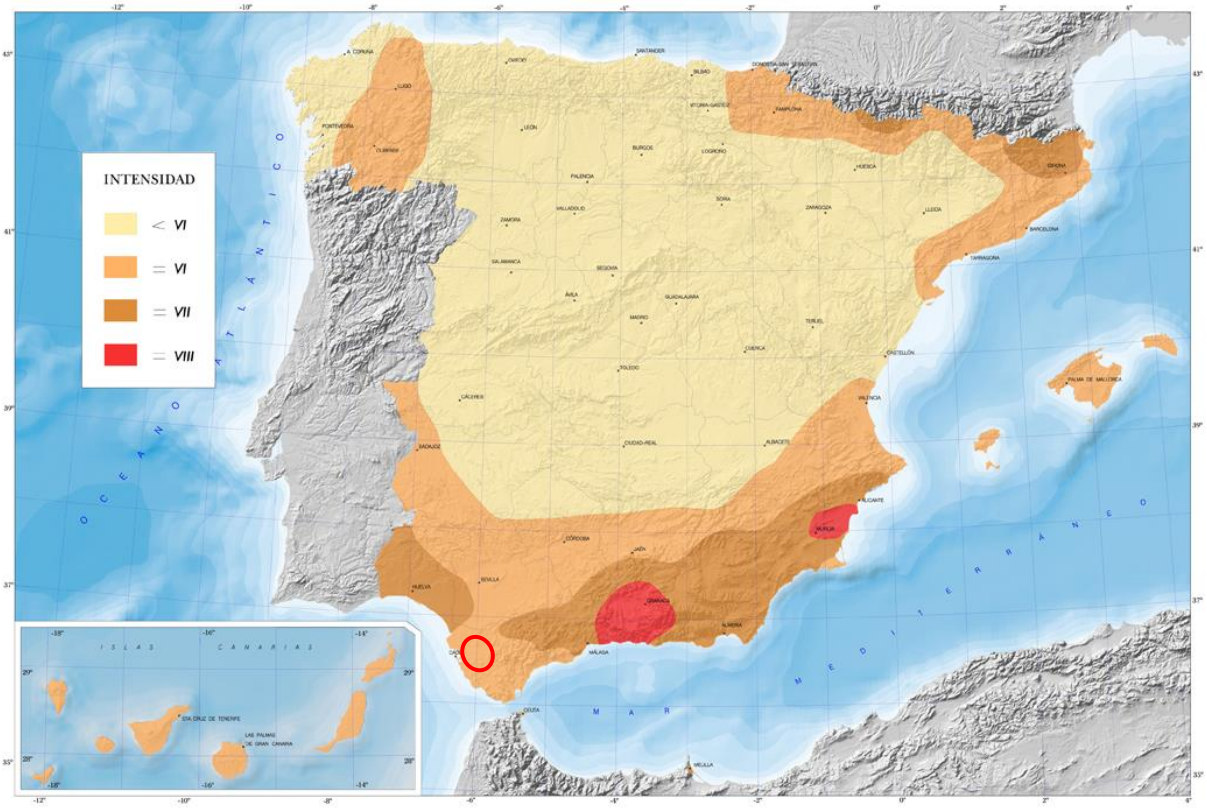


Ilustración 5. Mapa de riesgo sísmico

2.3.3. Afección a carreteras

En base al *Artículo 33. Zona de limitación a la Edificabilidad*, de la *Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras,* se establecen las siguientes distancias mínimas para carreteras nacionales:

- *"A ambos lados de las carreteras del Estado se establece la línea límite de edificación, que se sitúa a 50 metros en autopistas y autovías y a 25 metros en carreteras convencionales y carreteras multicarril, medidos horizontal y perpendicularmente a partir de la arista exterior de la calzada más próxima. La arista exterior de la calzada es el borde exterior de la parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos en general.*

  La franja de terreno comprendida entre las líneas límite de edificación establecidas en las respectivas márgenes de una vía se denomina zona de limitación a la edificabilidad. Queda prohibido en esta zona cualquier tipo de obra de construcción, reconstrucción o ampliación, incluidas las que se desarrollen en el subsuelo, o cambio de uso, a excepción de las que resultaren imprescindibles para la conservación y mantenimiento de las construcciones o instalaciones ya existentes".

No existe ninguna carreteras que se encuentre cerca de las instalaciones por lo que no tendría alguna afección sobre la misma. Desde la Autovías del Sur A-4, se realizará el acceso a las instalaciones.

2.3.4. Afección oleoducto

En las inmediaciones de la instalación transcurre un oleoducto que no llegará a causar afección en ésta, tal y como se muestra en la imagen.

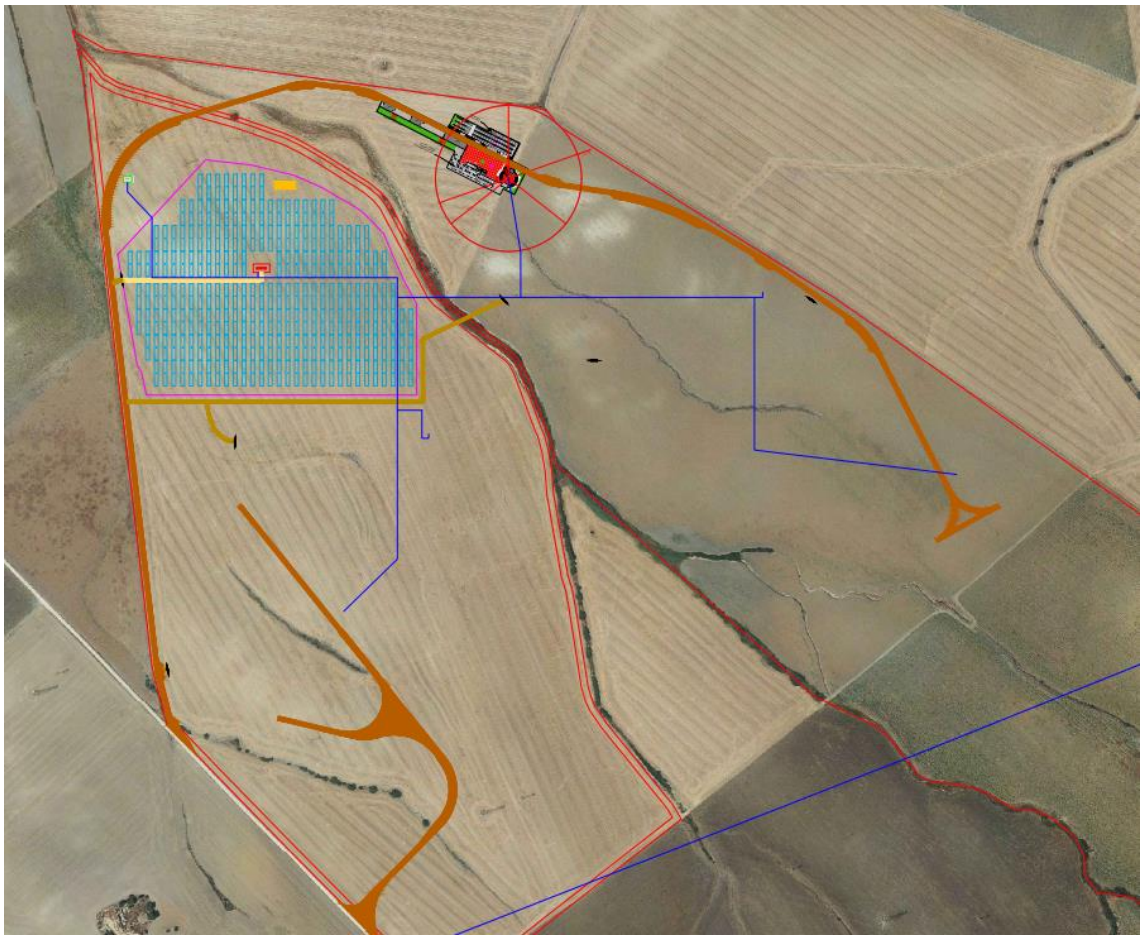


Ilustración 6. Oleoductos

2.3.5. Afección a líneas eléctricas

En la zona norte de la instalación se localiza una línea de 66 kV propiedad de Edistribución y en la zona suroeste, se localiza una línea de 66 kV y una línea de 15 kV propiedad de Edistribución, en el caso de la línea de 66 kV al norte, se respetará en todo momento las distancias de seguridad y servidumbre para que no causen afección sobre ésta como puede observarse en la siguiente imagen:



Ilustración 7. Líneas eléctricas

De cara a la implantación de los elementos que forman la planta, tales como trackers y centros de transformación, se establece una distancia de seguridad estimada para la servidumbre de vuelo de las líneas existentes.

Según se indica en el apartado 5.12 del ITC-LAT-07, conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$$Dadd + Del = 3{,}3 + Del \text{ en metros,}$$

con un mínimo de 5 metros. Los valores de Del se indican en el apartado 5.2 en función de la tensión más elevada de la línea.

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

- Sobre puntos accesibles a las personas: 5,5 + Del metros, con un mínimo de 6 metros.
- Sobre puntos no accesibles a las personas: 3,3 + Del metros, con un mínimo de 4 metros.

Se procurará asimismo en las condiciones más desfavorables, el mantener las anteriores distancias, en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatos.

2.3.6. Afección a líneas férreas

De acuerdo a la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario, se establecen las siguientes restricciones:

- *Zona de Dominio Público: Comprenden la zona de dominio público los terrenos ocupados por las líneas ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General y una franja de terreno de ocho metros a cada lado de la plataforma, medida en horizontal y perpendicularmente al eje de la misma, desde la arista exterior de la explanación.*

- *Zona de Protección: La zona de protección de las líneas ferroviarias consiste en una franja de terreno a cada lado de las mismas delimitada, interiormente, por la zona de dominio público definida en el artículo anterior y, exteriormente, por dos líneas paralelas situadas a 70 metros de las aristas exteriores de la explanación.*

- *Límite de Edificación: ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General se establece la línea límite de edificación, desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de construcción, reconstrucción o ampliación, a excepción de las que resultaren imprescindibles para la conservación y mantenimiento de las edificaciones existentes.*

  La línea límite de edificación se sitúa a cincuenta metros de la arista exterior más próxima de la plataforma, medidos horizontalmente a partir de la mencionada arista.

No existe ninguna línea férrea que se encuentre cerca de las instalaciones por lo que no tendría alguna afección sobre la misma.

2.3.7. Afección a la red hidrográfica

En la zona de actuación del Proyecto se localizan diferentes cauces pertenecientes a la "Confederación hidrográfica del Guadalete-Barbate".

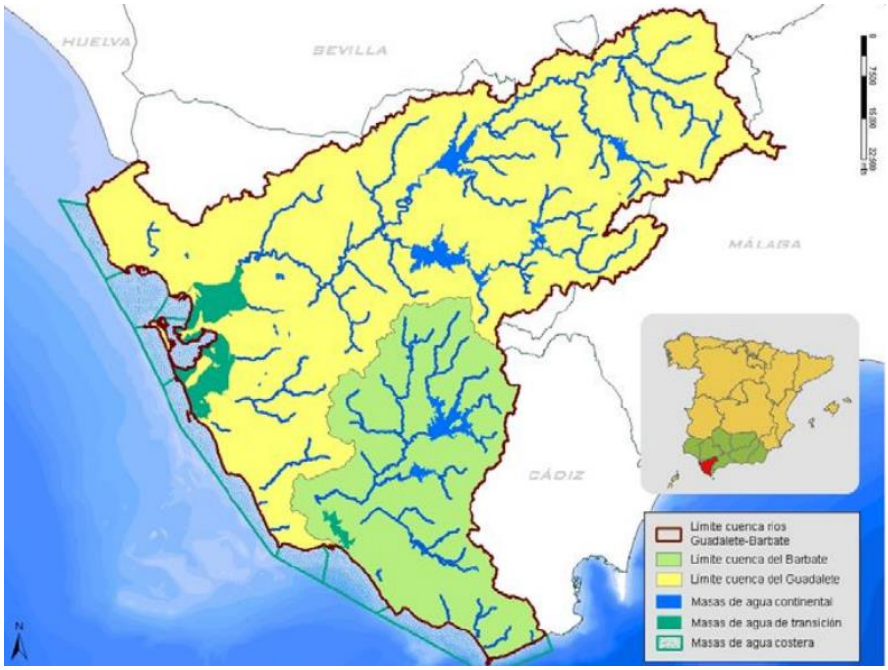


Ilustración 8. Confederación hidrográfica del Guadalete-Barbate

Destacar que los cauces no quedan afectados por la implantación según lo establecido en la delimitación de Dominio Público, respetando la zona de servidumbre y la zona inundable.

A continuación, se muestra la hidrografía afectada en la zona de estudio.

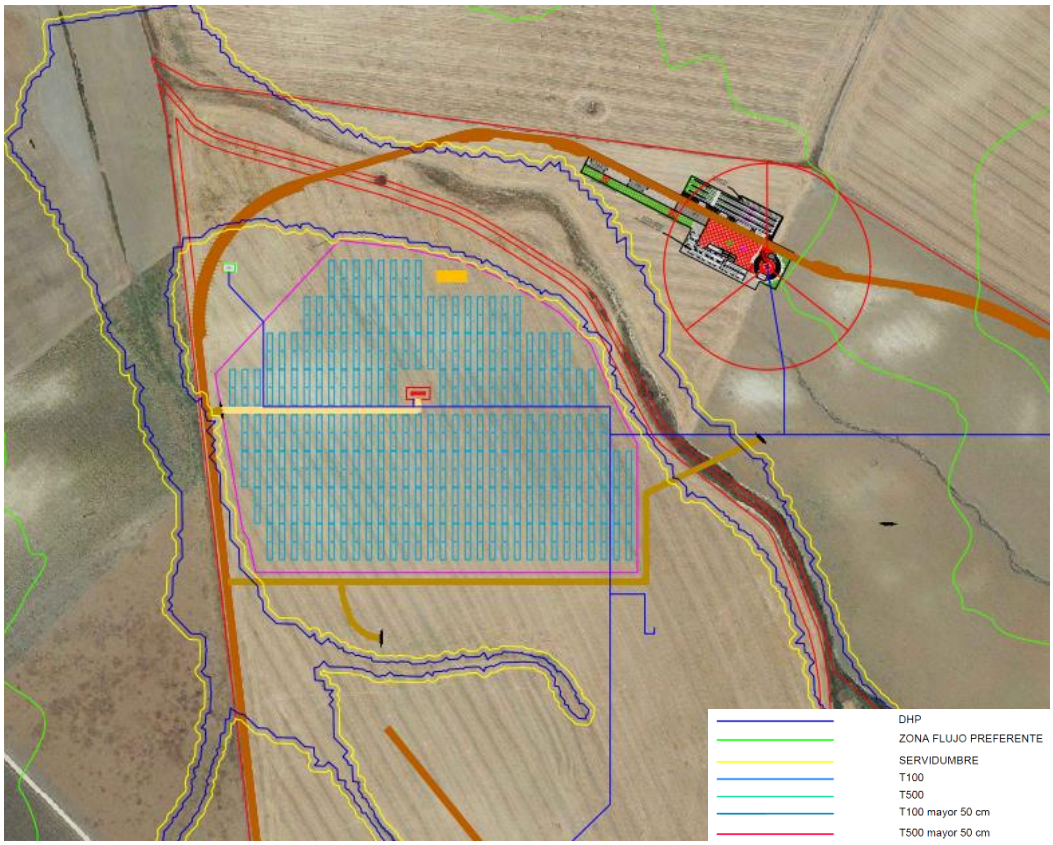


Ilustración 9. Red hidrográfica

En base a lo definido por la "Delimitación del Dominio Público Hidráulico se establecen las siguientes distancias mínimas:

- Zona de Servidumbre: corresponde a la franja de 5 m que linda con el cauce, dentro de la zona de policía, y que se reserva para usos de vigilancia, pesca y salvamento.

- Zona de Policía: es la constituida por una franja lateral de 100 m de anchura a cada lado, contados a partir de la línea que delimita el cauce, en la que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen. Su tamaño se puede ampliar hasta recoger la zona de flujo preferente, la cual es la zona constituida por la unión de la zona donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

En el apartado *2.3.7.3. Afección por flujo preferente y zonas inundables* se profundiza en la Delimitación del Dominio Público Hidráulico del proyecto.



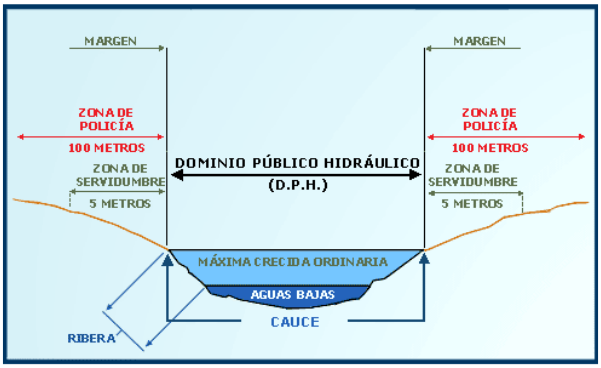


Ilustración 10. Zonificación del espacio fluvial (MITECO)

2.3.7.1. Disponibilidad de recursos hídricos

Para la limpieza de las instalaciones, así como para el mantenimiento de las placas solares se contratará una empresa autorizada que se encargará de realizar esas labores y que contará con las autorizaciones pertinentes que se presentarán debidamente en este organismo cuando se formalice la contratación.

2.3.7.2. Evacuación de aguas pluviales

En cuanto al trasvase de aguas pluviales, se realizará si fuese necesario, un sistema de evacuación de aguas que evacúe todas las pluviales hacia los drenajes naturales de las fincas. El sistema de drenaje debe estar diseñado para controlar, conducir y filtrar el agua al terreno. El drenaje de las aguas de escorrentía superficial será canalizado mediante una red de cunetas longitudinales en los viales de la instalación fotovoltaica. Estas cunetas captarán las escorrentías y las conducirán hasta los puntos bajos del trazado, donde se localizan las obras de fábrica de paso de pluviales bajo los caminos, que dan continuidad a la red de drenaje natural de la parcela. Se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas provenientes de fincas colindantes.

En ningún caso se trasvasarán aguas pluviales a una cuenca distinta a la aportadora. Así mismo, se respetarán los actuales puntos de desagüe a los cauces, es decir, no se trasladarán ni se crearán otros distintos que puedan provocar perjuicio a terceras aguas abajo.

No se construirán obras sobre el DPH que impidan o dificulten la continuidad longitudinal de los cauces, así como obras de protección (sobreelevaciones del terreno, muros…) frente a avenidas.

Para todas las actuaciones descritas se solicitará la autorización expresa por parte del organismo de Cuenca.

2.3.7.3. Afección por flujo preferente y zonas inundables

En el Real Decreto 849/1986, se especifica lo siguiente con respecto a las actividades en la zona de policía:

Para realizar cualquier tipo de construcción en zona de policía de cauces, se exigirá la autorización previa al organismo de cuenca, a menos que el correspondiente

Plan de Ordenación Urbana, otras figuras de ordenamiento urbanístico o planes de obras de la Administración, hubieran sido informados por el organismo de cuenca y hubieran recogido las oportunas previsiones formuladas al efecto. En todos los casos, los proyectos derivados del desarrollo del planeamiento deberán ser comunicados al organismo de cuenca para que se analicen las posibles afecciones al dominio público hidráulico y a lo dispuesto en el artículo 9, 9 bis, 9 ter, 9 quáter, 14 y 14 bis del citado Real Decreto.

El procedimiento de actuación administrativa aparece definido en los artículos 240 a 242 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Resulta necesario, en ciertos casos, definir con claridad los límites del dominio público hidráulico y sus zonas asociadas, con objeto no sólo de proteger dicho dominio sino también de poder evitar o disminuir riesgos potenciales en áreas contiguas de propiedad privada.

En lo que respecta al presente apartado de "afección por flujo preferente y zonas inundables", atendiendo a las limitaciones de usos aplicables a nivel estatal definidas en los artículos 9 bis, 9 ter, 9 quáter y 14 bis del Reglamento de Dominio Público Hidráulico para las instalaciones objeto del proyecto no resulta limitante las avenidas de T100 y T500, debiéndose respetar exclusivamente, para la tipología de actuación proyectada, los límites establecidos por la Zona de Servidumbre y Zona de Flujo Preferente.

En las áreas afectadas por la Zona de flujo preferente y en las Zonas de Servidumbre no se ocuparán con módulos fotovoltaicos ni instalación alguna. Asimismo, no se realizarán acopios de material ni se almacenarán residuos que puedan ser arrastrados o que puedan degradar el DPH.

2.3.7.4. Saneamiento y depuración

En la fase de explotación no se prevén vertidos de agua residuales, mientras que en la fase de construcción se instalarán baños químicos portátiles que serán gestionados por un gestor autorizado.

Para el resto de residuos y/o vertidos se llevarán a cabo las siguientes medidas preventivas y correctoras:

- El parque de maquinaria y las instalaciones auxiliares se ubicarán en una zona donde las aguas superficiales no vayan a ser afectadas. Se realizarán las labores de mantenimiento y lavado de la maquinaria en áreas específicas acondicionadas a tal efecto.
- Se protegerán los cauces de la llegada de sedimentos con el agua de escorrentía mediante la instalación de barreras de sedimentos.
- Todas las instalaciones de almacenamiento y distribución de sustancias susceptibles de contaminar el medio hídrico, como los depósitos de combustibles, deberán ir selladas y ser estancas, para evitar su filtración y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.
- Los aceites usados y residuos peligrosos que pueda generar la maquinaria de la obra y los transformadores, se recogerán y almacenarán en recipientes

adecuados para su evacuación y tratamiento por gestor autorizado, al igual que los lodos procedentes de la balsa de sedimentación o el material de absorción de los derrames de aceites y combustibles.

- En fase de explotación, las instalaciones requieren agua para la limpieza de paneles, que no contendrán productos químicos de ningún tipo.
- En fase de explotación no se prevén vertidos de ningún tipo.

2.3.7.5. Justificación de la no alteración del flujo de avenida por la instalación

Las estructuras de placas fotovoltaicas no deben considerarse como una actividad vulnerable frente a las avenidas ni tampoco suponen una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dicha vía. Esto se justifica por:

- Carecen de cimentación que sobresalga del terreno (son hincadas directamente al suelo)
- Las hincas (pilares de la estructura) son perfiles de acero conformado en frío o laminado calidad S-275 o S-355, con un tratamiento superficial de las superficies de la estructura a base de galvanizado en caliente por inmersión.
- La altura mínima sobre el terreno de la estructura portante es de 0.5 m de forma que existe un margen para que fluya el agua libremente debajo de ellas. En las zonas donde sea necesario esta zona puede ampliarse.

Por tanto, permiten el flujo del agua por debajo de las estructuras, sin alterarlo.

2.3.8. Afección urbanística

La instalación estaría localizada en el término municipal de El Puerto de Santa María y según su planteamiento urbanística vigente el cual es la Adaptación Parcial del Plan General de Ordenación Urbanística de 2009 la zona seria Suelo No Urbanizable de Carácter Natural o Rural.

Según el artículo 13.2.3 "Usos autorizables de implantación en el suelo no urbanizable previa declaración de Interés Público", en su punto 7º, se considera autorizable: "Los usos de aprovechamiento para su comercialización y explotación de la energía solar o eólica, de conformidad con la definición de las actividades incluidas en este uso en el artículo 13.3.15 de estas Normas y en las condiciones establecidas en el artículo 13.3.16 de estas Normas".

Definiendo el artículo 13.3.15 dichas actividades como: "Son aquellas instalaciones de generación industrial de energía solar o eólica y las infraestructuras de transporte y transformación que resulten necesarias para la incorporación de la energía producida al sistema eléctrico".

Es por ello que nuestra instalación es compatible urbanísticamente con el planeamiento urbanístico del municipio de El Puerto de Santa María.

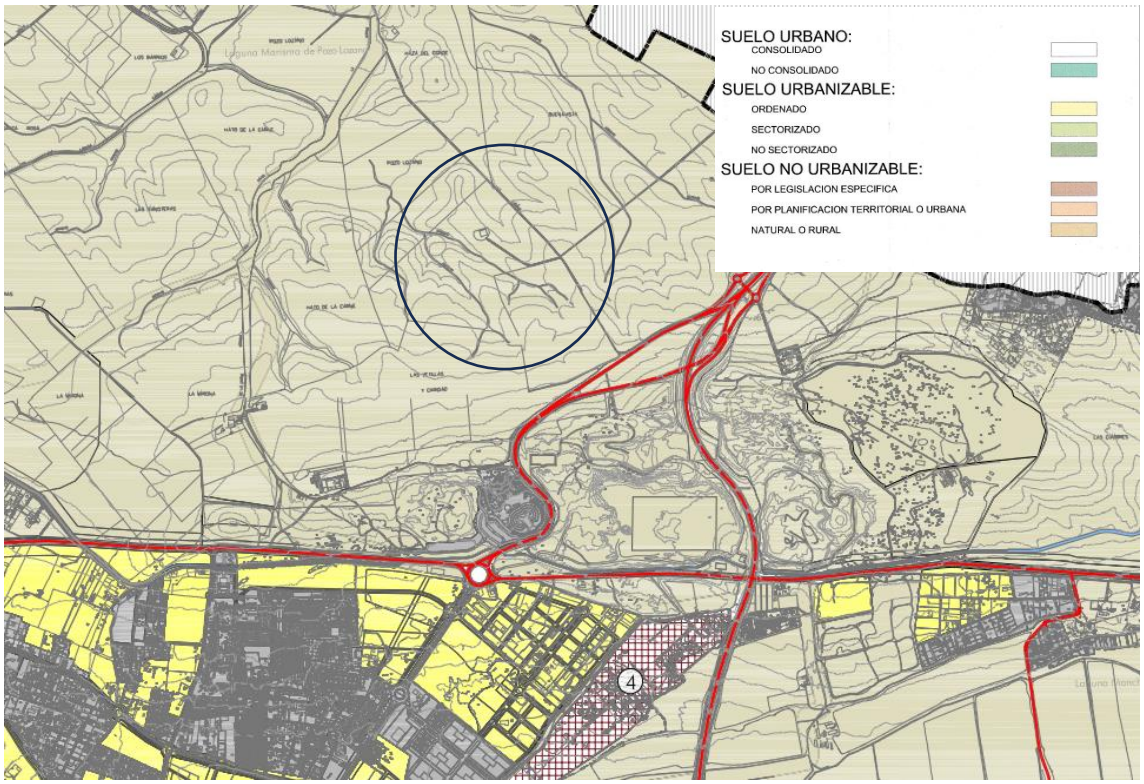


Ilustración 11. Clasificación del Suelo en PGOU

3. Funcionamiento parque solar

Durante las horas diurnas, la planta fotovoltaica generará energía eléctrica, en una cantidad casi proporcional a la radiación solar existente en el plano del campo fotovoltaico. La energía generada por el campo fotovoltaico, en corriente continua, es inyectada en sincronía a la red a través de los inversores una vez transformada por éstos en corriente alterna. Esta energía es contabilizada y vendida a la compañía eléctrica de acuerdo con el contrato de compra-venta previamente establecida con ésta.

Durante las noches el inversor deja de inyectar energía a la red y se mantiene en estado de "stand-by" con el objetivo de minimizar el consumo de la planta. En cuanto sale el sol y la planta genera suficiente energía, la unidad de control y regulación comienza con la supervisión de la tensión y frecuencia de red, iniciando la alimentación si los valores son correctos. La operación de los inversores es totalmente automática.

El conjunto de protecciones de interconexión, que posee cada uno de los inversores, está básicamente orientado a evitar el funcionamiento en isla de la planta fotovoltaica. En caso de fallo de la red, la planta dejaría de funcionar. Esta medida es de protección tanto para los equipos como para las personas que puedan operar en la línea, sean usuarios o, eventualmente, operarios de mantenimiento de la misma.

Esta forma de generación implica que solo hay producción durante las horas de sol, no existiendo elementos de acumulación de energía eléctrica (baterías).

4. Descripción de la instalación solar

Las instalaciones fotovoltaicas de conexión a red eléctrica se componen de dos partes fundamentales, por un lado, se encuentra el generador fotovoltaico donde se recoge y se transforma la energía de la radiación solar en electricidad, mediante los módulos fotovoltaicos, y otra parte que se encarga de transformar la energía eléctrica de corriente continua a corriente alterna que se realiza en el inversor y en los transformadores, para su posterior inyección a la red.

La presente planta solar fotovoltaica está compuesta por 10.452 módulos fotovoltaicos bifaciales del modelo *JKM580N-72HL4 de 580 Wp de Jinko o similar*, que forman un campo solar de una potencia pico de 6,06 MWp. Dichos módulos estarán distribuidos en 402 cadenas de 26 módulos en serie cada una, las cuales se agruparán en 201 trackers con dos string.

Estos módulos fotovoltaicos transforman la radiación solar en energía eléctrica, produciendo corriente continua, por lo que para transformar la corriente continua en corriente alterna se instalan inversores fotovoltaicos. En el presente proyecto se ha previsto el uso de tres (3) inversores modelo Ingecon Sun Power 1675L de Ingeteam o similar, los cuales dotan a la instalación de una potencia de inversores a 30 ºC de 4,95 MVA, siendo el ratio CC/CA de 1,22.

La energía generada en la estación de potencia será conducida por medio de una red de media tensión (MT) subterránea de 15 kV hasta las celdas de MT del centro de seccionamiento y desde este partirá una línea de evacuación de media tensión en 15 kV (Objeto de otro proyecto) que conducirá esta energía hasta la sala de celdas de MT de la SET Areasur 15 kV.

El punto de medida principal de la energía generada por la instalación se encontrará en el centro de seccionamiento. La medida de la energía cumplirá con lo dispuesto en el RD1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, referente a medida, seguridad y calidad industrial para permitir y garantizar la correcta medida de la energía eléctrica.

4.1. Características Principales

A continuación, se presentan las características principales de la planta:

Elemento	Parámetro	Unidad	
Módulo FV	Fabricante y modelo	-	Jinko JKM580M-7RL4-V
	Tecnología	-	Bi-facial
	Potencia	Wp	580
	Número de módulos	Qty	10.452
Estructura Soporte	Tipo	-	Seguidor Horizontal de 1 eje N-S
	Fabricante y modelo	-	PVHardware

Elemento	Parámetro	Unidad	
	Configuración	-	2V
	Pendiente N-S tolerada	%	17
	Número de estructuras	Qty	201
Inversor	Tipo	-	Central
	Fabricante y modelo	-	Ingeteam - 1675TL
	Potencia AC configurada a 30 ºC	kW	1.650,00
	Potencia AC a 50 ºC	kW	1.508,00
	Número de inversores	Qty	3
Centro de Transformación	Fabricante y modelo	-	Ingeteam 5400 FSK
	Potencia AC a 30ºC	kVA	4.950
	Número de centros de transformación	Qty	1
Parámetros de Diseño	Tª de diseño	ºC	30
	Nº de módulos / string	Qty.	26
	Pitch	m	10,5
	Nº de strings	Qty	402
	Potencia de acceso en el Punto de conexión	MW	4,95
	Potencia Pico	MW	6,06
	Potencia Instalada solar	MW	4,95

Tabla 8. Características generales de la planta fotovoltaica

4.2. Configuración eléctrica

La Planta Solar Fotovoltaica producirá energía eléctrica a partir de la radiación solar incidente sobre los paneles fotovoltaicos colocados sobre estructuras con seguimiento al sol a un eje horizontal, lo cual favorecerá en gran medida la energía generada por la Planta. Posteriormente, gracias a los inversores fotovoltaicos, se transformará la corriente continua en corriente alterna y el transformador (ubicado en la estación de potencia) elevará la tensión de Baja Tensión (BT) a Media Tensión (MT).

La configuración eléctrica de la Instalación Fotovoltaica se resume en las siguientes tablas:

Estación de potencia	Nº strings	Potencia pico (kWp)	Nº inversores	Potencia nominal (KW)	Ratio CC/CA
EP1	402,00	6062,16	3,00	4950,00	1,22

Tabla 9. Configuración planta fotovoltaica (1 de 2)

Estación de potencia	Inversor nº	Nº strings	Nº módulos	Potencia pico (kWp)
EP1	1	132	3432	1990,56
	2	132	3432	1990,56
	3	138	3588	2081,04

Total	**3,00**	**402,00**	**10452,00**	**6062,16**

Tabla 10. Configuración planta fotovoltaica (2 de 2)

5. Descripción del parque eólico

El viento produce el movimiento de las palas del aerogenerador y a través de un sistema mecánico de engranajes hacen girar al rotor. Esta energía rotacional del rotor se transforma en energía eléctrica por el generador. En el presente parque eólico, se han dispuesto un (1) aerogenerador de potencia a 4.950 kW.

Número de aerogeneradores	Potencia unitaria (MW)	Potencia total (MW)
1	4,95	4,95

Tabla 11. Datos aerogeneradores

La ubicación del aerogenerador en las parcelas correspondientes se ha realizado en base a las direcciones predominantes del viento obtenidas durante la evaluación del recurso eólico.

Las turbinas se instalan en torres tubulares con una altura de buje de 125 m y están formadas por un rotor de 175,00 m de diámetro, equipado con tres palas que forman un ángulo de 120º entre ellas.

En la siguiente imagen se muestra la red de conexión interna de media tensión del parque eólico.

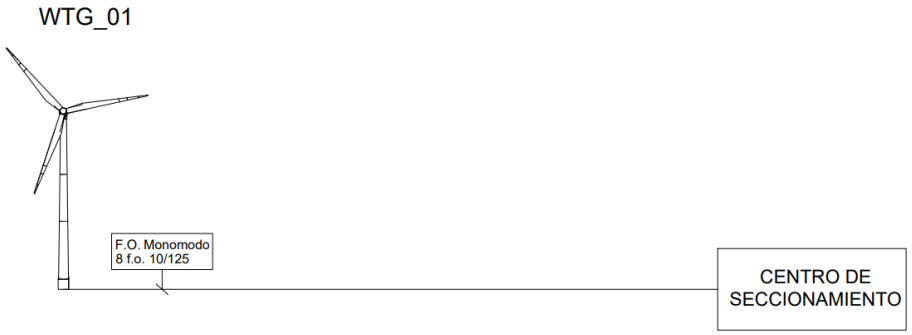


Ilustración 12. Esquema de conexión de media tensión

La energía generada en el aerogenerador según la imagen anterior, será conducida por medio de una red de media tensión (MT) de 15 kV hasta el centro de seccionamiento. Posteriormente desde el centro de seccionamiento partirá una línea de evacuación de media tensión en 15 kV hasta la SET Areasur 15 kV.

La instalación contará con elementos de protección tales como el interruptor automático de la interconexión o el interruptor general manual que permite aislar eléctricamente el parque eólico de la red de distribución eléctrica. Además, se incorporan todos los elementos requeridos para garantizar la protección de física de la persona, la calidad del suministro y no provocar averías en la red.

El punto de medida principal de la energía generada por la instalación se encontrará en el centro de seccionamiento. La medida de la energía cumplirá con lo dispuesto en el RD1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, referente a medida, seguridad y calidad industrial para permitir y garantizar la correcta medida de la energía eléctrica.

5.1. Aerogeneradores

El aerogenerador previsto en el Parque eólico Cumbre Abad es el modelo N175/6.X del fabricante Nordex con 175 m de diámetro de rotor y una altura de buje de 125 metros.

El Parque eólico Cumbre Abad se instalará un (1) aerogenerador de 4,95 MW de potencia, hasta alcanzar la potencia instalada de 4,95 MW.

Las partes principales de un aerogenerador son:

- La góndola-carcasa que protege las partes fundamentales del aerogenerador.
- Las palas del rotor transmiten la potencia del viento hacia el buje.
- El buje que es la parte que une las palas del rotor con el eje de baja velocidad.
- Eje de baja velocidad que conecta el buje del rotor al multiplicador. Su velocidad de giro es muy lenta.
- El multiplicador, permite que el eje de alta velocidad gire mucho más rápido que el eje de baja velocidad.
- Eje de alta velocidad, gira a gran velocidad y permite el funcionamiento del generador eléctrico.
- El generador eléctrico que es una de las partes más importantes de un aerogenerador. Transforma la energía mecánica en energía eléctrica
- El controlador electrónico, es un ordenador que monitoriza las condiciones del viento y controla el mecanismo de orientación.
- La unidad de refrigeración, mecanismo que sirve para enfriar el generador eléctrico.
- La torre que es la parte del aerogenerador que soporta la góndola y el rotor.

El mecanismo de orientación está activado por el controlador electrónico, cambiando la orientación del aerogenerador según las condiciones del viento.

5.1.1. Ubicación

A continuación, se muestra una tabla con las coordenadas UTM (ETRS89 – Huso 29) de las posiciones de los aerogeneradores del parque eólico.

Aerogenerador	X	Y	Término municipal	Provincia
WTG01	751.487	4.059.585	El Puerto de Santa María	Cádiz

Tabla 12. Ubicación aerogeneradores

5.1.2. Descripción del aerogenerador

El modelo de aerogenerador N175/6.X del fabricante Nordex es una turbina tripala a barlovento con rotor de diámetro 175 m y capaz de generar hasta 6,80 MW.

La turbina y la góndola están montadas en la parte superior de una torre tubular de acero de 125 m de altura.

El aerogenerador cuenta con un sistema de orientación activo (para mantener el rotor permanente a barlovento), regulado con desvío activo de pitch con un generador de velocidad variable y convertidor electrónico.

Además, está regulado por un sistema de cambio de paso independiente de cada pala. Dicho sistema permite operar al aerogenerador a velocidad variable maximizando en todo momento la potencia producida y minimizando las cargas y el ruido.

Datos del Aerogenerador	
Potencia (MW)	4,95
Altura de buje (m)	125
Diámetro de rotor (m)	175,00
Orientación	Barlovento
Número de palas	3 – eje horizontal
Clase de diseño	IIIB
Área de barrido (m2)	24.053
Tipo de generador	Máquina de inducción doblemente alimentada de 6 polos
Tipo de trasformador	Trifásico
Potencia nominal de transformador (kVA)	7.8000
Tensión de generación (V)	950
Tensión de media tensión (kV)	15
Frecuencia (Hz)	50

Tabla 13. Datos del aerogenerador

5.2. Descripción de la evacuación

El presente proyecto sólo abarca las instalaciones propias del parque eólico y sus líneas eléctricas subterráneas de 15 kV de interconexión interna. La línea de evacuación hasta la SET Areasur 15 kV queda fuera del alcance del presente documento.

En cada aerogenerador se instala un transformador que eleva la tensión de generación (690 V) a la de transporte interno del parque (15 kV). La energía generada en el parque eólico será evacuada hasta el centro de seccionamiento mediante una línea subterránea en 15 kV, para posteriormente evacuar la energía mediante una línea evacuación de 15 kV (objeto de otro proyecto) hasta la SET Areasur 15 kV, propiedad de Endesa Distribución.

En el Documento nº 2: Planos se representa el esquema general de interconexión.

6. Componentes de la instalación fotovoltaica

6.1. Módulos fotovoltaicos

La instalación fotovoltaica se compone de 10.452 módulos fotovoltaicos bifaciales del modelo JKM580N-72HL4 de 580 Wp de Jinko o similar, que forman un campo solar de una potencia pico de 6,06 MWp. A continuación, se muestran las principales características de los módulos:

Módulos fotovoltaicos (JKM580N-72HL4)	STC	NOCT
Potencia máxima (W)	580	436
Voltaje máximo (Vmp)	42,59	39,87
Corriente máximo (Imp)	13,62	10,94
Voltaje circuito abierto (Voc)	51,47	48,89
Corriente cortocircuito (Isc)	14,37	11,60
Eficiencia STC (%)	22,45	
Temperatura operación (ºC)	-40 ºC / +85ºC	
Voltaje máximo del sistema (V)	1500 V	
Capacidad máx. de fusible serie	30 A	
Coef. de temperatura de Pmax (%/ºC)	-0,30	
Coef. de temperatura de Voc (%/ºC)	-0,25	
Coef. de temperatura de Isc (%/ºC)	0,046	

Tabla 14. Características módulo fotovoltaico

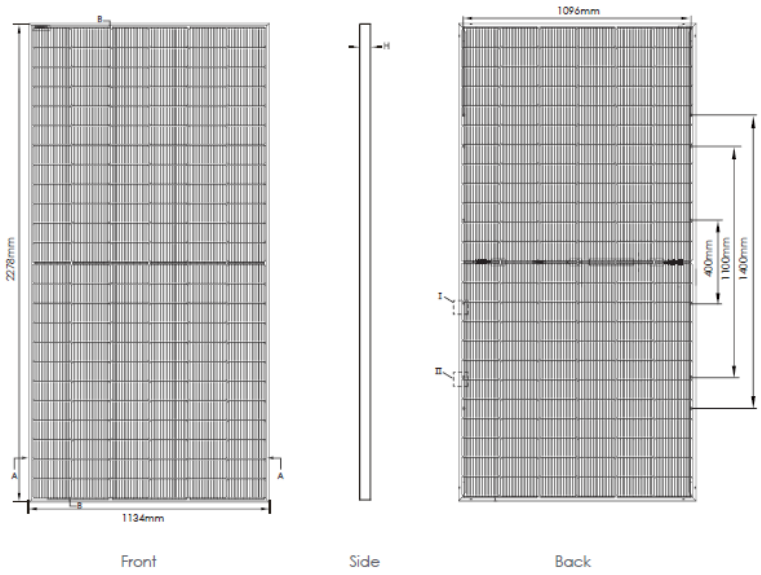


Ilustración 13. Módulo fotovoltaico

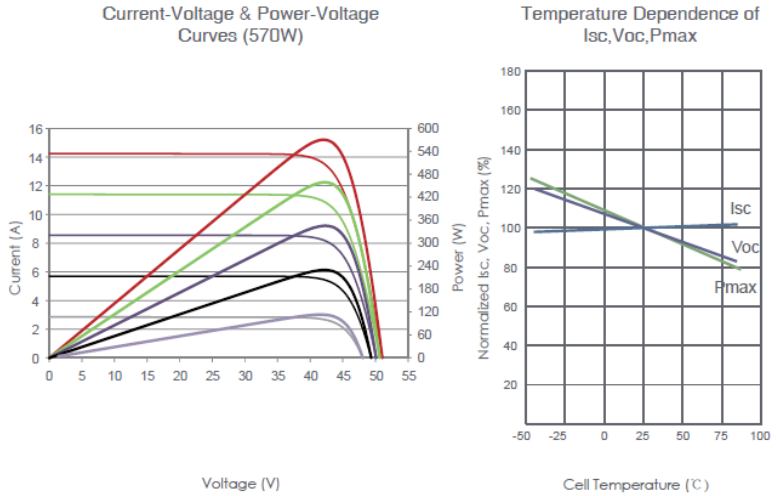


Ilustración 14. Curvas características

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, acreditándolo mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. Además, cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnéticas (2004/108/CE).

En el *Anejo: Fichas Técnicas* se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

6.2. Inversor fotovoltaico

La corriente generada en los módulos fotovoltaicos es corriente continua, y tendrá que ser convertida a corriente alterna con las mismas características que la red de distribución de electricidad, para poder ser cedida a ella. Esto se consigue mediante los inversores de corriente.

Los inversores dispuestos en el proyecto son tipo central y estáticos, concretamente el modelo Ingecon Sun Power 1675L B45 de Ingeteam o similar. El número de inversores necesarios, teniendo en cuenta, la potencia de la planta y la potencia unitaria de cada inversor será de tres (3) unidades a las cuales se conectarán 402 strings de 26 módulos en serie cada uno, dotando a la instalación de una potencia instalada de 4,95 MW.

Los inversores cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (2004/108/CE).



Ilustración 15. Ingecon Sun Power 1675L

De forma general, las características de inversor empleado son las siguientes:

Inversor (Ingecon Sun Power 1675L)		
Valores de entrada CC		
Tensión máxima de entrada (V)	1.500	
Rango de tensión por MPP (V)	915	1.300
Máxima Corriente CC (A)	1.870	
Valores de salida CA		
Potencia nominal a 50 ºC (kVA/kW)	1.508	
Potencia máxima a 30 ºC (kVA/kW)	1.673	
Potencia máxima configurada a 30 ºC (kVA/kW)	1.650	
Tensión nominal de salida (V)	645	
Intensidad máxima de salida (A)	1.500	
Frecuencia nominal de red de CA (Hz)	50/60	
Distorsión armónica total máxima	< 3%	
Eficiencia		
Eficiencia máxima	98,9 %	
Eficiencia europea	98,5 %	

Tabla 15. Características inversor fotovoltaico

El inversor cumple con lo dispuesto en los estándares EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100, así como con el P.O.12.3 de conexión a red.

Con el fin de evitar el efecto (PID), degradación inducida por potencial eléctrico de los módulos fotovoltaicos, el polo negativo CC del inversor se conectará a la red de tierras.

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado y presentan las siguientes características de funcionamiento:

- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPP).

Debido a las especiales características de producción de energía de los módulos fotovoltaicos, estos varían su punto de máxima potencia según la irradiación y la temperatura de funcionamiento de la célula. Por este motivo el inversor debe ser capaz de hacer trabajar al campo solar en el punto de máxima potencia, y contar con un rango de tensiones de entrada bastante amplio.

- Características de la señal generada

La señal generada por el inversor está perfectamente sincronizada con la red respecto a frecuencia, tensión y fase a la que se encuentra conectado. Reducción de armónicos de señal de intensidad y tensión.

- Protecciones
  - Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia: Si la frecuencia de la red está fuera de los límites de trabajo (49Hz-51Hz), el inversor interrumpe inmediatamente su funcionamiento pues esto indicaría que la red es inestable, o procede a operar en modo isla hasta que dicha frecuencia se encuentre dentro del rango admisible.
  - Protección para la interconexión de máxima o mínima tensión: Si la tensión de red se encuentra fuera de los límites de trabajo, el inversor interrumpe su funcionamiento, hasta que dicha tensión se encuentre dentro del rango admisible, siendo el proceso de conexión-desconexión de rearme automático (artículo 11.4, artículo 11.3 y artículo 11.7 a), RD1699/2011).
  - Fallo en la red eléctrica o desconexión por la empresa distribuidora: En el caso de que se interrumpa el suministro en la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para reiniciar de nuevo su funcionamiento (artículo 8.2 y 11.6, RD1699/2011).
  - Tensión del generador fotovoltaico baja: Es la situación en la que se encuentra durante la noche, o si se desconecta el generador solar. Por tanto, el inversor no puede funcionar.
  - Intensidad del generador fotovoltaico insuficiente: El inversor detecta la tensión mínima de trabajo de los generadores fotovoltaicos a partir de un valor de radiación solar muy bajo, dando así la orden de funcionamiento o parada para el valor de intensidad mínimo de funcionamiento.
  - El inversor incluye interruptor automático en la salida CA.
  - Los inversores estarán conectados a tierra tal y como se exige en el reglamento de baja tensión. La toma de tierra es única y común para todos los elementos.

Los inversores serán provistos del software de aplicación para la configuración de los equipos y extracción de datos, otorgando plenos derechos al administrador e incluyendo el acceso a sus parámetros funcionales.

Además, los inversores deben ir acompañados de planos de cableado, manuales de instalación, operación y mantenimiento, incluyendo lista de parámetros, valores, tolerancias de alarma / advertencia y funcionamiento, en español.

En el Anejo: Fichas Técnicas se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

6.3. Estructura soporte (seguidores)

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre una estructura de soporte que permita un buen anclaje al terreno y proporcione la inclinación idónea de los mismos en cada momento, realizando un seguimiento solar este – oeste, con eje norte – sur.

Además de resistir con el peso de los módulos fotovoltaicos, esta estructura de soporte debe resistir las sobrecargas de viento y nieve, tal y como establece el código técnico de la edificación.

El seguidor solar consigue incrementar la productividad de los módulos con respecto a un sistema fijo, en más de un 20 %, lo que permite maximizar la instalación con el mismo número de módulos fotovoltaicos.

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

Los seguidores se conectan a una estación meteorológica que con la ayuda de autómata PLC, se orienta ante las diversas situaciones climatológicas. La programación del autómata permite actuar al seguidor ante nieve, tormenta eléctrica, niebla, oscuridad y viento.

Estos seguidores funcionan mediante un accionamiento rotativo electromecánico irreversible con motor reductor de alta eficiencia de 155 W de potencia.

La estructura de soporte empleada permitirá las dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, tal y como establece el fabricante en sus especificaciones.

La estructura de soporte escogida para la presente instalación fotovoltaica es el modelo Monoline de la marca PVHardware o similar, y se trata de un seguidor a un eje este – oeste, con eje norte – sur.

Esta estructura de soporte se compone de dos ejes principales simétricos con respecto a una unidad de giro central, alineados en dirección norte – sur. Encima de las vigas principales se instalan los módulos fotovoltaicos. La estructura esta soportada por una serie de pilares formados por perfiles tipo HEB y C hincados 1,50 metros en el terreno.

Cada seguidor es independiente entre sí desde el punto de vista estructural, y tienen la capacidad de adaptarse a pendientes de hasta 23,5% hacia el eje norte – sur.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales, mediante galvanización en caliente, que garantice la integridad de la estructura durante la vida útil de la instalación fotovoltaica.

El dimensionamiento de los pilares irá precedido de un estudio geotécnico del terreno, que limitará la profundidad necesaria de hincado y su dimensión óptima, de forma que se aprovechen los materiales de forma óptima.



Ilustración 16. Seguidor solar 2V

Los datos técnicos del seguidor son los siguientes:

Características del seguidor	
Fabricante	PVHardware o similar
Seguimiento	Horizontal 1 eje N-S
Ángulo de seguimiento (º)	±60º
Disposición de módulos	2V
Configuración	2Vx26
Filas por seguidor	Monofila
Pendiente admisible N-S (%)	Hasta 14 %
Pendiente admisible E-O (%)	Ilimitada
Opciones Cimentación	Hincado directo / Pre-drilling + hincado / Micropilote/ Predrilling + compactado + hincado
Algoritmo de Seguimiento	Astronómico
Back-tracking	Sí
Comunicación	Cableado RS485/RS-422/Ethernet/wifi
Garantías estándar	Estructura 10 años Componentes comerciales 2 años

Tabla 16. Datos técnicos estructura soporte

En el Anejo 10: Fichas Técnicas se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

6.4. Estación de potencia tipo skid

Una vez que los inversores fotovoltaicos han transformado la energía eléctrica a corriente alterna, se dirige al transformador de potencia para elevar la tensión de la energía generada. El inversor y transformador se instalan en una estación de potencia

tipo Skid. Para el presente proyecto se ha optado por la Estaciones de Potencia modelo *Ingecon Sun Powerstations* 5400 FSK Ingeteam o similar.

En el presente proyecto se prevén tres (3) inversores alojados en la estación de potencia 5400 FSK. Por lo tanto, se necesitará 1 estaciones de potencia 5400FSK para alojar los inversores. La estación de Potencia 5400 FSK incluye un transformador de 5.379 kVA (30ºC). La estación de potencia incluye celdas de protección asociadas, y la interconexión entre todos los elementos. La Cabina de transformación se ubicará con preferencia en una posición centrada respecto al generador fotovoltaico al que está conectado, respetando las distancias necesarias para evitar sombras, y accesible a través de un camino transitable por vehículos de carga.

La estación de potencia es una plataforma compacta y resistente con todos los equipos de media tensión integrados. Incluye un transformador outdoor de media tensión, celdas de protección y desconexión, cubas de aceite y filtros. El transformador de potencia elevará la energía procedente del inversor de 645 V a 15 kV.

El centro de transformación está compuesto por tres bloques que comparten cimentación calculada en función de la carga de los equipos. Los bloques extremos agrupan al inversor con su correspondiente caja de entrada en baja tensión y el transformador de potencia asociado al inversor. En el bloque central se encuentran las celdas de media tensión, las cajas de baja tensión de servicios auxiliares y el transformador de servicios auxiliares de 10 kVA.

A continuación, se muestra una imagen de la estación de potencia y su esquema unifilar:

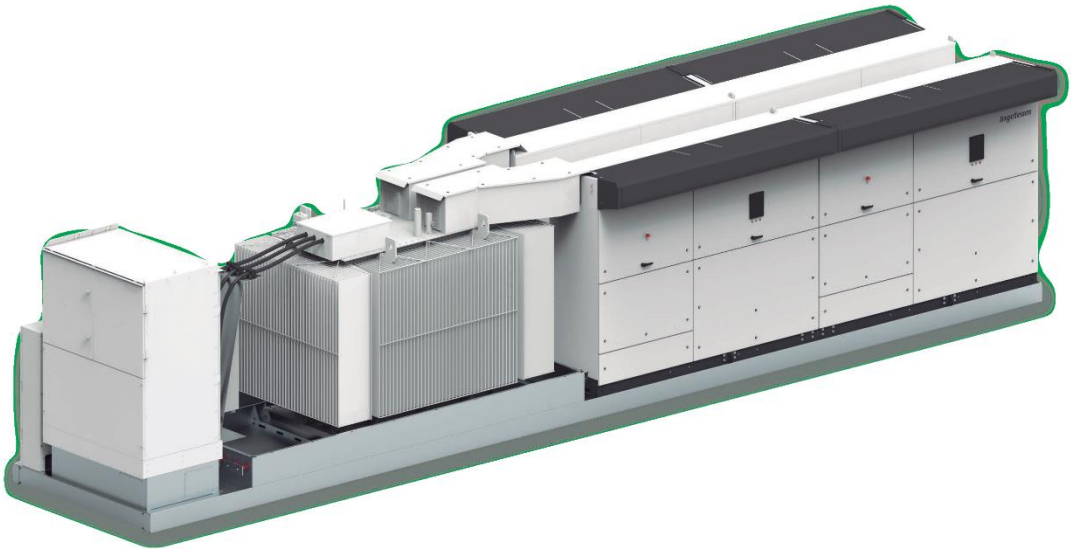


Ilustración 17. Estación de Potencia Ingecon Sun Powerstations 5400 FSK Serie B

Cada una de las cabinas de transformación tipo incluirá al menos los siguientes componentes:

- Transformador de BT/MT

- Celdas de MT
- Transformador de Servicios auxiliares
- Cuadro de servicios auxiliares
- UPS (sistema de alimentación ininterrumpida)
- Armario de comunicaciones y control
- Cuadro de conexiones AC proveniente de los inversores
- Embarrado de tierras: el suministrador debe instalar un embarrado de tierras para conectar todas las tierras de protección. Las tierras del equipo suministrado deben ser conectadas e identificadas al embarrado.
- Sistema para detección de humo
- Sistema de iluminación interna/externa
- Sistema de ventilación

6.4.1. Transformador

Los transformadores de BT / MT elevarán la tensión del inversor hasta el nivel al que se encuentre la red de MT, y tendrán las siguientes características:

- Serán herméticos y refrigerados por aceite.
- El transformador puede contar con uno o más devanados en baja tensión dependiendo de la solución propuesta.
- La potencia del transformador será al menos la misma que la suma de las potencias de los inversores que se conecten a este transformador.
- Los transformadores tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.
- Los transformadores serán trifásicos, con regulación en carga en el lado de MT, con refrigeración por aceite.

Se utilizarán transformadores especialmente diseñados para plantas FV, asegurando el funcionamiento en continuo para carga nominal.

6.4.2. Celdas de media tensión

Toda la aparamenta de media tensión deberá cumplir con la Norma IEC 62271 y cualquier otra norma mencionada en el apartado "Normativa" del documento.

Cada estación transformadora albergará celdas de MT que incorporarán los elementos necesarios de maniobra y protección. La instalación eléctrica de Media Tensión en las cabinas de transformación es un sistema compacto, formado por celdas modulares, completamente sellado en tanque de acero inoxidable, en el cual se disponen todas las partes activas y los elementos de interrupción.

Las celdas serán modulares con aislamiento y corte en SF6, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Se emplearán celdas de tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin afectar al resto de las funciones. El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, con entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Cada transformador se conectará a su respectiva celda de protección que estará en un embarrado común con una celda de entrada y otra de salida, ambas seccionables. De este modo, se realizará una distribución en MT con tipología en estrella.

La planta dispondrá de una Unidad de celdas (RMU) por cada Cabina de Transformación, que incorporarán la aparamenta necesaria de maniobra y protección, para un sistema con un nivel de tensión de 15 kV y 50 Hz de frecuencia. Las partes que compondrán estas celdas serán:

- Celdas de línea, estarán provistas de un interruptor/seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.
- Celda de protección de transformador, estará provista de un interruptor-fusible combinado de salida y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y correspondencia de fases.

Los interruptores tendrán tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación serán accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

6.4.3. Transformación auxiliar / instalación C.A. cuadro de SSAA

Cada cabina contará con un transformador de BT / BT para los servicios auxiliares del gabinete a tensión nominal de 400V 3F + N y 5 kVA de potencia. Este transformador debe estar protegido por una caja metálica adecuadamente ventilada equipada con una protección de interruptor de entrada y salida. Este transformador

alimentará a través de un cuadro de protecciones los diferentes circuitos auxiliares (iluminación, ventilación, comunicación, inversor...).

El cuadro de servicios auxiliares estará alimentado por el transformador de servicios auxiliares que colgará de la conexión en B.T. del transformador BT/MT anteriormente definido.

6.4.4. UPS

Para asegurar que en todo momento los trackers se moverán a una posición segura incluida una caída de tensión en la red se hace necesario utilizar una UPS.

6.4.5. Cuadro de comunicaciones/control

Es necesario que exista un cuadro de comunicaciones/control para recolectar todas las señales de los equipos suministrados (inversores, transformadores, celdas, reenvíos SSAA, etc.)

En el *Anejo: Fichas técnicas componentes* se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

7. Instalación eléctrica de Baja Tensión (BT) parque solar

Se considera la Instalación Eléctrica de Baja tensión a la referente a aguas abajo del transformador de BT/MT situado en los centros de transformación de la Planta Solar.

Las instalaciones que comprenden esta parte de la instalación son las que se describen a continuación:

- Conexión entre módulos fotovoltaicos formando strings.
- Conexión entre strings y cajas de conexión.
- Conexión entre cajas de conexión y los inversores.

La instalación está diseñada para que el nivel de tensión sea hasta 1.500 V.

La evacuación de la energía generada en el campo fotovoltaico se conectará al lado de baja tensión del transformador instalado a tal efecto en la Estación de Potencia.

Se utilizarán cables unipolares con aislamiento dieléctrico seco, con las siguientes características:

Características de los cables de CC		
Tipo	H1Z2Z2-K	RHZ1-AL
Tensión DC	1,5 kV	1,5 kV
Conductor	Cobre	Aluminio
Secciones	6-10-16 mm^2	240-300-500mm^2

Tabla 17. Características de los cables CC

Para el cálculo de la sección de los conductores empleados en las diferentes partes de la instalación se ha tenido en cuenta, además de lo establecido por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus ITC complementarias (REBT), los criterios de intensidad máxima admisible por el cable y la caída de tensión (1,5%), además de la adecuada protección de los cables contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles clase gPV o interruptores magnetotérmicos.

Posteriormente se ha establecido que la pérdida de potencia máxima en la parte BT de la Instalación Fotovoltaica, es decir, desde los módulos hasta los inversores, no deberá ser superior a 1,50%.

Los cables de string entre seguidores irán enterrados bajo tubo, mientras que los cables string que discurran por los seguidores irán apropiadamente atados a la estructura o bien en bandejas.

Los conductores de la instalación serán fácilmente identificables. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. El conductor neutro se identificará por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. A efectos de identificación los cables serán marcados con su designación correspondiente mediante etiquetas inertes fijadas a los cables con fijadores de plástico. Se dispondrá una etiqueta cada 10 m en cables enterrados y cada 20 m en instalación aérea.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Siempre deberá realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación. Los conductores deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

El acoplamiento y sellado entre cables y equipos se efectuará por medio de prensaestopas. Estas serán las adecuadas en tipo y diámetro con objeto de asegurar una sujeción mecánica y estanqueidad adecuada.

Los cables serán manejados cuidadosamente para evitar erosiones y deterioro en sus aislamientos. Los radios de curvatura nunca serán menores de los recomendados por el fabricante.

8. Instalación eléctrica de Media Tensión (MT) parque solar

La instalación eléctrica de Media tensión (MT) tiene el fin de evacuar la energía generada en la instalación desde la Estación de Potencia hasta las celdas de MT situadas en el centro de seccionamiento o en la subestación elevadora según el caso.

El nivel de tensión de la red interna de MT será de 15 kV, y consistirá en una (1) línea subterránea constituidas por una terna de cables unipolares que conecta la distinta

Estación de Potencia con el Centro de Seccionamiento o con la subestación elevadora según el caso.

La configuración de la red interna de media tensión se resume en la siguiente tabla:

Línea MT	Desde	Hasta	S (kVA)	V (kV)
1	SKID 1	CS	4.950	15.000

Tabla 18. Configuración de red MT

La red eléctrica de MT de la Instalación será en corriente alterna (CA) a 15 kV. El cable será Al RHZ1-OL 18/30 kV 1x240 mm^2, con aislamiento dieléctrico seco directamente enterrado, depositado en el fondo de zanjas tipo, sobre lecho de arena, a una profundidad mínima de 0,8 m. Las zanjas se repondrán compactando el terreno de manera apropiada.

El dimensionado de la instalación será tal que la pérdida de potencia máxima en la parte de la instalación de MT no supere 2,50%.

9. Instalación eléctrica parque eólico

La instalación eléctrica del Parque Eólico consistirá fundamentalmente en el sistema eléctrico de Media tensión (MT) que tiene el fin de evacuar la energía generada en la instalación desde cada generador hasta las celdas de MT del Centro de Seccionamiento.

Además, existirán circuitos de baja tensión, esos se situarán principalmente en el interior de los propios aerogeneradores para alimentar los sistemas de servicios auxiliares, medida y control.

9.1. Descripción de la instalación eléctrica de evacuación

En cada aerogenerador se instala un transformador que eleva la tensión de generación (950 V) a la de transporte interno del parque (15 kV). La energía generada en el parque eólico será evacuada hasta el Centro de Seccionamiento y desde este hasta la SET Areasur 15 kV mediante una línea de evacuación en 15 kV (objeto de otro proyecto).

El sistema se dimensiona para una caída de tensión máxima de 2,00% y una sección máxima de conductor de aluminio con aislamiento de XLPE de 240 mm^2.

9.2. Celdas de media tensión

En el aerogenerador se instalarán celdas compactas que permiten una operación segura y sencilla, tienen pequeñas dimensiones y poco peso, aumentan la protección

frente a condiciones ambientales y accidentes, y generalmente su manipulación e instalación es rápida y sencilla.

En cada aerogenerador se dispondrán tres (3) celdas. Dos (2) celdas de línea (entrada y salida) con interruptor o seccionador en carga y una (1) celda de protección del transformador. Las características de las celdas son las siguientes:

Tensión nominal	30 kV
Tensión máxima de servicio	36 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial, 50 Hz	70 kV
Tensión de ensayo a onda de choque tipo rayo	170 kV
Corriente admisible asignada de corta duración 3 s	25 kA
Corriente asignada en servicio continuo del embarrado	950
Corriente asignada en servicio continuo de las derivaciones	200/630
Frecuencia	50 Hz

Tabla 19. Características celdas MT

9.3. Protección contra descargas atmosféricas

Los aerogeneradores están protegidos contra la acción de rayos mediante un sistema de transmisión que, desde los receptores de pala y góndola, pasando por la carcasa, el bastidor y la torre, va hasta la cimentación. Con este sistema se evita el paso del rayo a través de componentes sensibles al mismo.

Las palas integran este sistema en su estructura interior, cuya misión es conducir el rayo desde el receptor hasta la raíz de pala donde es transmitido al aerogenerador para ser descargado a tierra.

Adicionalmente las palas van equipadas con los drenajes necesarios para evitar la retención de agua en su interior que pudiese causar desequilibrios o daños estructurales por vaporización del agua al impactar un rayo.

Como sistemas de protección adicional, el sistema eléctrico cuenta con protectores de sobretensión.

9.4. Instalación eléctrica de media tensión

El sistema eléctrico de media tensión del parque se ha proyectado a una tensión de 15 kV una frecuencia de 50 Hz. Comprende desde el transformador del propio aerogenerador hasta el centro de seccionamiento. Desde el centro de seccionamiento saldrá una línea de media tensión evacuación en 15 kV hasta la SET Areasur 15 (objeto de otro proyecto).

En la siguiente imagen se puede observar el esquema de conexión de los distintos aerogeneradores que componen el parque eólico y su conexión con la subestación elevadora.

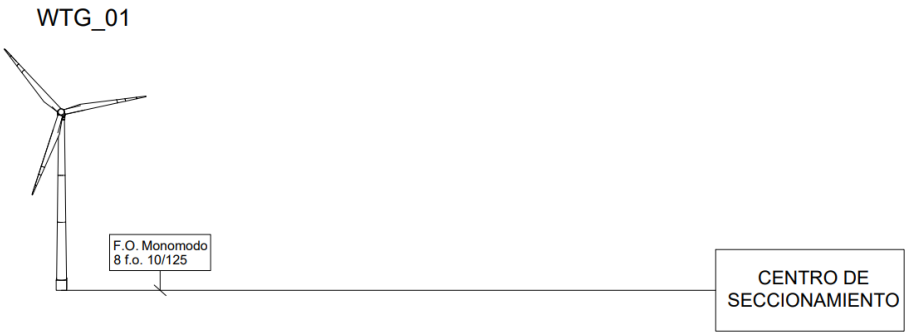


Ilustración 18. Esquema de conexión

Línea MT	Desde	Hasta	Longitud (m)	Tipo	S (kVA)	V (kV)
1	WTG-01	CS	734,87	AL RHZ1-OL 18/30 kV	4.950	15

Tabla 20. Características líneas media tensión

9.5. Sistema de puesta a tierra

Según lo establecido en el apartado 6.1 de la ITC-RAT 13, se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pueden estarlo como consecuencia de averías, accidentes, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se unirán a la malla de tierra:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las armaduras metálicas de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de transformadores
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.

A continuación, se recoge el diseño de la puesta a tierra, teniendo en cuenta que durante la ejecución se comprobará y ajustará (si procede) según los resultados de las pruebas geoeléctricas que se realizará tras el replanteo del trazado de las zanjas y ubicaciones concretas de picas y tendidos.

A su vez todas las conducciones eléctricas del sistema colector de energía cuentan con la correspondiente red de tierras, según las características de los planos tipo correspondiente.

Tanto la red de tierras del sistema colector como la de los propios aerogeneradores está conectada mediante el siguiente esquema.

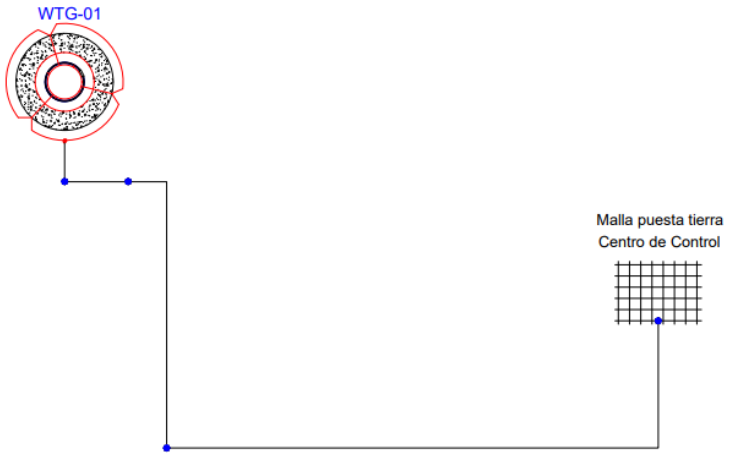


Ilustración 19. Red de puesta a tierra

La sección de conductores proyectados es de 50mm^2 para puesta a tierra de aerogenerador y unión de aerogenerador y centro de seccionamiento.

Las tensiones de paso y contacto admisibles cumplirán lo indicado en ITC RAT-13.

A la finalización de la instalación se realizarán medidas de comprobación de las tensiones de paso y contacto por parte de Organismo de Control Autorizado y se tomarán las medidas que sean necesarias en caso de que no se obtengan los valores reglamentarios.

10. Sistema de Protecciones

El sistema de protección es el conjunto de equipos necesarios para la detección y eliminación de cualquier tipo de faltas mediante el disparo selectivo de los interruptores que permiten aislar la parte del circuito de la red eléctrica donde se haya producido la falta.

El número y duración de las interrupciones en el suministro de energía eléctrica junto con el mantenimiento de la tensión y frecuencia dentro de unos límites es lo que determina la calidad del servicio. Por lo tanto, la calidad del servicio en el suministro y gran parte de la seguridad de todo el sistema dependen del sistema de protección.

Estos se instalan en todos los elementos que componen el sistema eléctrico provocando la excitación y/o alarma de un dispositivo de apertura cuando detectan una perturbación, por ejemplo, la bobina de disparo de un interruptor.

También se ocupa tanto de la protección de las personas como de las instalaciones contra los efectos de una perturbación, aislando las faltas tan pronto como sea posible, evitando el deterioro de los materiales y limitando el daño a las instalaciones y los esfuerzos térmicos, dieléctricos y mecánicos en los equipos provocados por cualquier tipo de falta.

Otro de los objetivos principales de un sistema de protección es evitar pérdidas económicas en la explotación de la instalación ya que de por sí esta representa una gran inversión y dependiendo de la importancia de esta dentro de un sistema eléctrico se pueden tener grandes pérdidas económicas tanto para los consumidores como para la empresa responsable de la explotación de la instalación. Además, también permiten preservar la estabilidad y continuidad de la red.

A continuación, se detallan los diferentes tipos de perturbaciones que se pueden presentar en una instalación eléctrica.

- Sobrecargas
- Cortocircuitos
- Sobretensiones
- Subtensiones
- Desequilibrio
- Retorno de energía

El sistema de protecciones de la planta cumplirá con lo establecido en el artículo 11 del R.D. 1699/2011, de 18 de noviembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. De este modo, se hace una distinción entre protecciones en el lado de corriente continua y protecciones en el lado de corriente alterna.

Los dispositivos a instalar serán fusibles, descargadores de sobretensiones a la salida de los inversores e interruptor de desconexión adecuados a las características de las líneas.

A su vez, se incorporarán protecciones contra sobreintensidades a la salida de los inversores y en el cuadro general de BT, junto a un interruptor diferencial, que antecede a los devanados del transformados.

10.1. Protecciones Corriente Continua

Las líneas procedentes de los strings están protegidas por fusibles de 25 A alojados en los portafusibles situados en el interior de las cajas de conexión. De este modo se consiguen dos objetivos; el primero de ellos es el de impedir que este subgrupo pase a trabajar en ningún momento como carga y soportando corrientes inversas superiores a su propia corriente de cortocircuito. El segundo de ellos es el de permitir la desconexión fácil y rápida de este subgrupo, facilitando las labores del personal de mantenimiento.

Además, dichas cajas contendrán un disyuntor – seccionador general de 300 A, así como descargador de sobretensión para proteger la instalación contra sobretensiones entre el polo positivo y tierra, negativo y tierra y entre el polo positivo y negativo.

10.2. Protecciones Corriente Alterna

El inversor cuenta con protecciones contra sobretensiones de clase II y cortocircuito tal y como puede verse en su ficha técnica, por lo que no será necesaria la instalación de dichos elementos en el lado del inversor. No ocurre así en el lado del transformador en el que será necesario la instalación de una protección magnetotérmica para cada circuito de inversor y una protección magnetotérmica general que proteja todas ellas.

Los inversores elegidos contarán con las protecciones exigidas en el Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de eléctrica de pequeña potencia:

- Elementos de corte general.
- Interruptor diferencial automático.
- Interruptor automático de conexión.
- Protecciones de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión.

La protección tendrá capacidad de corte en todas las fases, tendrá una intensidad nominal y un poder de corte ajustados a las necesidades de cada línea tal y como se describe en el esquema unifilar.

Para la protección contra contactos indirectos será necesario la instalación de una protección diferencial de intensidad nominal suficiente y sensibilidad de 300 mA.

10.3. Red de tierras

Con objeto de proporcionar una protección de las personas contra contactos directos e indirectos el sistema fotovoltaico se dispondrá en esquema "flotante", es decir, la red de continua del generador fotovoltaico se encuentra aislada de tierra y existe una tierra de protección a la que se unen las masas metálicas del sistema, así como los dispositivos de protección frente a sobretensiones.

Así, se dispondrá una conexión equipotencial a tierra a la que se unen todas las partes metálicas de los componentes del sistema fotovoltaico. Esta red de tierra tiene los objetivos siguientes:

- La protección de las personas frente a contactos indirectos, al impedir que las masas adquieran potencial en el caso de defectos de aislamiento.

- Permitir la correcta actuación de los limitadores de corriente y sobretensión de la protección interna.

Se cumplirá el artículo 15 del RD 1.699/2011 y la ITC BT-40 por lo que el electrodo de puesta a tierra de la instalación será independiente del electrodo del neutro de la empresa distribuidora, así como también se dispondrá de una separación galvánica entre la parte de corriente alterna y la de continua de la instalación.

Los conductores de protección discurrirán por las mismas canalizaciones de corriente continua y de corriente alterna de la instalación. La sección mínima de dichos conductores vendrá dada según la tabla 2 de la ITC BT-18 y cumplirá la norma UNE 20.460-5-54. Así se dispondrá los siguientes conductores de protección.

- 6 mm2 para la conexión de los marcos, envolventes, partes metálicas, etc… del generador fotovoltaico.
- 35 mm2 en el descargador de sobretensiones o varistor de CA del inversor.
- 35 mm2 para el enlace de barra de equipotencialidad con pica.

Los conductores de protección serán del mismo tipo y modelo que los empleados en sus respectivos tramos.

El conductor de tierra que unirá la barra de equipotencialidad con la puesta a tierra será de cobre desnudo de 35 mm2 de sección nominal, hasta enlazar con una pica de acero cobrizado de 250 µ de 14,2 mm de diámetro y 2 metros de longitud total, que se dispondrá hincada en el terreno.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad no será nunca inferior a 0,5m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación. Dado que la resistencia de un electrodo depende de la resistividad del terreno en el que se establece y esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, previa a la entrega deberá ser obligatoriamente comprobada por el Instalador Autorizado. En caso de que no cumpla con lo establecido se incrementará el número de picas separadas un metro entre sí y unidas por cable de cobre enterrado hasta conseguir la resistencia adecuada.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren. Los electrodos y los conductores de enlace hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen al menos una vez cada 5 años.

10.4. Puesta a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo a un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

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

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

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

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

- barras, tubos
- pletinas, conductores desnudos
- placas
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

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

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

Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne de conexión de puesta a tierra para los conductores siguientes:

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

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

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, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm2, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica. Como conductores de protección pueden utilizarse:
    - conductores en los cables multiconductores
    - conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

Red de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

Para proteger toda la instalación fotovoltaica contra rayos, se decide colocar una pica de puesta a tierra en cada fila y en ciertas zonas de la superficie, sumando un total de 550 picas.

El Centro de Transformación contará a su vez con un anillo de tierra, de cobre con sección de 95 mm2.

Todas las partes metálicas de la instalación incluido el vallado perimetral se conectará a la red equipotencial de tierras.

11. Centro de seccionamiento

A continuación, se indican las características del Centro de seccionamiento donde se realizará la protección y medida de la energía generada por la instalación.

11.1. Normativa de aplicación

La normativa de aplicación tenida en cuenta es la siguiente:

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

- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

- Reglamento (UE) nº 548/2014 de la Comisión, de 21 de mayo de 2014, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.

- Reglamento (UE) nº 517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, sobre los gases fluorados de efecto invernadero y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 842/2006.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- Normalización Nacional (normas UNE).

- Recomendaciones AMYS.

- Código Técnico de Edificación.

11.2. Descripción

El Centro de Seccionamiento, tiene una configuración de cuatro posiciones de línea, una celda de servicios auxiliares, una celda de medida y una celda de protección tal y como puede apreciarse en el esquema unifilar.

Las características generales de dicho centro propuesto para este proyecto son:

- Fabricante: SELMA o similar.
- Tipo: Centro Prefabricado de hormigón y equipamiento.
- Frecuencia: 50 Hz
- Solución Plug & Play
- Fabricado bajo norma IEC 62271-200.
- Peso < 25 Ton.

Se adjunta una captura de los planos de planta, alzado y secciones.

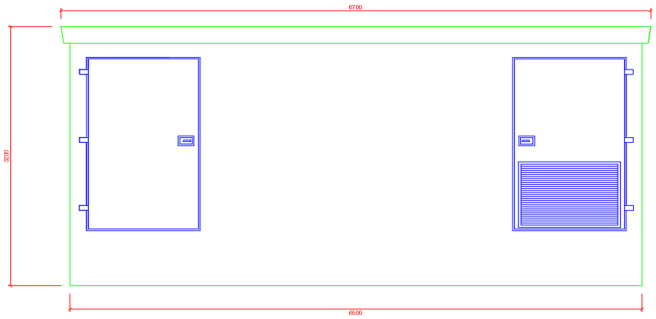


Ilustración 20. Alzado CPM

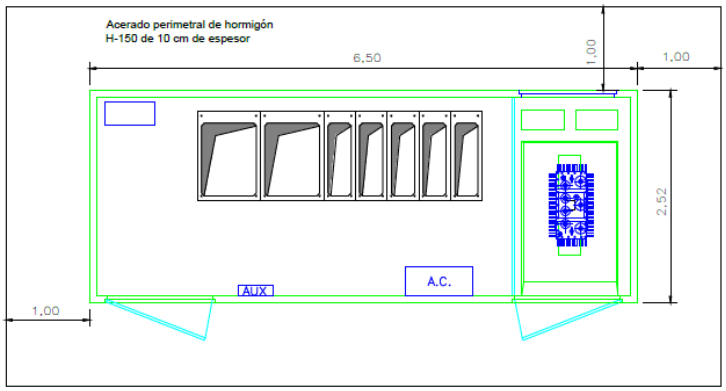


Ilustración 21. Planta CPM

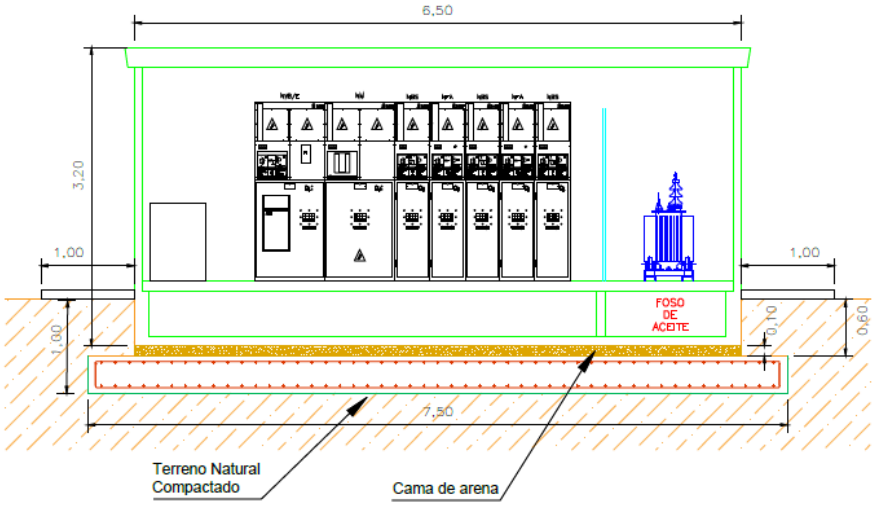


Ilustración 22. Sección CPM

11.3. Centro de hormigón prefabricado

El Centro de Seccionamiento estará compuesto por un edificio prefabricado modelo CTA-6B/1T, de dimensiones exteriores: 6,50 x 2,50 x 3,20 m. Se divide en tres zonas:

- Zona de Cuadro de B.T. para servicios auxiliares.
- Zona de M.T. mediante celdas indoor marca ICET.
- Zona Transformador, IP-12. Incluye depósito de recogida de aceite embebido en la base de la envolvente, cerradura mediante candado cuya llave solo podrá obtenerse si el seccionador de la celda de protección del transformador ha sido puesto a tierra.

Sus principales características son:

- Construcción tipo monobloque con hormigón armado y vibrado.
- Peso estimado 25 toneladas.
- Cimentación: La resistencia del terreno deberá ser igual o superior 1 kg/cm2
- Condiciones de servicio:
  - Sobrecarga de nieve de 250 kg/cm² en cubiertas
  - Carga de viento (presión dinámica) de 100 kg/m², equivalente a V = 144 km/h.
  - Temperatura del aire:

- Mínima -15° C
- Máxima +50° C
- Valor máximo medio diario +35° C

- Humedad relativa del aire: 100 %

- Materia prima

Los componentes básicos del hormigón armado que se utilizan son:

- Cemento Tipo CEM II/A-V 42,5R
- Arena lavada de río
- Árido machacado o rodado de río
- Armaduras de acero tipo B500S.

- Dosificación

A fin de garantizar la resistencia y la impermeabilidad de las piezas fabricadas, se utilizan los siguientes criterios de dosificación:

- Agua: Proporción máxima en relación al cemento de 0,47.
- Arena: Proporción máxima de 2 a 1 con relación al cemento

Con estos criterios se garantiza una resistencia a la compresión de >250 kg/cm² a los 28 días y un grado de compacidad que asegura la total impermeabilidad de las paredes, característica prácticamente imposible de conseguir con otras dosificaciones y calidades inferiores

- Solera principal

Está formada por losas construidas hormigón armado cuya sobrecarga admisible es de 500 kg/cm² estás son registrables para permitir el acceso a la parte inferior del C.T. facilitando así la conexión de cables de la red.

- Características eléctricas

Todas las varillas, que constituyen la armadura de refuerzo de cada una de las piezas que conforman el edificio, están electro-soldadas entre sí, de forma que en cada una de las piezas existe continuidad eléctrica de su armadura, disponiendo de dos puntos unidos a ella, accesibles en la superficie de la parte interior del edificio. A través de estos puntos, se podrá realizar la comprobación de la continuidad de cada pieza y además se realizará, la interconexión de las distintas piezas mediante latiguillos de cobre, de forma que, una vez unidas, el interior del edificio sea una superficie equipotencial.

La situación de la armadura y el proceso de fabricación del hormigón, aseguran una resistencia eléctrica superior a 10.000 Ω, después de los 28 días de la fabricación, entre la armadura y las puertas, rejillas y la superficie exterior del edificio.

- Carpintería metálica

Los elementos metálicos son puerta de peatón, puerta del transformador, rejillas de ventilación y defensa del transformador. Estos elementos están construidos con chapa laminada en frío, con galvanizado en caliente en proceso continuo, posterior pintado de polvo de poliéster, RAL 7035 LIGHT GREY.

La defensa del transformador tendrá una mirilla realizada en metacrilato.

Las rejillas de ventilación dispondrán de filtro G3 tipo manta con disposición en ZIG-ZAG.

- Cerraduras

La puerta de acceso peatonal dispondrá de una cerradura del tipo UCEM 4124 HB100I (izquierda), cerradura de pestillo accionado por llave por ambos lados, equipada con cilindro 4000 F, acabado esmaltado dorado, mano izquierda.

La puerta de transformador dispondrá de una cerradura de enclavamiento accionada por la llave que se libera con la puesta a tierra cerrada de la celda de protección.

- Acabado

El hormigón se suministra pintado en color blanco rugoso por su interior Pintura rugosa en su exterior según RAL 6011.

El acabado de la carpintería metálica de exterior será del tipo C4.

11.4. Transformador de servicios auxiliares

Transformador trifásico 100 kVA 30/0,4 kV, norma UE 548/2014, baño de aceite, termómetro de dos contactos.

- Altitud máxima de operación <1000 mts.
- Temperatura máxima de operación: +40ºC.
- Fabricado de acuerdo con la norma IEC 60076 "Eco Design UE548/2014" TIER1
- Potencia nominal: 50 KVA
- Grupo vectorial: Dyn11
- Relación de voltaje: 30000/400 V
- Frecuencia nominal: 50 Hz

- Bobinados HV/LV: Aluminio/Aluminio
- Palanca de regulación de H.V. (fuera de circuito): +/- 2,5+/- 5%
- Tensión de cortocircuito HV-LV1: 4%
- Termómetro de dos contactos
- RAL 7035

11.5. Celdas de 30 kV

El centro de seccionamiento está compuesto por un conjunto de celdas modulares marca ICET serie "N", con las siguientes características:

- Fabricado según normas IEC-62271-1, IEC-62271- 102, IEC-62271-103, IEC-62271-105, IEC-62271-200.
- A prueba de arco interno.
- Aislamiento en aire.
- Corte y seccionamiento en SF6.
- Uso interior.
- Tensión asignada de aislamiento 36kV.
- Tensión asignada 36 kV.
- Frecuencia asignada 50 Hz.
- Tensión asignada soportada a frecuencia industrial 50 kV.
- Tensión asignada a impulsos 125 kV.
- Intensidad nominal: 200 – 400 – 1000 A.
- Intensidad de cortocircuito : 25 kA/1s.
- Poder de cierre assignado sobre corto circuito 40 kA.
- Estructura de chapa galvanizada.
- Pintura epoxy RAL 7030.
- Clasificación de continuida de de servicio LSC2A.
- Configuración:

    - Cuatro (4) Celdas de línea "NBS" 36 kV 200 y 400 A - 25 kA. Corte en SF6 y aislamiento aire, con seccionador de puesta a tierra y detectores de presencia de tensión.

    - Una (1) celda de protección automática "NVB/G" 36 kV 200 A 25 kA, disyuntor de vacío. Corte en SF6 y aislamiento aire, con seccionador de puesta a tierra y detectores de presencia de tensión.

    - Una (1) celda de medida "NM" 36 kV 1000 A 25 kA, que alojarán los transformadores de tensión e intensidad. La celda dispondrá de doble puerta metálica, la puerta interior será de rejilla, precintable, y sin posibilidad de apertura hacia el interior. Se montarán los elementos de corte necesarios, para poder aislar la celda en caso de revisión,

verificación, cambio de relación o sustitución de los transformadores de medida, con este objeto, se instalarán celdas de seccionamiento (interruptor o seccionador) en entrada y salida de la celda de medida. Los trasformadores de tensión e intensidad tendrán los valores normalizados por dicha compañía y cumplirán con la familia de normas UNE-EN 61869 o las que sustituyan esta.

- Una (1) celda de protección ruptofusible "NFA" 36 kV 1000 A 25 kA. Corte en SF6 y aislamiento aire, mordazas portafusibles para cortacircuitos fusibles DIN43625, bobina de disparo, timonería, seccionador de puesta a tierra, detectores de presencia de tensión y salida inferior. Fusibles de AT 10/24 kV 6,3 A.

11.6. Sistema de puesta a tierra

Suministro e instalación de:

- Cable de cobre de 50 mm2 desde el anillo del equipo de puesta a tierra hasta la caja de conexiones del equipo de puesta a tierra, también incluido.

- Cable de cobre de 50 mm2 desde el punto neutro del transformador SSAA hasta la caja de conexiones del neutro a tierra, también incluido.

11.7. Interconexión MT

Suministro de interconexión M.T. entre celda de protección y transformador de servicios auxiliares en cable RHZ1 1x300 mm2 Al 18/30 kV.

11.8. Interconexión B.T.

Suministro de interconexión B.T. entre transformador de servicios auxiliares y cuadro BT de servicios auxiliares en cable RV-K 0,6/1 kV 25 mm2 Cu.

11.9. Medida

Los puntos de medida se ajustarán a los requisitos y condiciones establecidos en el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico aprobado por el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, al Real Decreto 1164/2001 de tarifas de acceso y a la reglamentación vigente en materia de metrología y seguridad industrial, cumpliendo los requisitos necesarios para permitir y garantizar la correcta medida y facturación de la energía circulada.

Para la medida Fiscal, y en previsión de la necesidad de tener que enviar datos de telemedida en tiempo real al operador del sistema (REE), en el CPMC, se dispondrá de un armario de medida Tipo 2 compuesto por:

- 1 Regleta de verificación precintable.
- 1 Armario de medida realizado en poliester reforzado en fibra de vidrio de 750x750x300 mm con placa pivotante, cajas de bornes, automático y enchufe, con capacidad para hasta 2 equipos de medida Tipo 2+ Modem.
- Conjunto de conductores de unión entre los secundarios de los arroyamientos de medida y el contador realizado con cable apantallado Cu 0,6/1 kV de 6 mm2.
- Se dispondrá de un armario de resistencias para completar el consumo de los secundarios de los TT´s de medida.

El equipo de medida estará formado por:

- 1 Equipo Tarificador bidireccional para puntos de medida tipo 2, Marca Itron mod. SL7000- 760-2-A171 con entradas X/5A y x/110:V3, con verificación de origen.
- 1 Módem externo Itron mod. SPARKLINE IV, GSM-GPRS, que permite comunicación de facturación y al operador del sistema.

12. Descripción de los trabajos

A continuación, se describen las distintas operaciones que serán necesarias para desarrollar en el Proyecto conectada a red. Los trabajos de ejecución se pueden clasificar principalmente en:

- Topografía
- Obra Civil
- Sistema de seguridad
- Sistema de monitorización y control
- Protección contra incendios
- Suministro de Equipos
- Montaje mecánico
- Montaje eléctrico

12.1. Topografía

Los trabajos de topografía comprenden el replanteo inicial de la Instalación sobre el terreno para delimitar los límites de la Planta, los viales de acceso, vallado y ubicación de las cimentaciones de la estructura.

El replanteo topográfico del terreno será aprobado por el contratista principal antes del inicio de los trabajos y servirá de base topográfica para la cuantificación de estos; dichas aprobaciones se sucederán en los inicios y finales de las fases de desbroce, excavación y rellenos.

La realización del levantamiento se basará en las coordenadas de al menos dos vértices geodésicos o antenas "Global Navigation Satellite System" (GNSS) para la determinación de sus tres coordenadas del sistema oficial de referencia. Para determinar las alturas ortométricas, se deben conectar al menos otros dos niveles de puntos, si no se proporciona un modelo gravitacional que asegure una precisión absoluta "H" menor de 10 cm.

Estas bases se presentarán en los planes de levantamiento y se construirá de manera que se asegure su permanencia y que no estén colocadas en terrenos agrícolas o en lugares con riesgo de desaparición o cualquier tipo de movimiento. Se debe asegurar que las bases estén ubicadas en un área protegida de daños mecánicos y perturbaciones electromagnéticas, donde prevalecerá el patrón de sostenibilidad.

12.2. Obra civil parque solar

12.2.1. Cimentación seguidor solar

Los postes de la estructura solar irán anclados al terreno por medio de hinca directa. Si una vez realizado el ensayo geotécnico de terreno, se encontrase con alguna capa del mismo más dura, se propondrán soluciones alternativas a la cimentación de los postes para estas zonas.

12.2.2. Preparación del terreno y movimientos de tierra

La preparación del terreno consistirá en una limpieza y desbroce del terreno para eliminar la capa vegetal existente sin realizar movimientos de tierra.

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio de la dirección de obra. Estos trabajos serán los mínimos posibles y los suficientes para la correcta construcción del Proyecto.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo
- Demolición de edificios o posibles estructuras existentes en el terreno y posterior transporte de los escombros a vertedero.

De esta forma se realizará la extracción y retirada en las zonas designadas, de todas las malezas y cualquier otro material indeseable a juicio de la dirección de obra.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad y evitar daños en las construcciones próximas existentes. Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a setenta y cinco centímetros (75cm) por debajo de la rasante.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material procedente de los desmontes de la obra o de los préstamos, según está previsto en el estudio de movimientos de tierras necesarios en la obra.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones de la dirección de obra.

Todos los productos o subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento serán eliminados de acuerdo con lo que ordene la dirección de obra sobre el particular

Una vez finalizada la preparación del terreno, a partir del plano topográfico del terreno, y evitando lo máximo posible el desplazamiento de tierras, se hará el movimiento de tierras según corresponda. Distinguir entre los movimientos de tierra necesarios para:

- Plataforma de área de instalaciones provisionales.
- Adecuación menor de movimiento de tierras en áreas de seguidores solares con irregularidades puntuales en el terreno.

12.2.3. Canalizaciones

12.2.3.1. Canalizaciones de corriente continua

El cableado de los strings a las cajas de conexión discurrirá parcialmente enterrado bajo tubo y una parte aérea sobre la propia estructura de los seguidores. Por otro lado, el cableado desde las cajas de conexión a los inversores discurre directamente enterrado.

Las uniones serie de los módulos se realizarán mediante conexiones rápidas y especiales de Clase II, realizándose ésta por la parte posterior a los mismos. Los cables irán embridados a las estructuras soportes y pasarán desde la estructura al suelo bajo tubo de protección. Desde este punto partirán hacia los inversores.

Las canalizaciones tendrán una anchura de 30 cm, como mínimo, y una profundidad tal que permita que los tubos queden a una profundidad mínima de 75 cm. Se dispondrá una capa de arena de río lavada de espesor mínimo de 0,05 m sobre la

que se colocarán los tubos. Por encima de ellos irá otra capa de arena de 0,10 m de espesor.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los tubos, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

12.2.3.2. Canalizaciones de corriente alterna

El cableado de la parte de corriente alterna irá directamente enterrado a una profundidad de 0,95 m. cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. Por el contrario, deberán aumentarse cuando que las condiciones que se establezcan así lo exijan.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 0,05 m y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 0,1 m de espesor que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones, estos deben de tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta de la existencia del cableado. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Las canalizaciones de baja tensión serán enterradas bajo tubo conforme a las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21. No instalándose más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse en función de cruces o derivaciones. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

12.2.4. Viales internos

La Instalación contará con una red de viales interiores que dará acceso a los centros de transformación que conforman la Planta.

La estación de potencia deberá estar en una plataforma ligeramente elevada conectada a los caminos internos. Esta plataforma debe considerar un área de trabajo segura de 2 m alrededor de la estación de potencia, sin pendiente.

Todos los viales de la Planta serán de 3,50 m de ancho, y estarán compuestos por una subbase de suelo seleccionado compactado al 95% PM con un mínimo de 0,20 m de espesor y una base de zahorra natural de 0,10 m de espesor compactada al 95% PM. El trazado de los viales se diseñará considerando un radio de giro mínimo de 12,00 m, y respetando una distancia mínima entre los seguidores y el borde del camino de 1 m.

La pendiente máxima de los caminos se establece en un 10%, y aquellos tramos en los que presenten pendientes mayores, si los hubiera, se hormigonarán consecuentemente.

Los viales deberán soportar un tráfico ligero durante la fase de operación de la Planta Fotovoltaica, reducido a vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación. De forma puntual el acceso de vehículos pesados podrá ser necesario para el transporte de equipos como los transformadores.

En aquellos puntos de cruces de cables y zanjas enterradas con los caminos, se instalarán tubos corrugados embebidos en hormigón para posterior instalación de los cables a través de dichos tubos.

Respecto a los caminos de acceso a la Planta Solar, se adecuarán en aquellos tramos en los que sea necesario para garantizar el paso de vehículos de carga durante la fase de obras. Se les proporcionará un ancho mínimo de 4 metros y se construirán sobreanchos en curvas para asegurar el paso de camiones y/o maquinaria.

12.2.5. Vallado perimetral

Se instalará un vallado perimetral compuesto por tubos galvanizados, colocados cada 3,00 metros en excavaciones rellenas de hormigón en masa H-25, de 48 mm de diámetro, 12 mm de espesor y 2,15 m de altura, acodados en sus extremos para colocar dos hileras de alambre de espino. En todos los cambios de dirección, o en su defecto, cada 45 m, se dispondrán postes de refuerzo con dos tornapuntas. La malla será de tipo cinegética 200-17-30 y tendrá 2,00 m de altura. Se colocarán 4 tirantas de alambre de 16 mm2 con sus tensores y tornillos correspondientes.

Se realizarán accesos a la planta mediante cancela de 6 m de anchura y 2,15 m de altura en dos hojas, realizadas con tubo galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,2 mm de espesor más malla electrosoldada de las mismas características que la anterior.

Con objeto de preservar el medio, el vallado dispondrá de pequeños accesos de 0,30 x 0,30 m instalados cada 150 m para permitir el paso de animales pequeños existentes en la zona.

12.2.6. Estudio geotécnico

En el momento de desarrollar la actuación, se realizará un estudio geotécnico, de forma que se determinen las características del terreno y así, conseguir la forma óptima de los trabajos de anclado o cimentación de los elementos de la instalación fotovoltaica.

12.2.7. Sistema de drenaje

El diseño del sistema de drenaje se abordará estrechamente ligado con el movimiento de tierras y explanaciones, en caso de tener que llevarlas a cabo.

Se tratará de aprovechar al máximo las líneas de flujo principal existentes, modificándolas o reordenándolas, diseñando y dimensionando cada uno de los elementos de drenaje que garanticen una correcta y óptima evacuación de aguas.

No se realizarán movimientos de tierra que produzcan alteraciones topográficas que puedan afectar a los cauces existentes.

La Planta podrá contar con un sistema de drenaje que permita evacuar, controlar, conducir y filtrar todas las aguas pluviales hacia los drenajes naturales del área ocupada por la Instalación.

Se deberá asegurar que el sistema de drenaje da continuidad al drenaje natural del terreno.

Se diferencian tres tipologías diferentes que se detallan a continuación:

- Drenaje longitudinal de tipo 1 (cuneta) como medida de protección perimetral de la Planta y de los viales internos. Captarán el agua de escorrentía y la conducirán hacía los puntos de menor cota.
- Drenaje longitudinal de tipo 2 (paso salvacunetas) para permitir el cruce entre caminos (interior o de acceso a la Planta) y las obras de drenaje de tipo 1, con el fin de garantizar el regular flujo entre el agua pluvial recolectada en la cuneta frente a un evento con un tiempo de retorno de 25 años.
- Obra de Drenaje Transversal (ODT) para permitir el cruce caminos y las ramblas/cauces existentes, con el fin de garantizar el regular flujo de escorrentías frente a un evento con un tiempo de retorno de 100 años. Se colocarán tubos salva cunetas que crucen bajo los caminos, con rejas a la entrada para evitar el aterramiento de los tubos. Se evitarán los diámetros pequeños, empleando como mínimo el diámetro Ø400 mm, y empleando tubos con capacidad mecánica suficiente para soportar el paso de los vehículos. En caso de que los cauces sean muy poco pronunciados o el desnivel del terreno sea insuficiente para permitir la instalación de tubos como ODT, se recurrirá a la ejecución de vados hormigonados, protegiendo el camino de la socavación y restituyendo el flujo natural del agua.

También se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas de escorrentía provenientes de las parcelas colindantes al Proyecto.

En función del estudio de la pluviometría de la zona, se calculan la escorrentía superficial y las precipitaciones máximas sobre la parcela. Las dimensiones de las canalizaciones de evacuación de aguas a construir se dimensionarán en función de los datos pluviales y la normativa nacional relacionada.

12.3. Obra civil parque eólico

La obra civil de un parque eólico se concentra principalmente en las plataformas, las cimentaciones de los aerogeneradores, los viales interiores del parque y en las líneas de interconexión y accesos.

La principal premisa en el diseño y ejecución de la obra civil es minimizar la afección al medio, sobre todo en aquellos lugares más sensibles. También es de especial relevancia la conservación cultural del entorno, evitando la afección a elementos de patrimonio cultural existentes y realizando las correspondientes prospecciones en las áreas de actuación.

Por otro lado, para optimizar la distribución de los aerogeneradores, se aprovechará todo lo posible los factores del relieve local, como son el trazado de los viales internos del parque por las cuerdas y divisorias de aguas. Esto incluirá priorizar la adecuación de viales existentes frente a la creación de nuevos trazados para generar el menor movimiento de tierras posible.

Todo ello irá enmarcado en el cumplimiento de las restricciones y tolerancias marcadas por el fabricante para este tipo de infraestructuras. En concreto, las condiciones ideales para los vehículos de transporte de aerogeneradores son pendientes de hasta un 8% en línea recta en sentido de la marcha y en buenas condiciones climáticas y de condiciones del firme. Excepcionalmente puede llegarse al 14% pero teniendo en cuenta que pendientes superiores a 8% pueden requerir de un vehículo extra de remolque o empuje, y que pendientes superiores a 10% requieren de sobreanchos en curvas y hormigonar la superficie para conseguir una óptima adherencia y tracción.

Se debe tener especial cuidado de minimizar las irregularidades de los viales para que no haya saltos bruscos a lo largo de los vehículos y evitar que se dañe el material transportado o el propio vehículo de transporte. El desnivel máximo de irregularidades en la superficie es de 30 cm.

Las principales actuaciones a realizar son las siguientes:

- Accesos:

Se entiende por accesos a los bailes existentes y viales de nueva construcción que permiten el acceso desde la red de carreteras hasta los viales internos del parque.

- Viales internos:

Son aquellos viales existentes, acondicionados o de nueva construcción que permiten el transporte de equipos y grúas necesarios para el montaje del parque y su explotación.

- Plataformas de montaje:

Es la explanación del terreno acondicionada para el montaje de los aerogeneradores.

- Cimentación aerogeneradores:

La cimentación de los aerogeneradores estará formada por una zapata de hormigón armado que efectuará el anclaje de las torres al terreno. Dichas zapatas se han previsto de planta circular y dimensiones adecuadas a las características del terreno.

- Canalizaciones eléctricas:

El conexionado en media tensión de los aerogeneradores, así como el cableado de control se dispondrá enterrado bajo zanja. Existirán varias dimensiones de zanja tipo según el número de ternas de cable de media tensión que discurra en cada tramo.

- Drenaje:

El conexionado en media tensión de los aerogeneradores, así como el cableado de control se dispondrá enterrado bajo zanja. Existirán varias dimensiones de zanja tipo según el número de ternas de cable de media tensión que discurra en cada tramo.

12.3.1. Accesos

El acceso al parque eólico se realizará desde la autovía A–4, la cual se encuentra actualmente en buen estado de conservación, concretamente en el P.K. 646. Desde dicha carretera se accederá a las dos zonas del parque eólico a través de caminos públicos existentes.

Para facilitar el paso y giro de la maquinaria y camiones implicados en la obra, el entronque de dicho vial con la carretera deberá ser actualizado, dicha reforma se realizará de acuerdo a la normativa vigente.

12.3.1.1. Secciones de firme

En las siguientes imágenes se muestran las secciones que tendrán los viales de entronque con la carretera por la cual se tiene acceso.

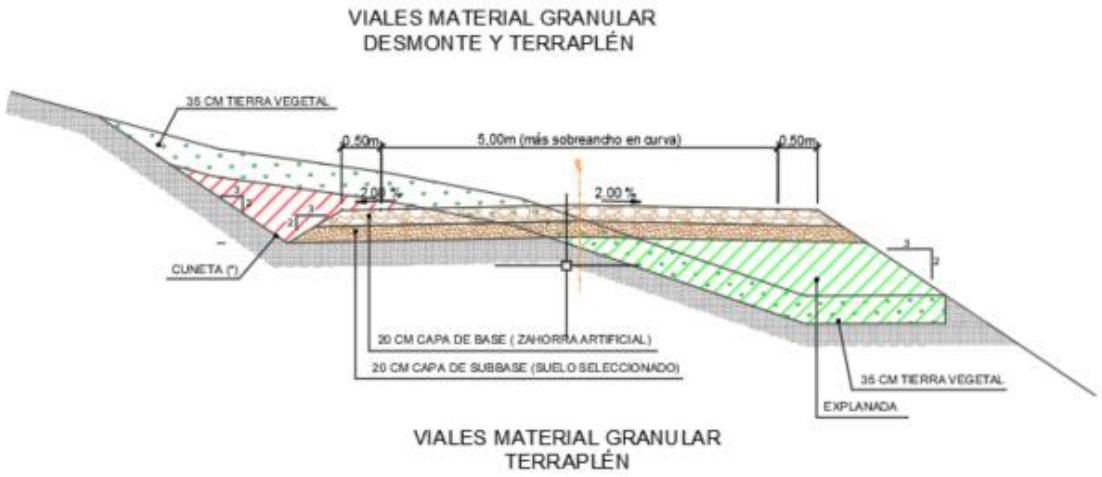


Ilustración 23. Sección tipo viales de acceso

Las intersecciones con la carretera de acceso se realizarán como una plataforma al mismo nivel con radios de giro de 70m que permitan la entrada al parque desde ambos sentidos de circulación, así como un giro libre de obstáculos estando todo el enlace al mismo nivel, de acuerdo al siguiente esquema:

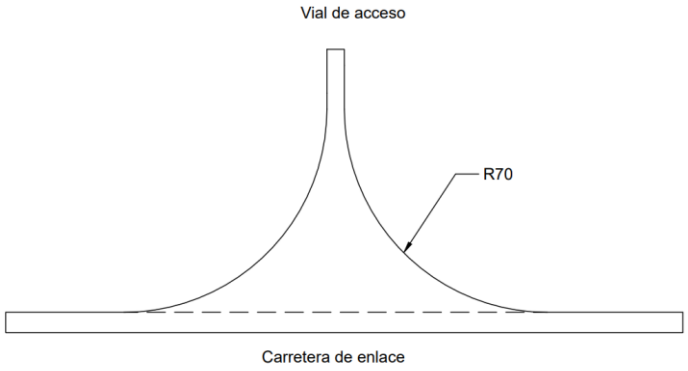


Ilustración 24. Entronque con carretera

Se parte de la situación ideal de aprovechar en la medida de lo posible los caminos existentes en el entorno del parque, tratando de minimizar las afecciones por apertura de accesos, así como expropiaciones. Si hay carreteras de hormigón o asfalto público / privado existentes con un ancho de conducción inferior a 5 m deben deberán ensancharse. La ampliación de las carreteras es necesaria por motivos de seguridad para reducir el riesgo de rotura de los bordes de la carretera, ya que se deben utilizar vehículos y grúas con un ancho de vía de 3 m y un peso total máximo de 145 T para garantizar la entrega y montaje del aerogenerador. La siguiente imagen muestra la manera de ampliar un vial existente.

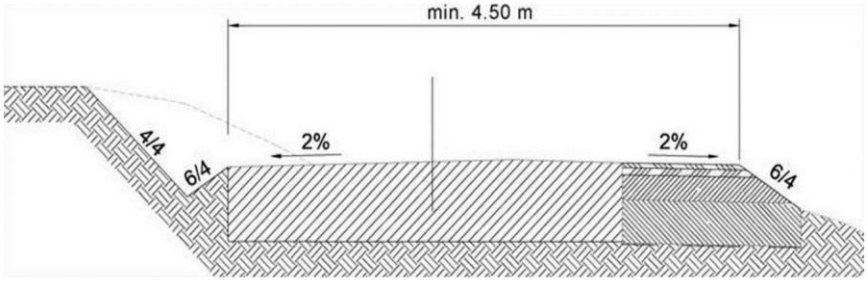


Ilustración 25. Ejemplo de ampliación de vial existente

12.3.2. Viales internos

El objetivo general de la red de viales es dar accesibilidad a los aerogeneradores para su instalación, operación y mantenimiento. Dado el tamaño de los componentes de los aerogeneradores, los caminos deben cumplir unos requisitos suficientes para el transporte de estos. En su diseño se ha tratado de minimizar las posibles afecciones a los terrenos por los que discurren. Para ello se maximiza la utilización de los caminos existentes en la zona, definiendo nuevos trazados únicamente en los casos imprescindibles de forma que se respete la rasante del terreno natural, siempre atendiendo al criterio de menor afección al medio.

Este proyecto básico contempla la adecuación de los caminos existentes que no alcancen los mínimos necesarios para la circulación de vehículos de montaje y mantenimiento de los aerogeneradores y la construcción de nuevos caminos necesarios. La explanación del camino y las plataformas, constituyen las únicas zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del territorio en su estado natural, por lo que éste no podrá ser usado, bajo ningún concepto, para circular o estacionar vehículos, o para acopiar materiales.

Las dimensiones de los viales, según requerimientos del transporte e indicaciones del tecnólogo y del fabricante en el montaje de los aerogeneradores elegidos para instalar en este parque, serán de 4,5 m útiles en rectas.

En lo relacionado con los giros y curvas, las dimensiones de los viales, según requerimientos del transporte e indicaciones del tecnólogo y del fabricante en el montaje de los aerogeneradores elegidos para instalar en este parque, serán de mínimo 6 m en curvas superiores a 10º, y de 9 m en giros de 90º. El radio de curvatura de los tramos en curva será como mínimo de 70 m debido a que el área de la curva interior de los vehículos proviene de una diagonal de 63 m, entre la cabeza tractora y el último eje del vehículo, y a que fuera del área de la curva hay que dejar un sobreancho libre desde el borde de la carretera de 6-9 m. En caso de que el radio de curvatura sea inferior, se definirán sobreanchos hasta alcanzar la dimensión pertinente en función de las características de la curva en cuestión.

Las áreas de entrada y salida de las curvas también deben contener una sección en forma de cuña de 5 m de largo para curvas menores de 90º, y de 34 m para curvas superiores. Los obstáculos en el exterior de las curvas no deben superar los 1,5 m por encima del nivel de la carretera, mientras que aquellos en la zona interior de las mismas

no deben superar los 0,30 m por encima del nivel de la carretera, para lo cual se han establecido bermas de despeje.

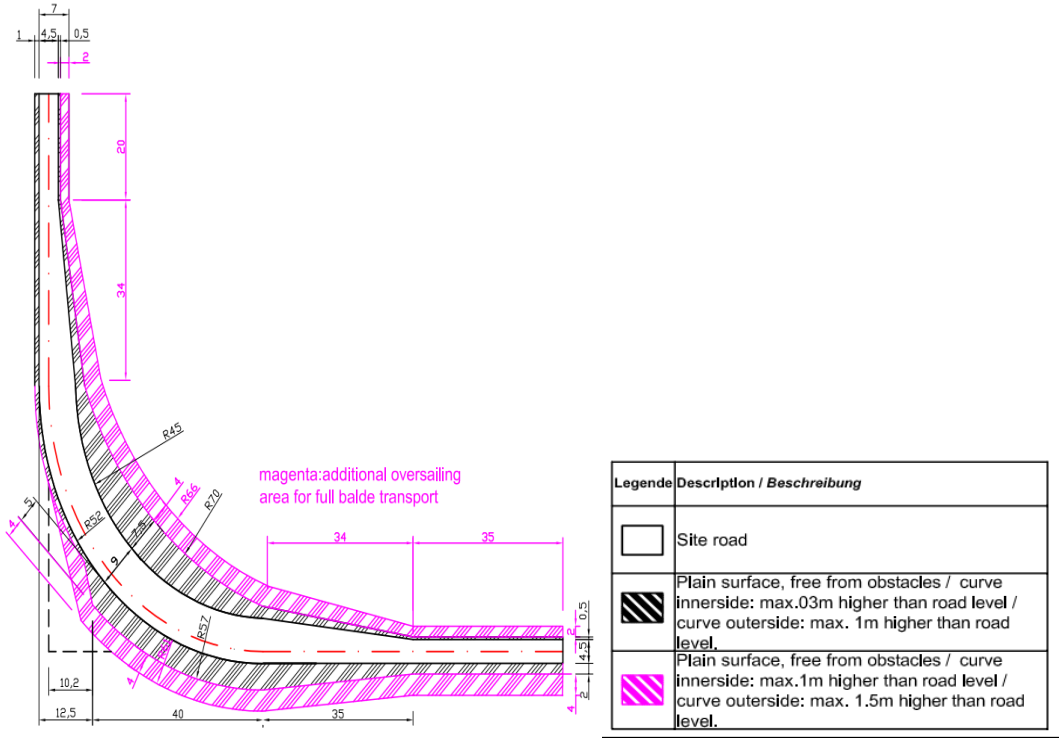


Ilustración 26. Dimensiones del vial en giros de 90º

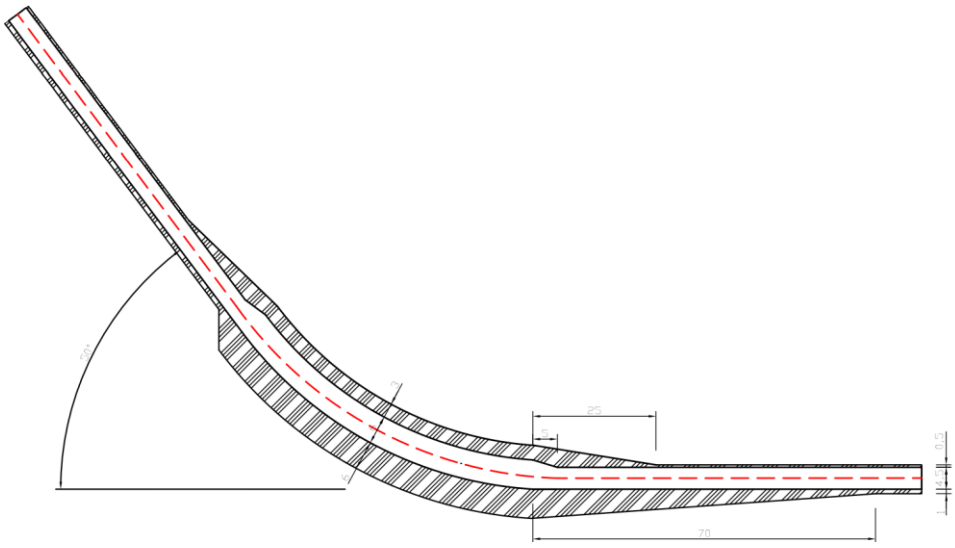


Ilustración 27. Dimensiones del vial en giros de entre 10 º y 90º

En cuanto a acuerdos verticales, el radio vertical mínimo es de 600 m para tramos rectos en planta, y de 700 m en tramos curvos, tanto para acuerdos verticales como convexos. Se debe tener especial cuidado de minimizar las irregularidades de los viales para que no haya saltos bruscos a lo largo de los vehículos y evitar que se dañe el material transportado o el propio vehículo de transporte. El desnivel máximo de

irregularidades en la superficie es de 30 cm, y en rectas de 30 m, el desnivel máximo debe ser menor de 28 cm de acuerdo con la siguiente imagen.

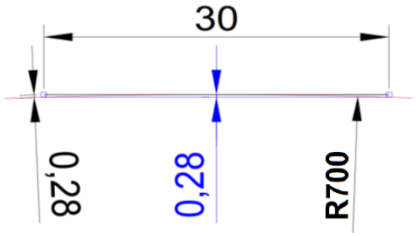


Ilustración 28. Tolerancia irregularidades del suelo

El talud de desmonte se proyecta 1:1 (H:V) y el talud de terraplén que se contempla en este proyecto es 3H:2V, y con aristas redondeadas de radio 2 m.

Las alineaciones de cada uno de los viales del parque y los perfiles longitudinales de los mismos pueden apreciarse en el Documento nº 2: Planos.

12.3.2.1. Secciones de firme

En general, los vehículos de transporte podrán circular por pendientes de hasta un 8% en línea recta, en sentido de la marcha y en buenas condiciones climáticas y de condiciones del firme. Excepcionalmente puede llegarse al 14% pero teniendo en cuenta que pendientes superiores a 8% pueden requerir de un vehículo extra de remolque o empuje, y que pendientes superiores a 10% requieren de sobreanchos en curvas y hormigonar la superficie para conseguir una óptima adherencia y tracción.

- Firme pendientes <10%

En cuanto al paquete de firme este se ejecutará como norma general mediante una capa subbase de 25 cm de espesor de material granular + capa base de 15 cm de zahorra artificial. Además, en zonas de terraplén se dispondrán 35 cm de tierra vegetal.

Las zahorras cumplirán las prescripciones que figuran en el artículo 510 del PG3:

- Capacidad portante base y sub-base: ensayo de placa de carga estática para una presión en superficie de 12T por eje, será de Ev2 ≥ 100 MN/m² y Ev2/Ev1 ≤ 2.3.
- Capacidad portante base y sub-base: ensayo de placa de carga estática para una presión en superficie de 20T por eje será de Ev2 ≥ 120 MN/m² y Ev2/Ev1 ≤ 2.2.

El nivel de compactación de la capa de base se corresponderá con una densidad seca no inferior al 98% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor modificado. La capacidad portante mínima del terreno será de 180 kN/m².

El nivel de compactación de la subbase se corresponderá con una densidad seca no inferior al 95% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor modificado.

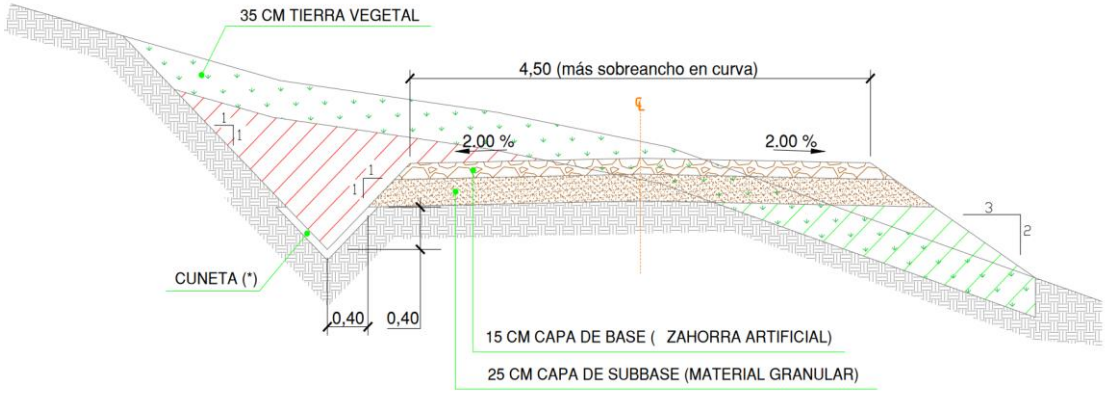


Ilustración 29. Sección tipo viales para pendientes < 10%

- Firme pendientes >10%

La capa de rodadura cumplirá con las especificaciones que figuran en el artículo 550 del PG-3. Corresponde con un firme de hormigón HF-3,5 con una resistencia de 3.5 MPa. El acabado superficial asegurará la adherencia de los vehículos.

El nivel de compactación de la subbase se corresponderá con una densidad seca no inferior al 95% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor modificado.

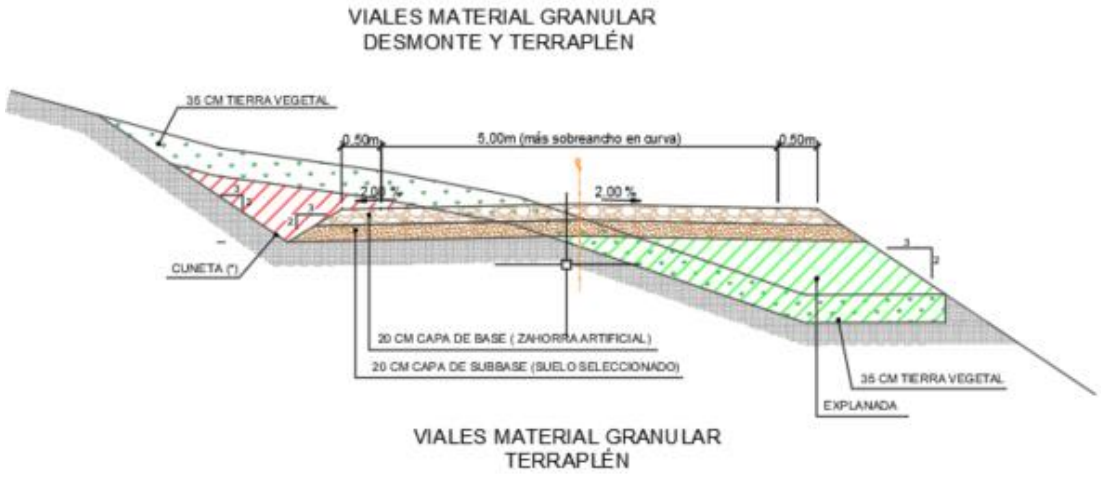


Ilustración 30. Sección tipo viales para pendientes > 10%

- Explanada

Los materiales para el terraplén serán los correspondientes a los de uso en cada una de sus zonas teniendo en cuenta el artículo 330 del PG3. El material para terraplén procedente de la excavación será no marginal y deberá cumplir con las siguientes características:

- Capacidad portante explanada: ensayo de placa de carga estática Ev2 ≥ 50 MN/m². Y Ev2/Ev1 ≤ 2.3, independientemente del contenido en sales y granulometría.

En ampliación de caminos existentes, en ningún caso será apto para terraplén material marginal.

El terraplén será ejecutado con material granular procedente de la excavación o de préstamo, pero en ningún caso se podrá utilizar zahorra reciclada, que contenga impurezas y/o elementos punzantes y/o metales que puedan dañar los vehículos, siendo los costes de los daños por cuenta del contratista.

En caso que la coronación de la explanada existiese roca, únicamente se ejecutará el paquete de firme. El material de relleno se extenderá en tongadas de 30 cm. El nivel de compactación se corresponderá con una densidad seca no inferior al 95% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor Modificado.

Con los viales diseñados se garantiza el tránsito rodado y el acceso a todos los aerogeneradores y a la torre de medición meteorológica.

12.3.3. Plataformas

Las plataformas son explanaciones, adyacentes a los aerogeneradores, que permiten mejor acceso para realizar la excavación de la zapata y el posicionamiento de las grúas y los transportes pesados involucrados en el montaje de los aerogeneradores, que pueden así realizar su tarea sin interrumpir el paso por el camino. Son de forma rectangular de 50x25 m, ocupando una superficie de 1.250 m² y situándose a la misma cota de acabado de la cimentación de los aerogeneradores, junto a ellas, esencialmente planas, con una pendiente longitudinal máxima de 4% y transversal máxima del 2%. Se ejecutan mediante un desbroce de tierra vegetal y una posterior compactación del terreno natural para poder dar un asiento firme a grúas y transportes. En caso de que el terreno natural no tenga las características adecuadas se aportará una capa de zahorra artificial compactada.

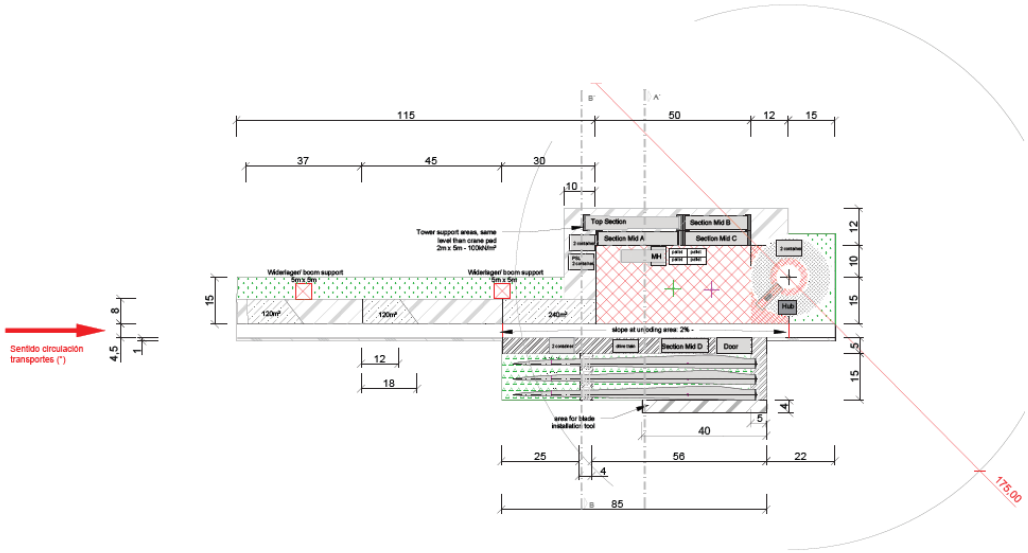


Ilustración 31. Plataforma de montaje

Por otro lado, las plataformas temporales o de acopio son explanaciones, adyacentes a los aerogeneradores, que permiten el acopio de los elementos que componen los aerogeneradores durante la fase de montaje, permitiendo realizar esta tarea sin interrumpir el paso por el camino. Se realizará una plataforma junto a la plataforma de montaje, para el acopio de los tramos de torre y la nacelle y otra en el lado contrario del camino rectangular, de 85 x 15 m, para el acopio de las palas. La cota se adaptará a la del terreno natural para minimizar los movimientos de tierra y serán esencialmente planas. Se ejecutan mediante desbroce de tierra vegetal y excavación/terraplén hasta alcanzar la cota deseada, el terreno afectado por la mismas quedará totalmente reconstruido tras pasar el periodo de montaje de los aerogeneradores.

La superficie total ocupada por cada plataforma temporal de acopio es de aproximadamente 15.000 m², se colocará una plataforma de acopio temporal por cada zona ocupando una superficie total de 30.000 m².

12.3.3.1. Resumen de movimientos de tierras

MOV TIERRAS	Cota	Superficie desbroce (m2)	Excavación		Terraplén	Compensación de Tierras	Firmes	
			Tierra Vegetal (m3)	Suelo (m3)	Núcleo (m3)	Desmonte-Terraplén (m3)	Suelo seleccionado (m3)	Terraplén (m3)
Eje_WTG01 (plataforma+viales)	17,00	24.215,21	3.632,28	30.173,31	24.225,66	5.947,65	2.817,16	2.631,61
TOTAL		24.215,21	3.632,28	30.173,31	24.225,66	5.947,65	2.817,16	2.631,61

Tabla 21. Resumen movimiento de tierras viales internos

12.3.3.2. Secciones de firme

Las siguientes imágenes muestran las secciones que tendrán las plataformas de montaje.

La primera de ellas muestra la sección que incluye la superficie que contiene a la plataforma definitiva, o lo que viene a ser lo mismo aquella superficie de terreno que va a quedar ocupada de manera permanente. Además, aparecen partes de la plataforma temporal, como la plataforma de acopio de las palas y zonas que deben permanecer libres de obstáculos durante el montaje.

La segunda es la referente a la parte de la plataforma que estará ocupada por la grúa durante el montaje y que por lo tanto contiene los apoyos de la misma y debe tener una zona libre de obstáculos. Igualmente aparece la superficie destinada al acopio de las palas.

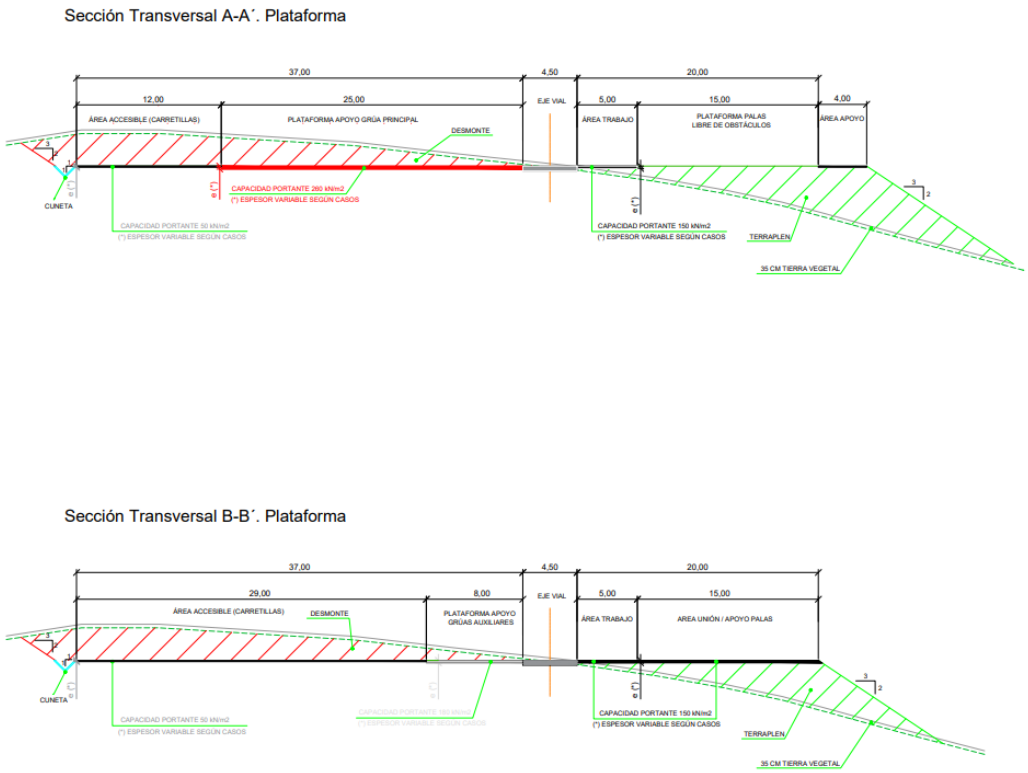


Ilustración 32. Secciones transversales de plataformas de montaje

12.3.4. Cimentaciones

La cimentación del aerogenerador asegura la estabilidad del mismo para todas las condiciones de diseño. Para un mejor conocimiento del terreno en el que se asentarán los aerogeneradores, se realizará un estudio geotécnico individualizado que confirme las hipótesis de diseño y que definirá las necesidades reales de la cimentación.

Se deben disponer tubos de PVC para el paso de conductores y cables de tierra y drenaje de la torre. Estas conducciones atraviesan el cilindro de conexión, a través de perforaciones ya previstas en éste.

Por último, para evitar filtraciones de agua, se dispone un sellado entre el hormigón y la chapa del tramo de torre enterrado.

Sobre la zapata se construirá un pedestal, también de hormigón armado, en el interior de los pedestales se alojarán los carretes de anclaje de los fustes de los aerogeneradores, provistos de los correspondientes taladros para el alojamiento de los pernos de anclaje. Tanto la zapata como el pedestal se realizarán en hormigón armado.

La ejecución de la cimentación de cada un de los aerogeneradores da lugar a una serie de obras que se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Despeje y desbroce del terreno.
- Excavación y compactación del pozo.

- Relleno inicial con una base de hormigón de limpieza.
- Montaje de encofrado.
- Montaje de la armadura.
- Instalación y montaje del sistema de anclaje para la torre del aerogenerador.
- Hormigonado.
- Relleno con material seleccionado procedente de la excavación, debidamente compactado, hasta alcanzar la cota original del terreno.

Las dimensiones, resistencias características mínimas del hormigón de la losa y del pedestal serán confirmadas en el diseño de detalle de la cimentación, así como la cantidad exacta de acero.

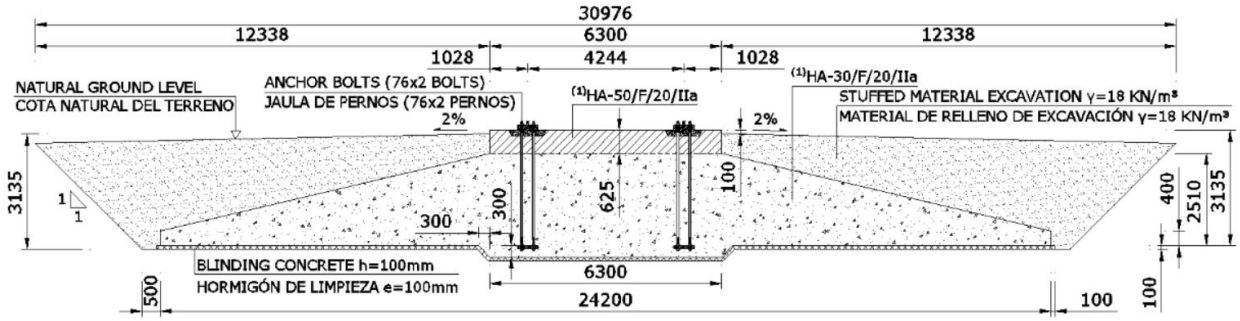


Ilustración 33. Sección de la cimentación

12.3.5. Zanjas y canalizaciones

Las zanjas tendrán por objeto alojar las líneas subterráneas de 30 kV, la línea de comunicaciones y la línea de tierra que interconecta todos los aerogeneradores del parque con la subestación.

Esta red de zanjas se ha tendido en general en paralelo a los viales en el lado más cercano a los aerogeneradores, para facilitar la instalación de los cables y minimizar la afección al entorno. En las zonas de plataformas, discurrirán por el borde de la explanación.

Finalizada la ejecución de las zanjas se procederá al revegetado de las mismas, de tal forma que queden únicamente visibles en superficie las tapas de las arquetas. A su vez, se dejará señalizado con hitos de hormigón de distinto color que indicarán la ubicación de los empalmes. Dichos hitos serán situados, a lo largo del trazado, de manera regular, en intervalos de 50 m y en cada cambio de dirección.

Las zanjas se dividirán en dos categorías, una directamente enterrada, empleada en aquellos casos en los que no haya cruzamientos con viales, cauces de agua u otro tipo de infraestructuras sensibles, y otra bajo tubo hormigonada para resolver tales cruzamientos. En caso de que sea necesario, se realizará una ocupación temporal de 3,6 metros en lado más alejado al vial y de 2 metros en el lado más cercano al mismo, medida desde los límites de excavación de la zanja, para las labores de construcción de las canalizaciones enterradas. Ambas tipologías se describen a continuación.

12.3.5.1. Zanjas y canalizaciones directamente enterradas

En función del número de circuitos de media tensión alojados, las dimensiones y espesor de las capas alojadas será el siguiente.

Denominación	1T	2T	3T
Número de circuitos de alojados	1	2	3
Anchura total	30 cm	30 cm.	69 cm
Profundidad total	130 cm	130 cm	130 cm
Altura de tierra procedente del propio terreno	60 cm	60 cm	60 cm
Altura de arena compactada	70 cm	70 cm	70 cm
Cinta de polietileno de señalización	1	1	1

Tabla 22. Dimensiones zanjas directamente enterradas

Las zanjas directamente enterradas tendrán una profundidad total de 130. Todas comenzarán con una capa de arena de 10 cm en cuyo interior se situará el conductor de tierra desnudo del sistema colector. Sobre esta capa se situarán centradas las duplas o ternas de conductores separadas entre sí 30 cm, para posteriormente ser cubiertas por una capa de arena hasta 70 cm. En esta capa se alojará el cable de telecomunicaciones.

Sobre dicha capa se situarán el número de placas de protección correspondiente a cada tipología de zanja, a continuación, se extenderá una capa de 60 cm de suelo seleccionado (95 % PM). Dentro de esta capa a 20 cm de la superficie se colocara la cinta de señalización.

Las zanjas directamente enterradas cuyo trazado discurra por terreno agrícola, serán iguales que las anteriores con la salvedad de que la última capa, formada por material procedente de la excavación, será de 40 y sobre ella se situará una capa de 20 cm de tierra vegetal.

12.3.5.2. Zanjas y canalizaciones enterradas bajo tubo

Se emplearán en todos los cruzamientos con cauces de agua y viales o caminos. En función del número de circuitos de media tensión alojados, las dimensiones y el número de tubos alojados en la zanja son los siguientes.

Denominación	1T	2T	3T	4T
Número de circuitos de media tensión alojados	1	2	3	4
Anchura total	30 cm	30 cm.	69 cm	69 cm.
Profundidad total	130 cm	130 cm	130 cm	130 cm
Altura total de hormigón	70 cm	70 cm	70 cm	70 cm
Altura de arena compactada	60 cm	60 cm	60 cm	60 cm

Número de tubos HDPE corrugado 200 mm	1	2	3	4
Número de tubos PV 110 mm	1	2	3	4
Cinta de polietileno de señalización	1	1	1	1

Tabla 23. Dimensiones zanjas enterradas bajo tubo

12.3.6. Resumen de superficies ocupadas

Movimiento de tierras	Superficie de desbroce (m2)	Volumen de tierra vegetal (m3)
Eje_Acceso, Plataforma WTG01, Eje_WTG01	24.215,21	3.632,28
TOTAL	24.215,21	3.632,28

Tabla 24. Resumen de superficies ocupadas

12.3.7. Restauración ambiental

Con carácter general, las declaraciones de impacto ambiental establecen que los terrenos afectados por los proyectos deben restituirse a sus condiciones fisiográficas iniciales con objeto de conseguir la integración paisajística de las obras ligadas a la construcción del parque eólico, minimizando los impactos sobre el medio perceptual. Los procesos erosivos que se puedan ocasionar como consecuencia de la construcción del mismo, deberán ser corregidos durante toda la vida útil de la instalación.

Dicha restitución atañe a todas las zonas auxiliares o complementarias afectadas durante la fase de obra, cuya ocupación no sea necesaria en fase de explotación tales como:

- Radios de giro
- Parking áreas
- Campas de acopio
- Plataformas auxiliares. (En el caso de los aerogeneradores debe ser restituido todo lo que exceda de la plataforma permanente, considerada como plataforma de alta compactación)
- Superficies de desmonte y terraplenes.

Desde el punto de vista de la restitución, el proyecto técnico debe incluir los movimientos de tierra necesarios para conseguir el estado fisiográfico original, sin comprometer la estabilidad de las infraestructuras permanentes, tomando como referencia el estudio topográfico previo a obra el cual refleja la orografía inicial de los terrenos antes del comienzo de los trabajos e incluyendo cubicación y presupuestos.

La restauración vegetal del terreno se realizará siguiendo el plan de restauración desarrollado en el estudio de impacto ambiental del parque que está amparado por la correspondiente declaración de impacto ambiental. Dicho Plan de Restauración vegetal contiene las partidas necesarias para su ejecución, valoradas económicamente. El presupuesto incluido puede sufrir variaciones en función del éxito de la vegetación natural del terreno o de los precios de mercado, sin embargo, en todo caso, se deberá

cumplir con lo estipulado en el Plan de Restauración incluido en el Estudio de Impacto Ambiental tanto en superficies, tipología de la actuación, así como semillas y su caracterización.

12.4. Sistema de seguridad

Se instalará un sistema de seguridad compuesto de un sistema detector de intrusión, compuesto por barreras de microondas y un sistema de circuito cerrado de televisión y vídeo (CCTV), compuesto por cámaras de vigilancia fijas, con visión nocturna y distribuida a lo largo del perímetro abarcado por las plantas.

Para la instalación del sistema de seguridad, se instalarán durante la fase de ejecución del proyecto unos tubos enterrados a una profundidad mínima de 40 cm, con un diámetro mínimo de 80 cm, por los que se tenderán los cables de señal y alimentación tanto de las cámaras como de las barreras de microondas. Dicha canalización también seguirá el recorrido del perímetro de la planta.

12.5. Sistema de Monitorización y Control

El sistema de monitorización y control de la Planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA y el sistema de control de la Planta PPC, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de los sistemas de la Instalación. Este sistema irá alojado en un servidor local instalado en la sala de control del edificio O&M de la planta.

Con la información recopilada por los dispositivos de campo, el SCADA generará una imagen completa de la planta, con el fin de facilitar la gestión y supervisión de la planta, permitiendo la detección en tiempo real de fallos, facilitando así tomar medidas correctivas para evitar el cierre de equipos y la pérdida de producción.

La red de comunicaciones estará compuesta por diversas redes virtuales (VLANs) que ayuden en la segregación del tráfico de datos y aumenten la seguridad y estabilidad del sistema. El medio físico para los anillos de la red principal será fibra óptica monomodo, otorgando la redundancia necesaria para permitir el correcto funcionamiento del sistema ante fallos puntuales en alguno de los componentes de los anillos.

El protocolo base para las comunicaciones será Modbus TCP, siendo este un estándar en el sector fotovoltaico que permite la rápida integración de sistemas y herramientas de depuración que ayuden a la detección y corrección de fallas. De cara a la comunicación con sistemas exteriores el sistema dispondrá de pasarelas de comunicación que aseguren la integración con protocolos de telemando y control como por ejemplo IEC-104, DNP3, IEC 61850 MMS/GOOSE, etc El sistema se puede configurar para permitir el acceso a sistemas de adquisición externos o el sistema de gestión de la Utility manteniendo en todo momento los criterios más estrictos de Ciberseguridad y encriptación de datos que eviten accesos no autorizados al sistema.

La siguiente imagen muestra un detalle de la propuesta del sistema de monitorización y control a través de su arquitectura de redes:

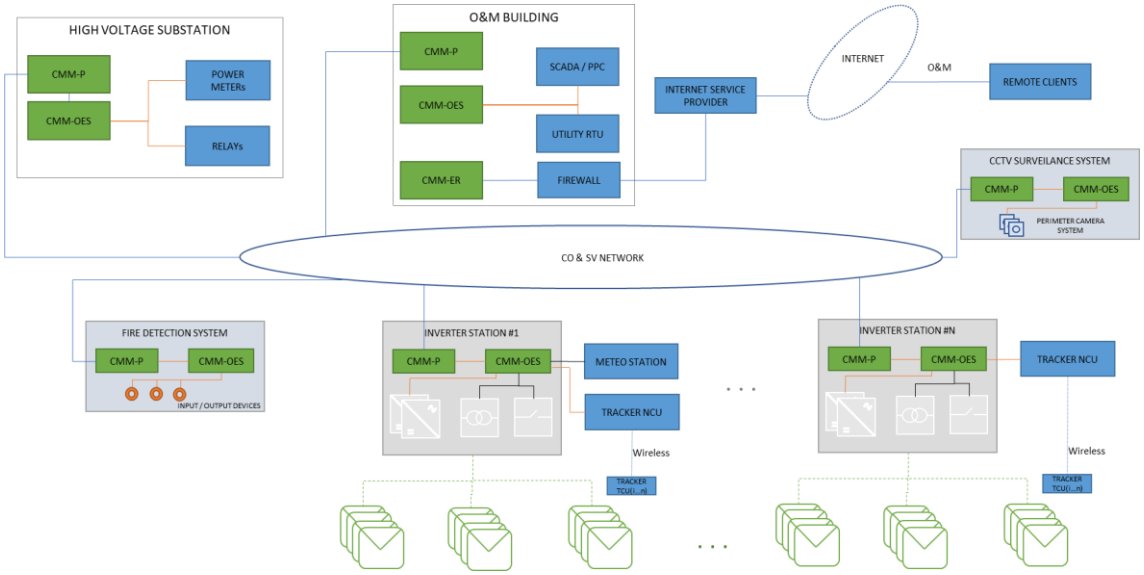


Ilustración 34. Detalle de arquitectura de comunicaciones

El sistema de monitorización será capaz de acceder y almacenar los siguientes grupos de variables:

- Producción instantánea de los inversores.
- Voltaje de entrada y salida de los inversores.
- Estado de los inversores.
- Contadores de medición de datos.
- Datos de medición de las estaciones meteorológicas.

12.5.1. Comunicaciones de fibra óptica

La red de comunicaciones se instalará en las conducciones de cables de la subestación de los aerogeneradores. Dicha instalación estará compuesta por conductores de fibra óptica de plástico protegida contra la acción de los roedores.

12.5.2. Estación meteorológica

La instalación fotovoltaica estará equipada con una (1) estación meteorológica.

La estación meteorológica es un módulo de adquisición de medidas de parámetros meteorológicos (irradiancia, temperatura de panel, temperatura ambiente, velocidad de viento, etc.), deberá estar definida por los siguientes equipos:

- Piranómetro Horizontal e Inclinado para medir radiación global y global inclinada.

- Células calibradas con una inclinación igual a la de los módulos fotovoltaicos.
- Células calibradas horizontales.
- Sondas para medir Tª de dos módulos fotovoltaicos (PT100)
- Anemómetro.
- Termohigrómetro.
- Logger y comunicaciones.

En la estación meteorológica se instalarán adicionalmente dos células calibradas en el plano de los módulos. Una se mantendrá limpia y otra se limpiará con la periodicidad de la limpieza de la planta, con estas dos células se tendrá la medición.

Todos los medidores tendrán la precisión adecuada, cuyo error en ningún caso superará el ±3%. Todos los equipos deberán contar con los correspondientes certificados de calibración para la configuración en la que se encuentran instalados.

Ningún equipo se encontrará obstaculizado por cualquier elemento, poniendo especial atención a las sombras. No habrá elementos que produzcan sombras en ningún equipo en ningún momento del año.

La estación estará siempre conectada a la Red de SSAA para evitar pérdidas de datos por descarga de baterías. Usándose estas únicamente en los casos en los que haya caídas en la línea que pudieran interrumpir la recepción correcta y normal de los datos.

La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

12.5.3. Contador

Para la medición de la energía generada se instalará un contador electrónico trifásico bidireccional para medida en la parte de 30 kV del Centro de Seccionamiento. Se ajustará a la normativa metrológica vigente, al Reglamento de Puntos de Medida y a sus instrucciones técnicas complementarias.

El contador se conecta a los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida correspondiente, y siendo un punto de medida tipo 1 la clase de precisión deberá ser mínimo de 0,2S y 0,5 para la energía activa y reactiva respectivamente, según el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto. El contador dispondrá de puerto óptico local y puerto remoto serie. Dispone de un display que permite la visualización de todos los parámetros que registra el equipo. La configuración de la pantalla de visualización es fija y completa, ya que se pueden consultar todos los parámetros que registra el equipo. Algunos de los parámetros que se pueden visualizar son:

- Energía generada absoluta por tarifa.
- Energías generadas absolutas de meses anteriores.
- Tensión, corriente, factor de potencia por fases, etc.

- Potencia activa y reactiva.
- La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

12.5.4. Inversores

Incluyen un software de monitorización con versión también para Smartphone, para facilitar las tareas de mantenimiento, mediante la monitorización y registro de las variables de funcionamiento internas del inversor a través de Internet (alarmas, producción en tiempo real, etc.), además de los datos históricos de producción.

Dispone de dos puertos de comunicación (uno para monitoreo y uno para control de planta), que permite un control rápido y simultáneo de la planta.

12.5.5. Sistema de control de planta (PPC)

Se instalará una Unidad de Control Central, coordinadora del inversor de la planta y aerogeneradores, y grabación en tiempo real de todas las condiciones en la red (V, F, Q), la planta fotovoltaica y el parque eólico, con provisión de interfaces abiertas, protocolos estándar y conexión flexible de E/S externas para la grabación y transmisión de datos.

El sistema de control de la planta utilizará los equipos de comunicaciones (anillo de fibra óptica, convertidores Ethernet...), pero funcionará independientemente del SCADA de monitorización.

El controlador de energía de planta, a través de los inversores, gestionará todos los parámetros necesarios para garantizar una estabilidad permanente y sostenible de la red.

El Controlador de Planta permite al operador mantener los valores objetivo de la planta fotovoltaica y de la red. Debe garantizar que la planta se adapte a las exigencias de la red en cada fase de funcionamiento, y las consignas del Operador del Sistema.

La planta fotovoltaica tendrá capacidad para variar el suministro de energía reactiva, tanto por el día como por la noche, con valores constantes o dinámicos. El punto de medida de la instalación será Centro de Seccionamiento.

En ningún caso se sobrepasarán los 4,95 MW en el Punto de Interconexión (POI) concedida.

El sistema de control PPC se integrará en el sistema de control y supervisión para el pleno cumplimiento del código de red y los requisitos específicos del proyecto. Las funcionalidades del sistema se dividen en diversas capas de control que facilitan la modularidad y flexibilidad del sistema.

El proceso de control se basa en un control en lazo cerrado teniendo como Input principal la medida en el punto de interconexión y como Output las referencias de potencia activa y reactiva para controlar la producción de los inversores.

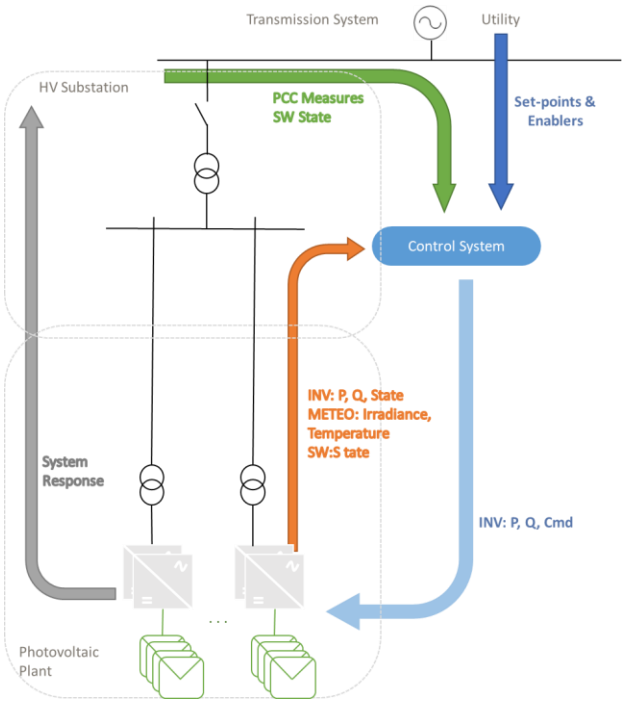


Ilustración 35. Detalle sistema de control

La capa principal del sistema de control es la que asegura el correcto cumplimiento del código de red acorde a la capabilidad del sistema según sus parámetros de diseño.

La limitación de la producción de potencia activa es la función principal del sistema de control. El sistema de control monitoriza en tiempo real la inyección de potencia en el punto de inyección a red y envía la consigna de producción máxima admisible a los inversores a través de la red de comunicaciones para asegurar que el sistema produce la máxima potencia disponible impidiendo que en ningún momento se sobrepase la máxima potencia permitida. Los inversores recibirán estas consignas de producción a través de su interfaz de comunicaciones y adaptarán su punto de máxima producción de potencia (MPPT), variando la inyección de corriente a la red.

La máxima potencia de inyección permitida será la potencia concedida en el punto de interconexión (POI), en este caso 4,95 MW, o bien una señal de limitación recibida de la Utility en caso de que se quiera reducir aún más la producción del parque.

Del mismo modo, las capas de control superiores como el Centro de Control de la Utility recopilarán información local, y utilizarán la red de comunicación de control y supervisión para gestionar las acciones de control remoto y enviar consignas al sistema local de acuerdo con variaciones de la red, variaciones de la demanda, etc. Otras funciones de control que podrán estar activas serán las siguientes:

- Limitación de gradiente de potencia
- Control Potencia-Frecuencia
- Regulación de tensión
- Control de referencia de potencia reactiva

- Control de referencia del factor de potencia

Aparte de las funciones principales de control en el punto de interconexión (POI), el sistema de control de la planta incluye capas de control inferiores aplicadas internamente. Estas capas de control inferiores reportarán información esencial sobre mediciones, estado y alarmas al sistema.

Las capas de control inferiores se aplican a:

- Control interno de inversores
- Sistema de posicionamiento de seguidores
- Funciones generales de seguridad

12.6. Protección contra incendios

Cada aerogenerador estará dotado de sistemas de detección y extinción de incendios, protegiendo el recinto contra los incendios de tipo eléctrico o químico, sobrecalentamiento, cortocircuitos, etc.

Tanto la torre como la góndola están equipadas con detectores de humo ópticos. En el caso de detectar humo, se envía una advertencia a través del sistema de control remoto.

Los detectores de humo son autocontrolados. Si el detector se daña, se envía una advertencia a través del sistema de control remoto.

La góndola está prevista con un extintor de fuego de 5 kg de CO_2. Para apagar pequeños incendios en la parte superior del aerogenerador se dispone de una manta de fuego.

La ubicación del extintor y las instrucciones de uso serán confirmadas antes de la puesta en marcha del aerogenerador.

12.7. Suministro de equipos

Previo al montaje electromecánico de la Planta se realizará la recepción, acopio y almacenamiento de materiales en el lugar destinado a tal efecto. Todos los materiales para el montaje de la estructura solar, así como los módulos FV, cuadros eléctricos y otras piezas de pequeño tamaño se entregarán en obra debidamente paletizados. La descarga desde el camión hasta la zona de acopios se realizará mediante el uso de grúas pluma. El suministro de equipos incluye la recepción, acopio y reparto de los materiales de construcción.

12.8. Montaje mecánico

12.8.1. Montaje de seguidores y módulos

El seguidor solar horizontal está formado por un conjunto de perfiles metálicos unidos entre sí. La estructura principal es un perfil tubular apoyado sobre postes. Éstos se instalarán por medio de hincado directo al terreno siempre que sea posible, a una profundad de hincado mínima según se determine en el Pull-Out Test que deberá realizarse previo a la construcción de acuerdo al estudio geotécnico. En aquellos casos en los que el hincado directo no sea posible, se utilizará el método de pre-drilling para la instalación de las hincas de los seguidores, y si tampoco fuera posible, se utilizarán micropilotes o zapatas de hormigón aisladas.

El perfil tubular se acopla mediante un brazo pivotante a una biela accionada por un actuador electromecánico, el cual hace girar la estructura de forma automatizada.

El montaje de la estructura concluye con la fijación de los módulos fotovoltaicos y las cajas de seccionamiento a los perfiles metálicos mediante uniones atornilladas.

12.8.2. Montaje de Estación de Potencia

La Estación de Potencia tan solo necesitará la adecuación del terreno donde se instalará y su correcto posicionamiento en el campo solar mediante una losa de cimentación.

12.9. Montaje eléctrico

12.9.1. Baja tensión (BT)

La instalación eléctrica de baja tensión se puede dividir a su vez en:

- Instalación de corriente continua en baja tensión (CCBT)
- Instalación de corriente alterna en baja tensión (CABT).

La instalación CCBT comprende la disposición de todo el cableado de string CC en el campo fotovoltaico.

En primer lugar, se procederá a la formación de los strings de módulos FV interconectando entre sí los módulos FV contiguos de un seguidor hasta completar el número necesario para cada serie. Esta operación se repetirá sucesivamente para todos los strings de la Planta.

La instalación CCBT se completa mediante la conexión eléctrica entre los strings y las cajas combinadoras de string, que son armarios eléctricos de intemperie destinados a conectar en paralelo varios strings y permitir la desconexión de una parte del generador FV en caso de fallo o para realizar labores de mantenimiento; y por otro lado entre éstas y los inversores, los cuales estarán ubicados en los lugares destinados

para el efecto. Dicha conexión se realiza mediante el tendido de cable aislado por canalizaciones subterráneas previamente ejecutadas.

La instalación CABT comprende la alimentación de los seguidores y resto de equipos auxiliares: se deberán interconectar los armarios de control de los seguidores y los armarios de cada equipo auxiliar con el cuadro de baja tensión, instalado en los Centros de Transformación y conectados a los transformadores de auxiliares.

12.9.2. Media tensión (MT)

Los trabajos y elementos necesarios para la ejecución de la línea subterránea de Media Tensión son los descritos en los siguientes apartados:

12.9.2.1. Disposición del Montaje

Los cables se agruparán en tresbolillo, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:



Ilustración 36. Colocación de cables en tresbolillo

Los conductores se instalarán directamente enterrados, exceptuando en aquellas zonas donde se produzcan cruzamientos con diferentes afecciones (carreteras, caminos públicos, cauces…), donde se instalarán enterrados bajo tubo.

12.9.2.2. Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminaciones

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:

Terminaciones convencionales contráctiles en frío, tanto de exterior como de interior: se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442.

Conectores separables: se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF6. Serán acordes a las normas UNE-HD 629-1 y UNE-EN 61442.

Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

12.9.2.3. Sistema de Puesta a Tierra

Puesta a Tierra de las Pantallas Metálicas

Se conectarán a tierra las pantallas de todas las fases en cada uno de los extremos y en los empalmes intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.



Ilustración 37.Puesta a tierra de cubiertas metálicas

No será necesario realizar trasposición de fases dado que las ternas se montarán en formación tresbolillo.

12.9.2.4. Derivaciones

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

12.9.2.5. Ensayos Eléctricos después de la Instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente.

12.9.2.6. Canalización

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de M.T. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Y, por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

12.9.2.7. Arquetas

En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

La colocación de arquetas se realizará a ambos lados de los cruces de caminos y en los giros del trazado.

12.9.2.8. Medidas de Señalización y Seguridad

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces, etc.). La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

13. Descripción de la línea de interconexión parque eólico

13.1. Información General

Como parte de las infraestructuras eléctricas del Parque Eólico, se dispondrá de una línea subterránea de media tensión en 15 kV que conecta el aerogenerador con el centro de seccionamiento.

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación:

Línea MT	Desde	Hasta	Longitud (m)	S (kVA)	V (kV)
1	WTG-01	CSEC	734,87	4.950	15

Tabla 25. Información línea de evacuación

13.2. Situación y emplazamiento

A continuación, se indican las coordenadas UTM (HUSO 29) del inicio y fin de cada línea de evacuación:

Línea	Coordenadas	Inicio de Línea	Fin de Línea
VTG-01 a CSEC	X	750.950	750.494
	Y	4.059.939	4.059.938

Tabla 26. Localización línea de evacuación

A continuación, se muestra una imagen con la localización de la LSMT de Evacuación.

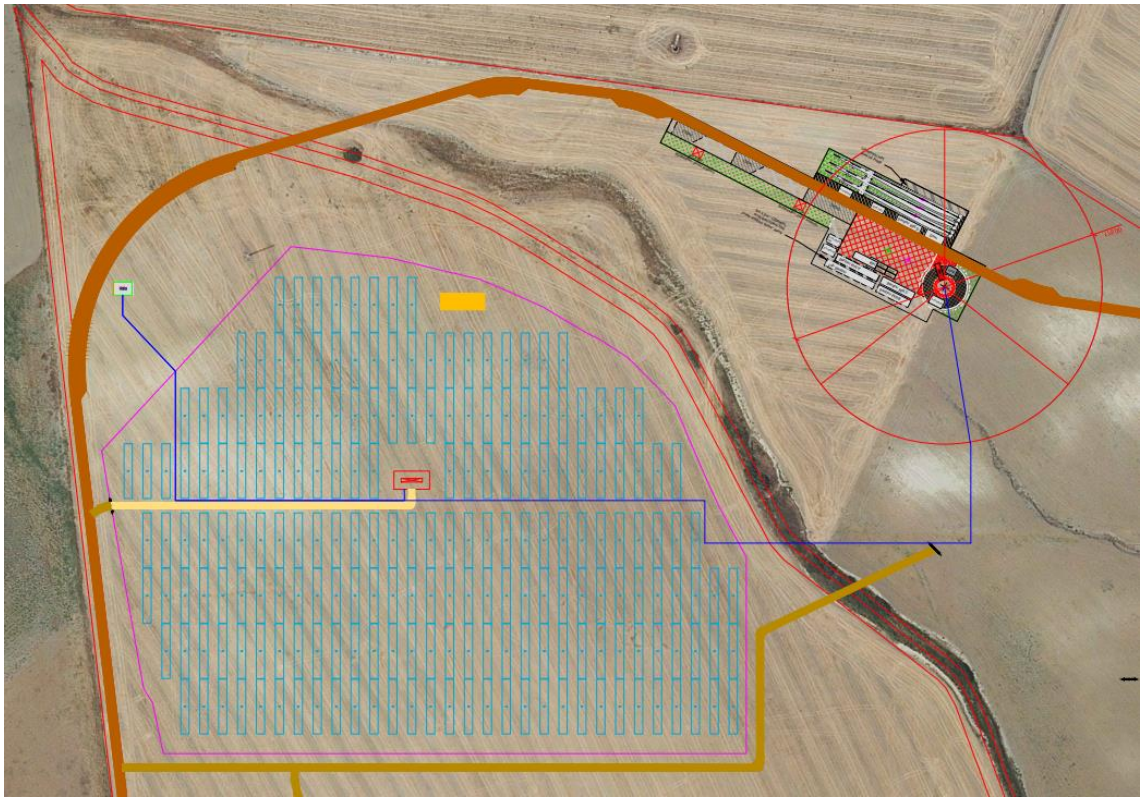


Ilustración 38. Localización línea de evacuación

13.3. Trazado

El conjunto de parcelas afectadas por el trazado de la se muestra en la siguiente tabla:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	9	3	11027A00900003
El Puerto de Santa María	9	9003	11027A00909003
El Puerto de Santa María	9	7	11027A00900007

Tabla 27. Parcelas afectadas línea de evacuación

13.4. Características de la línea subterránea de media tensión

13.4.1. Características del conductor

El conductor a utilizar será del tipo RHZ1 18/30 kV TopCable o similar, con las siguientes características:

Características Conductor	
Tipo Constructivo	Unipolar
Conductor	Aluminio, semirígido clase 2 según UNE-EN 60228
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE), en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión.
Nivel de Aislamiento Uo/U (Um)	18/30 kV
Semiconductora Externa	Material semiconductor aplicado sobre el aislamiento. Pelable
Pantalla Metálica	Corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección mínima de 16 mm2.
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Servicio Permanente	90ºC
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Régimen De Cc	250ºC
Sección	240 mm^2
Peso aproximado	1.690 kg/km
Diámetro nominal aislamiento	32,60 mm
Diámetro nomina exterior	40,50 mm
Resistencia eléctrica a 20 ºC	0,125Ω/km
Intensidad máxima admisible directamente enterrado	345 A
Radio de curvatura	0,608 m

Tabla 28. Características del conductor

13.4.2. Disposición de montaje

Los cables se agruparán en tresbolillo, en ternas dispuestas en un nivel, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:



Ilustración 39. Colocación de cables en tresbolillo

La instalación de los conductores a lo largo de todo el trazado se llevará a cabo bajo tubo enterrado.

13.4.3. Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

13.4.4. Terminaciones

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:

Terminaciones convencionales contráctiles en frío, tanto de exterior como de interior: se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442.

Conectores separables: se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF6. Serán acordes a las normas UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442

13.4.5. Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

13.4.6. Cable de comunicación

La zanja de la línea subterránea de evacuación cuenta con un cable de Fibra Óptica para la comunicación entre el Parque Eólico y la Subestación destino de E – Distribución.

Las características de este cable de comunicación serán:

- Tipo: PKP Cable Holgado Multitubo
- Nº Fibras: 48
- Fibras por Tubos: 12
- Total de Tubos: 4
- Tubos Activos: 4

- Cubierta Interior: Polietileno-Negro
- Elementos de Tracción: Hilaturas de Aramida
- Cubierta Exterior: Polietileno-Negro
- Peso (Kg/Km): 113
- Diámetro Exterior (mm): 12,6
- Máxima Tracción (N): 1000 (Operación) / 1800 (Instalación)
- Aplastamiento (N/100mm): 2500 (IEC 60794-1-21 E3)
- Rango Temperaturas: -40ºC a +70ºC (IEC 60794-1-22 F1)
- Radio Curvatura Mín. (mm): 20 x Diámetro Exterior (IEC 60794-1-21 E11)

13.4.7. Sistema de puesta a tierra

Se conectarán a tierra las pantallas de todas las fases en cada uno de los extremos y en los empalmes intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.



Ilustración 40. Puesta a tierra cubiertas metálicas

No será necesario realizar trasposición de fases dado que las ternas se montarán en tresbolillo.

13.4.8. Derivaciones

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

13.4.9. Ensayos eléctricos después de la instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente.

13.4.10. Canalización

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del tubo se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Y, por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

13.4.11. Arquetas

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección, en los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Se colocarán arquetas, como máximo, cada 200 m, adicionalmente se instalarán en aquellas partes del trazado de la línea que presenten giros pronunciados, y antes y después de cruzamientos con afecciones.

La información relativa al número total de arquetas consideradas se encuentra referida en el plano correspondiente del trazado de la línea subterránea.

13.5. Distancias reglamentarias a afecciones LSMT

13.5.1. Cruzamientos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

13.5.1.1. Calles, caminos y carreteras

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

13.5.1.2. Ferrocarriles

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan cruzamientos con caminos y carreteras.

13.5.1.3. Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de 30 kV y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

13.5.1.4. Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,2 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

13.5.1.5. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una

distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

13.5.1.6. Canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de Alta Tensión con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3 de la ITC - LAT 06. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria, a colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Ilustración 41. Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas (Tabla 3 ITC-LAT 06)

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.

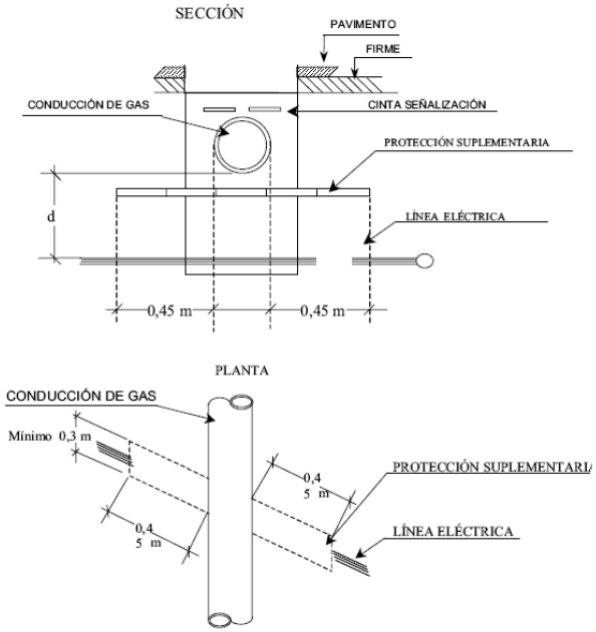


Ilustración 42. Detalles de cruzamiento y conducciones (ITC-LAT 06)

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

13.5.2. Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

13.5.2.1. Otros cables de energía eléctrica

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

13.5.2.2. Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

13.5.2.3. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 metros. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

13.5.2.4. Canalizaciones de gas

En los paralelismos de líneas subterráneas de Alta Tensión con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 4 de la ITC-LAT 06. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla 4. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presion ≤ 4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presion ≤ 4 bar	0,20 m	0,10 m

* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Ilustración 43. Distancias en paralelismos con canalizaciones de gas (Tabla 4 ITC-LAT 06)

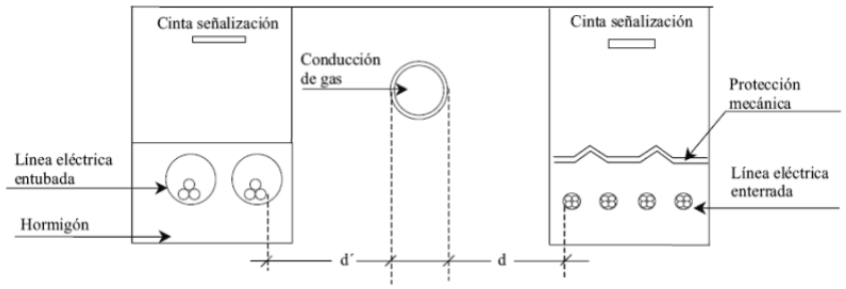


Ilustración 44. Detalles de paralelismo y conducciones (ITC-LAT 06)

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

13.5.2.5. Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de Baja Tensión como de Alta Tensión en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad perfecta.

14. Resumen de presupuesto

Código	*Capítulo*	*Resumen*	*Importe*
		INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD"	
1	**Trabajos previos**		**84.000,00 €**
2	**Suministro de Equipos Principales**		**3.808.279,15 €**
3	**Obra Civil**		**636.014,56 €**
3.1	Viales planta fotovoltaica		11.000,00 €
3.2	Vial acceso-aglomerado		52.000,00 €

Código	*Capítulo*	*Resumen*	*Importe*
3.3	Vial acceso-aglomerado y plataforma de montaje		313.125,46 €
3.4	Acondicionamiento del terreno		10.665,78 €
3.5	Cimentaciones		223.134,67 €
3.6	Canalizaciones		24.202,18 €
3.7	Sistema de drenaje		1.874,49 €
4	**Suministro y Montaje Mecánico**		**392.823,47 €**
5	**Suministro y Montaje Eléctrico**		**281.553,93 €**
5.1	Instalación de Baja Tensión (CC)		83.280,51 €
5.2	Instalación de Media Tensión		8.628,76 €
5.3	Instalación Puesta a Tierra		139.644,66 €
6	**Control y Comunicaciones**		**109.114,85 €**
7	**Sistema de Seguridad**		**150.000,00 €**
8	**Varios**		**266.991,09 €**
		Total Presupuesto Ejecución Material Instalación Híbrida Renovable PE-IFV "Cumbre Abad"	**5.728.777,05 €**
		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	
1	**Estudio de Seguridad y Salud total del proyecto**		**42.006,92 €**
		Total Presupuesto ESS	**42.006,92 €**
		Presupuesto Ejecución TOTAL	
		Presupuesto de Ejecución Material total	**5.770.783,97 €**
		Gastos generales (13%)	**750.201,92 €**
		Beneficio Industrial (6%)	**391.259,15 €**
		IVA (21%)	**1.451.571,46 €**
		TOTAL	
		TOTAL Presupuesto Ejecución (SIN IVA)	**6.912.245,04 €**
		TOTAL Presupuesto Ejecución (CON IVA)	**8.363.816,50 €**

El total del Presupuesto de Ejecución por Contrata asciende a la cantidad de OCHO MILLONES TRESCIENTOS SESENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS DIECISEIS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS , I.V.A. incluido.

Córdoba, Noviembre de 2023

El Ingeniero Técnico Superior

Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial

Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Anejo 1: Memoria de cálculo BT

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

1. OBJETO 4

2. NORMATIVA APLICABLE 4

3. CÁLCULO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO 4

3.1. NÚMERO DE MÓDULOS POR STRING 5

3.2. NÚMERO MÁXIMO DE STRINGS EN PARALELO POR INVERSOR 7

4. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN 7

4.1. OBJETO 7

4.2. CRITERIOS DE DISEÑO 7

4.3. CABLEADO DE BAJA TENSIÓN 8

4.3.1. Circuito strings – caja de conexión 8

4.3.2. Circuito inversor – estación de potencia 8

4.4. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN 9

4.5. METODOLOGÍA DE CÁLCULO 9

4.5.1. Calculo por densidad de corriente 10

4.5.2. Cálculo por caída de tensión 13

4.6. SISTEMA DE PROTECCIONES 13

4.6.1. Protección contra sobreintensidades 13

4.6.2. Protección Contra sobretensiones 14

4.7. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO 14

4.8. PÉRDIDA DE POTENCIA 15

4.9. RESULTADOS DE CÁLCULO 15

5. ESTUDIO DE PUESTA A TIERRA 16

5.1. OBJETIVO Y ALCANCE 16

5.2. NORMATIVA APLICABLE 16

5.3. DATOS DE PARTIDA 16

5.3.1. Corriente de Cortocircuito 16

5.3.2. Resistividad del Terreno 16

5.4. RED DE TIERRA DE PROTECCIÓN 17

5.4.1. Cálculo de la Sección de los Conductores de Puesta a Tierra 17

5.4.2. Tensión de Paso y Contacto Máximas Admisibles 18

5.4.3. Tensiones de Paso y Contacto Estimadas 18

5.4.4. Resistencia de Puesta a Tierra 19

5.4.5. Resultados 20

ANEXO I: CÁLCULO DE CIRCUITOS BT 21

1. CIRCUITOS STRING – CAJAS DE CONEXIÓN 22

2. CIRCUITO CAJAS DE CONEXIÓN – ESTACIÓN DE POTENCIA 32

1. Objeto

Se redacta el siguiente anejo para dar justificación a los datos de diseño que se han considerado para la elaboración del Proyecto Ejecutivo de la instalación fotovoltaica Cumbre Abad.

En la presente memoria de cálculo se llevará a cabo el estudio de los siguientes cálculos eléctricos:

- Cálculo del generador fotovoltaico.
- Cálculo circuito solar en corriente continua.
- Cálculos de circuitos de corriente alterna en baja tensión.
- Cálculos de protecciones.
- Cálculos de red de tierras.

2. Normativa aplicable

El cálculo de la instalación solar fotovoltaica se ha realizado siguiente las siguientes normativas:

- UNE-HD 60364-7-712: sistemas de alimentación solar fotovoltaica.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de Baja Tensión.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- UNE-EN 60296-6: Fusibles de baja tensión. Parte 6: Requisitos suplementarios para los cartuchos fusibles utilizados para la protección de sistemas de energía solar fotovoltaica
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um=1,2 kV) up to 30 kV (Um=36 kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.

3. Cálculo del generador fotovoltaico

En el presente apartado se calcula el número máximo y mínimo de módulos por string para el diseño del Proyecto, así como las ramas en paralelo que se conectan a cada inversor.

3.1. Número de módulos por string

El número máximo de módulos en serie que conforman un string se calcula verificando que la tensión más elevada que pueda alcanzar el string (tensión de circuito abierto Voc) no supere nunca a la tensión máxima del sistema (1.500 V).

$$\text{Nº de módulos en serie} \cdot Voc < Tensión\ del\ sistema$$

Por tanto, se ha de comprobar que, incluso en las condiciones más desfavorables, la tensión del circuito abierto de una asociación en serie de módulos no supere los 1.500 V.

La tensión de circuito abierto del módulo en función de la temperatura mínima viene dada por la siguiente expresión:

$$Voc_{invierno} = Voc_{25ºC} \cdot [1 + (T - 25ºC) \cdot \beta]$$

Donde:

- $Voc_{invierno}$ es la tensión de circuito abierto del módulo para una determinada temperatura de trabajo (en V).
- $Voc_{25ºC}$ es la tensión de circuito abierto del módulo a 25ºC para una determinada irradiancia incidente en el mismo. Este valor lo proporciona el fabricante en el archivo *.pan del módulo (en V).
- β es el coeficiente que indica la variación de potencia del módulo en función de la temperatura. Este dato es proporcionado por el fabricante en la hoja técnica de datos del módulo (en %/ºC).
- T es la temperatura ambiente en invierno (- 5 ºC)

Aplicando los valores en la fórmula se obtiene:

$$Voc_{T^{a}mod} = 51{,}47 \cdot \left[1 + (-5 - 25ºC) \cdot \frac{-0{,}25}{100}\right] = 55{,}33\ V$$

$$\text{nº de módulos en serie} < \frac{Tensión\ del\ sistema}{Voc\ máxima};\ nº\ de\ módulos\ en\ serie < \frac{1500}{55{,}33} = 27{,}1$$

Según el cálculo, el número máximo de módulos en serie a instalar es de 27.

Una vez determinado el número máximo de módulos por string en la temperatura más desfavorable hay que verificar que el número de strings en serie trabajan en el rango de tensión del MPPT del inversor (según ficha técnica 935 V – 1.300 V). Esta comprobación se realiza calculando el voltaje de trabajo del string de diseño en la mínima y máxima temperatura del emplazamiento, quedando este en el rango admitido por el inversor.

En primer lugar, se calculará la tensión de trabajo en invierno (con la temperatura mínima del emplazamiento):

$$Vmpp_{invierno} = Vmpp_{25ºC} \cdot [1 + (T_{min} - 25ºC) \cdot \beta] \cdot N_S$$

Donde:

- $Vmpp_{invierno}$ es la tensión de trabajo del módulo para una determinada temperatura de trabajo (en V).
- $Voc_{25ºC}$ es la tensión de circuito abierto del módulo a 25ºC para una determinada irradiancia incidente en el mismo. Este valor lo proporciona el fabricante en el archivo *.pan del módulo (en V).
- β es el coeficiente que indica la variación de potencia del módulo en función de la temperatura. Este dato es proporcionado por el fabricante en la hoja técnica de datos del módulo (en %/ºC).
- T_{min} es la temperatura ambiente en invierno (- 5 ºC)
- N_S número de módulos en serie.

$$Vmpp_{invierno} = 42{,}59 \cdot \left[1 + (-5 - 25ºC) \cdot \frac{-0{,}25}{100}\right] \cdot 26 = 1.190{,}38\ V$$

$$Vmpp_{invierno} < Vmpp_{inversor} \rightarrow 1.190{,}38\ V < 1.500\ V$$

Según el cálculo, el voltaje de trabajo del string de diseño en invierno está por debajo del voltaje de trabajo máximo del inversor por lo que el número de módulos en serie establecido es correcto.

En segundo lugar, se calculará la tensión de trabajo en verano (con la temperatura máxima del emplazamiento):

$$Vmpp_{verano} = Vmpp_{25ºC} \cdot [1 + (T_{max} - 25ºC) \cdot \beta] \cdot N_S$$

Donde:

- $Vmpp_{verano}$ es la tensión de trabajo del módulo para una determinada temperatura de trabajo (en V).
- $Voc_{25ºC}$ es la tensión de circuito abierto del módulo a 25ºC para una determinada irradiancia incidente en el mismo. Este valor lo proporciona el fabricante en el archivo *.pan del módulo (en V).
- β es el coeficiente que indica la variación de potencia del módulo en función de la temperatura. Este dato es proporcionado por el fabricante en la hoja técnica de datos del módulo (en %/ºC).
- T_{max} es la temperatura máxima (70 ºC)
- N_S número de módulos en serie.

$$Vmpp_{verano} = 42{,}59 \cdot \left[1 + (70 - 25ºC) \cdot \frac{-0{,}25}{100}\right] \cdot 26 = 1.038{,}13\ V$$

$$Vmpp_{verano} > Vmpp_{inversor} \rightarrow 1.038{,}13\ V > 935\ V$$

Según el cálculo, el voltaje de trabajo del string de diseño en verano está por encima del voltaje de trabajo mínimo del inversor por lo que el número de módulos en serie establecido es correcto.

3.2. Número máximo de strings en paralelo por inversor

La intensidad máxima admisible por cada inversor es de 1870 A, según ficha técnica. Teniendo en cuenta ese dato, se deben cumplir las siguientes condiciones:

Intensidad máxima entrada inversor	
I_{mppt} (A) en STC	13,62
I_{sc} (A) en STC	14,37
Intensidad entrada máxima inversor (A)	1870
Número máximo strings	137

Tabla 1. Número máximo de ramas en paralelo

Por lo tanto, el número máximo de strings que se pueden conectar en el inversor para no superar la intensidad máxima de entrada del mismo es de 137 strings. Conectándose en este caso en el proyecto 138 como máximo.

4. Cálculo de la instalación eléctrica de baja tensión

4.1. Objeto

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de baja tensión de la Planta fotovoltaica.

4.2. Criterios de diseño

A continuación, se exponen los distintos criterios de diseño considerados para el diseño eléctrico de la planta fotovoltaica.

- El factor de carga de los circuitos según las condiciones de instalación no será superior al 95%.
- La caída máxima de tensión considerada para los circuitos de baja tensión será del 1,5 % en corriente continua y 1,5% en corriente alterna. La pérdida de potencia máxima será igualmente de 1,5 %.
- La temperatura ambiente considerada para el diseño será de 40 ºC.
- La temperatura del terreno considerada para el diseño será de 25 ºC.
- La resistividad del terreno considerada para el diseño será de 1,00 k*m/W, la cual se actualizará al realizar estudio geotécnico.

- La resistividad eléctrica del terreno se ha considerado en 200 Ω*m para la capa superficial a una profundidad de 0,80 m.
- La cantidad de circuitos agrupados dependerá del tramo en cuestión.
- Para las canalizaciones enterradas entubadas de baja tensión se considera que la sección del tubo es al menos 4 veces la sección ocupada por los conductores.

4.3. Cableado de baja tensión

El cableado de baja tensión en corriente continua engloba:

- Circuitos en corriente continua desde los strings hasta las cajas de conexión.
- Circuitos en corriente continua desde las cajas de conexión hasta la estación de potencia.

4.3.1. Circuito strings – caja de conexión

Los circuitos string agrupan módulos en serie cada uno. A continuación, se reflejan las características técnicas de los módulos y strings:

Características del Módulo Fotovoltaico	
Potencia (Wp)	580 W
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (V_{MPP})	42,59 V
Intensidad en el Punto de máxima Potencia (I_{MPP})	13,60 A
Tensión de Circuito Abierto (V_{OC})	51,74 V
Intensidad de Cortocircuito (I_{SC})	14,37 A
Eficiencia, η (%)	22,45 %

Tabla 2. Datos técnicos de los módulos (STC)

String módulos	
Módulos por string	26
Potencia máxima (kWp)	15,08 kWp
Tensión a máxima potencia (V)	1.107,34 V
Intensidad a máxima potencia (A)	13,62 A
Tensión a circuito abierto (V)	1.345,24 V
Intensidad de cortocircuito (A)	17,24 A

Tabla 3. Datos eléctricos del string

4.3.2. Circuito inversor – estación de potencia

Los strings se conectan en las cajas de conexión, desde las cuales se traza un circuito que conecta con la estación de potencia.

Existen distintos tipos de agrupaciones las cajas de conexión, cuyas características se muestran en la siguiente tabla:

Estación de potencia	Inversor nº	Nº strings	Nº módulos	Potencia pico (kWp)
EP1	1	132	3432	1990,56
	2	132	3432	1990,56
	3	138	3588	2081,04
Total	**3,00**	**402,00**	**10452,00**	**6062,16**

Tabla 4. Configuración planta fotovoltaica

4.4. Condiciones de la instalación

Para el cálculo de la instalación eléctrica de baja tensión se han considerado las condiciones:

- Temperatura del terreno: 25ºC
- Resistividad media del terreno: 1,00 K·m/W
- Profundidad de enterramiento: 0,5 m – 1,0 m
- Agrupación de circuitos:
  - Circuitos string – cajas de conexión: máximo 5 circuitos de cobre unipolares en contacto en un mismo tubo.
  - Circuito cajas de conexión – estación de potencia: de 2 a 10 circuitos de aluminio unipolares directamente enterrados en 2 niveles, en configuración plana, con una separación de 0,25 m entre circuitos tanto vertical como horizontal.

Notas:

- Dado que no se ha llevado a cabo un estudio geotécnico para analizar las características del suelo, se considera una resistividad térmica del suelo de 1,00 K·m/W según la UNE 21144-3-1.
- Cuando el trazado de los cables cruce caminos, éstos irán siempre entubados.

4.5. Metodología de cálculo

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de dos criterios diferentes:

- Densidad de corriente.
- Caída de tensión.

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario conocer previamente los siguientes datos para cada circuito:

- Intensidad nominal de diseño.
- Longitud de la línea.

- Intensidad de cortocircuito.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

4.5.1. Calculo por densidad de corriente

Para el dimensionado del cableado conforme al criterio de densidad de corriente, en todo momento se debe cumplir que:

$$I_b < I_z$$

Donde:

- I_z es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación
- I_b es la corriente que transporta el conductor (intensidad nominal de diseño).

De acuerdo con la UNE-HD 60364-7-712, la intensidad calculada será maximizada un 25%:

$$I_b = 1{,}25 \cdot I_{sc}$$

Por otro lado, la intensidad admisible por el conductor en las condiciones de instalación se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$I_z = I_o \cdot K$$

Donde:

- I_z es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación.
- I_o es la corriente nominal admisible del conductor.
- K: Factor de corrección en función de las condiciones de la instalación.

Nota: el factor de corrección será el resultado del producto de varios factores de corrección referentes a la temperatura, agrupación de circuitos, resistividad térmica del terreno, etc. Los factores de corrección para las distintas condiciones, así como la corriente nominal de los conductores están tabulados en el REBT.

4.5.1.1. Factores de corrección circuito strings – cajas de conexión

Los factores de corrección aplicados en el cálculo son los siguientes:

- Temperatura del terreno: según la tabla 6 de la ITC-BT 07 se tiene que el factor de corrección en nuestro caso será igual a 1,00 (k_1 = 1,00).

Temperatura de servicio Θ_s (ºC)	Temperatura del terreno, Θ_t, en ºC								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67

Tabla 5. Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C

- Resistividad térmica del terreno: dado que se desconoce el valor de resistividad térmica del terreno, se supone una resistividad térmica del terrero, de 1,00 Km/W (k_2=1,00).

Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K. m/W										
	0.80	0.85	0.90	1	1.10	1.20	1.40	1.65	2.00	2.50	2.80
Unipolar	1.09	1.06	1.04	1	0.96	0.93	0.87	0.81	0.75	0.68	0.66
Tripolar	1.07	1.05	1.03	1	0.97	0.94	0.89	0.84	0.78	0.71	0.69

*Tabla 6. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 k*m/W*

- Agrupación de circuitos: según la tabla 8 de la ITC-BT 08, se tiene que, para una configuración de cinco (5) circuitos en contacto, el factor de corrección es de 0,60 (k_3 = 0,60).

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

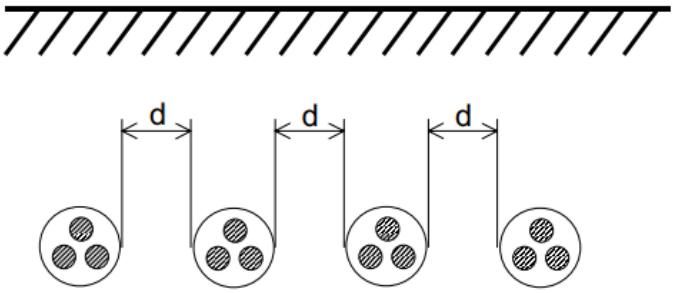


Tabla 7. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

- Profundidad de instalación: según la tabla 9 de la ITC-BT 07 se tiene que, para una profundidad de instalación de 0,50 metros, el factor de corrección es 1,02 (k_4 = (1,02).

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Tabla 8. Factor de corrección para profundidad de la instalación distintas de 1 m

4.5.1.2. Factores de corrección caja de conexión – estación de potencia

Los factores de corrección aplicados en el cálculo son los siguientes:

- Temperatura del terreno: según la tabla 6 de la ITC-BT 07 se tiene que el factor de corrección en nuestro caso será igual a 1,00 (k_1 = 1,00).

Temperatura de servicio Θ_s (ºC)	Temperatura del terreno, Θ_t, en ºC								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67

Tabla 9. Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C

- Resistividad térmica del terreno: dado que se desconoce el valor de resistividad térmica del terreno, se supone una resistividad térmica del terrero, de 1,00 Km/W (k_2=1,00).

Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K. m/W										
	0.80	0.85	0.90	1	1.10	1.20	1.40	1.65	2.00	2.50	2.80
Unipolar	1.09	1.06	1.04	1	0.96	0.93	0.87	0.81	0.75	0.68	0.66
Tripolar	1.07	1.05	1.03	1	0.97	0.94	0.89	0.84	0.78	0.71	0.69

*Tabla 10. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 k*m/W*

- Agrupación de circuitos: según la tabla 8 de la ITC-BT 07, se tiene que, para una configuración de diez (10) circuitos separados 0,25 m, el factor de corrección es de 0,64 (k_3 = 0,64).

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

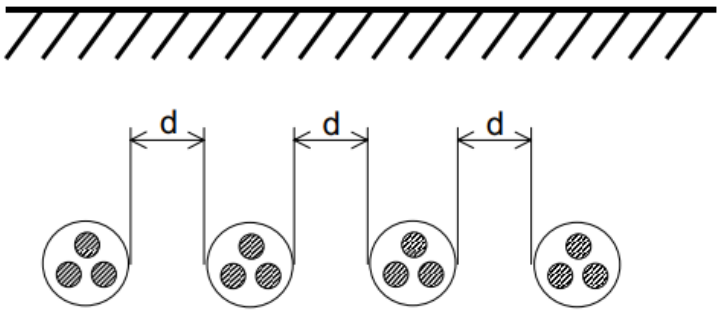


Tabla 11. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

- Profundidad de instalación: según la tabla 9 de la ITC-BT 07 se tiene que, para una profundidad de instalación de 1,00 metros, el factor de corrección es 0,97 (k_4 = (0,97).

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Tabla 12. Factor de corrección para profundidad de la instalación distintas de 1 m

4.5.2. Cálculo por caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:

Parámetros	Circuitos Monofásicos	Circuitos Trifásicos
ΔV	$\Delta V = I \cdot L \cdot (R \cdot cos\varphi + X \cdot sen\varphi)$	$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot cos\varphi + X \cdot sen\varphi)$

Tabla 5. Fórmulas para cálculo de caída de tensión

Donde:

- ΔV es la caída de tensión (V)
- I es la intensidad circulante (A)
- L es la longitud del conductor (m)
- R es la resistencia por metro de conductor (Ω/m)
- X es la reactancia por metro de conductor (Ω/m)
- $cos\varphi$ es el factor de potencia

4.6. Sistema de protecciones

Se debe disponer de un sistema de protecciones bien diseñado y adecuadamente coordinado para asegurar que el sistema eléctrico de potencia opere dentro de los requerimientos y parámetros previstos.

4.6.1. Protección contra sobreintensidades

La protección contra sobrecorrientes se realizará mediante fusibles y deberá cumplir los establecido en la ITC-BT-22 del REBT y en la norma UNE-EN 60269-6.

Las condiciones que deben cumplir los fusibles son las siguientes:

$$Ib \leq In \leq Iz$$

$$1{,}45 \cdot In \leq 1{,}45 \cdot Iz$$

Siendo:

- Ib: Corriente de diseño ($I_b = 1{,}25 \cdot I_{sc}$) [A]
- In: Corriente nominal del fusible [A]
- Iz: Corriente admisible por el conductor [A]
- I_{sc}: Corriente de cortocircuito [A]

Cada circuito de string estará protegido mediante un fusible de intensidad asignada 20 A, curva gPV de 1500 V y 16 kA de poder de corte, que como se puede comprobar, cumple las condiciones anteriormente dispuestas:

$$1{,}25 \cdot \ 14{,}37 \leq 20 \leq Iz\ [A]$$

$$1{,}45 \cdot 20 \ \leq 1{,}45 \cdot Iz\ [A]$$

Además de las protecciones indicadas, el inversor lleva incluidas sus propias protecciones mediante fusibles y seccionadores en la entrada de CC, e interruptor automático en el lado de CA, como indica el fabricante en la hoja de datos.

4.6.2. Protección Contra sobretensiones

Además de la protección contra sobrecorrientes, los circuitos estarán protegidos contra sobretensiones mediante descargadores de sobretensión que deben cumplir con los requisitos establecidos en la UNE-EN 61643-11.

Los descargadores de sobretensión serán de tipo I+II, con Un=1.500 V y estarán instalados en las cajas de agrupación de strings.

Además, el inversor está equipado con un descargador de sobretensiones tanto en el lado de CC como en el lado de CA.

4.7. Corriente de cortocircuito

La norma IEC-60685 introduce la siguiente expresión para el cálculo de la sección de cable de acuerdo a la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc}^2 \cdot t_{cc} = k^2 \cdot S^2 \cdot ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

- I_{cc} es la corriente de cortocircuito (A)
- t_{cc} es la duración del cortocircuito (s)
- S es la sección del conductor (mm^2)
- β es la inversa del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura
- θ_f es la temperatura final del cortocircuito (ºC)
- θ_i es la temperatura inicial del cortocircuito (ºC)
- k es una constante dependiente del material conductor

Las constantes de la formulación anterior son:

Material	k	β
Cobre	226	234,5
Aluminio	148	228

Tabla 7. Constantes dependientes del material

Aislamiento	θ_i	θ_f
PVC	70	160
XLPE/EPR	90	250

Tabla 8. Constantes dependientes del aislamiento

Teniendo en cuenta estos valores, la expresión se puede simplificar a:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}} = K \cdot S$$

Siendo K:

Material y Aislamiento	K
Cobre y PVC	115
Aluminio y PVC	74
Cobre y XLPE/EPR	143
Aluminio y XLPE/EPR	92

Tabla 9. Valor de la constante K

4.8. Pérdida de potencia

Las pérdidas de potencia por efecto Joule vienen dadas por la expresión:

$$P_p = \frac{P^{2.} \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot N \cdot (cos\phi)^2}$$

Donde:

- P [W]: Potencia activa máxima a transportar
- L [m]: Longitud del circuito
- U [V]: Tensión de la línea
- R_{90} [Ω/m]: Resistencia del conductor a 90 ºC
- Cosϕ = Factor de potencia
- N: Número de cables por fase

Así, en porcentaje, se tiene:

$$P_{p\,TOTAL}(\%) = \frac{P_p}{P} = \frac{W}{W} = \%$$

4.9. Resultados de cálculo

En el *Anexo I. Cálculo de circuitos de Baja Tensión* se reflejan tabulados los resultados del cálculo de los cables de baja tensión en corriente continua y alterna.

5. Estudio de puesta a tierra

5.1. Objetivo y Alcance

El propósito de esta sección es calcular el sistema de puesta a tierra de la Planta Solar Fotovoltaica, que estará compuesto por la malla de tierra del Parque Fotovoltaico y el sistema de tierra de la estación de potencia.

Para ello, se verifica que las tensiones de paso y contacto que se pudieran alcanzar no superen los respectivos valores máximos admisibles.

5.2. Normativa Aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC). ITC-BT-18.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. ITC-RAT-13.
- IEEE-80: Guía de seguridad en la puesta a tierra de CA de subestaciones.
- IEC 60909-3 ed3.0: Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth.

5.3. Datos de Partida

5.3.1. Corriente de Cortocircuito

La corriente de cortocircuito que se ha considerado para el dimensionamiento de la red de puesta a tierra es la máxima corriente de cortocircuito fase-tierra alcanzada, que se produce en barras de 30 kV de la subestación elevadora.

$$I_{1cc} = 10{,}00\ kA$$

Además, se asume la hipótesis que las faltas a tierra serán despejadas en un tiempo máximo de 0,5 segundos.

5.3.2. Resistividad del Terreno

Considerando la naturaleza del terreno como margas y arcillas compactas, se considera una resistividad del terreno de 200 Ω·m, acorde a la tabla 3 del ITC-BT 18.

5.4. Red de Tierra de Protección

Las redes de tierra de protección estarán compuestas por la red de tierra general y la red de tierra de las estaciones de potencia, interconectadas entre ellas. Además, los marcos de los módulos, la estructura de los seguidores, cajas de conexión e inversores también deberán estar conectados a la red de tierra de protección.

La red de tierra general de cada una las parcelas estarán compuestas con un conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 que discurrirá por las canalizaciones de BT y MT enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m.

La red de tierra de la estación de potencia y el centro de seccionamiento estará compuesta por un anillo a lo largo del perímetro de la base de la estación de potencia de un conductor de cobre desnudo de cobre desnudo de 35 mm^2 enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m, y estará unida a la red de tierra general.

5.4.1. Cálculo de la Sección de los Conductores de Puesta a Tierra

La sección mínima del conductor de la malla de tierra se calcula de la siguiente manera de acuerdo con la ITC-BT-18:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k} = 29{,}22\ mm^2$$

Donde S se refiere a la sección mínima del conductor de tierra en mm^2, I a la intensidad de cortocircuito considerada en amperios, t al tiempo máximo de despeje de falta, y k es una constante que, para un conductor de cobre, $k = 242$.

Según la IEEE-80, la sección mínima del conductor de tierra enterrado se calculada conforme a la siguiente ecuación:

$$A = \frac{I_f \cdot \sqrt{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}}{\sqrt{TCAP} \cdot ln\left(\frac{k_0 + T_m}{k_0 + T_a}\right)} = 20{,}34\ mm^2$$

Donde:

- A es la sección mínima del conductor de cobre (mm2)
- I_f es la intensidad de la falta a tierra (10,00 kA)
- T_m es la máxima temperatura admisible (1.084 ºC)
- T_a es la temperatura ambiente (40 ºC)
- $TCAP$ es la capacidad térmica por unidad de volumen (3,42 J/cm3·ºC)
- α_r es el coeficiente térmico de resistividad a 20ºC (0.00381 ºC-1)
- t_c es el tiempo máximo de despeje de la falla (0,5 s)

- $k_0 = 1/\alpha_0$ (242 ºC)
- ρ_r es la resistividad del conductor de puesta a tierra (1,78 Ω·m)

Se consideran los siguientes valores para el cálculo, conforme al estándar IEEE-80.

Material	α_r a 20ºC (ºC^{-1})	K_0 a 0ºC (ºC)	T_m(ºC)	Ta(ºC)	ρ_r a 20ºC (μΩ·m)	TCAP (J/cm^3.ºC)
Cu	0,00381	242	1084	40	1,78	3,42

Tabla 10. Características conductor tierra

Se tomará como sección normalizada mínima para el conductor de la red de tierra enterrada Conductor de Cobre de 35 mm^2.

5.4.2. Tensión de Paso y Contacto Máximas Admisibles

Las tensiones de paso y contacto máximas admisibles se calculan de acuerdo con la ITC-RAT-13 para ambas Sistemas de Protección de Tierra.

$$Up = 10U_{ca}\left(1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{2Z_B}\right) = 7.344{,}00\ V$$

$$Uc = U_{ca}\left(1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right) = 469{,}20\ V$$

Donde:

- Up es la tensión de paso admisible (V)
- Uc es la tensión de contacto admisible (V)
- U_{ca} es la tensión de contacto máxima admisible para un tiempo de despeje de falta de 0,5 segundos (204 V)
- R_{a1} es resistencia equivalente del calzado (2000 Ω)
- $R_{a2} = 3 \cdot C_s \cdot \rho_s$; donde C_s es el coeficiente reductor de superficie (1) y ρ_s es la resistividad de la superficie del terreno (200 Ω·m)
- Z_B es impedancia del cuerpo humano (1000 Ω)

5.4.3. Tensiones de Paso y Contacto Estimadas

Las tensiones de paso y contacto se pueden estimar para una red mallada con las siguientes ecuaciones conforme al estándar IEEE-80:

$$E_p = K_s \cdot K_i \cdot \rho \cdot \frac{I_g}{L_s} = 38{,}10V$$

$$E_c = K_m \cdot K_i \cdot \rho \cdot \frac{I_g}{L_m} = 119{,}75\ V$$

Donde:

- E_p es la tensión de paso estimada (V)
- E_c es la tensión de contacto estimada (V)
- K_s es el factor de diferencia de potencial a 1m (0,21)
- K_i es el factor de corrección de densidad de corriente (1,27)
- ρ es la resistividad del terreno (200 Ω·m)
- I_g es la intensidad de defecto a tierra (10,00 kA)
- L_s es la longitud efectiva de conductor enterrado (13.999,00 m)
- K_m es el factor de espacio de conductores (0,66)
- L_m es la longitud efectiva de conductor enterrado (13.999,00 m)

Se debe tener en cuenta que estos son valores orientativos de las tensiones de paso y contacto esperadas en la Planta Fotovoltaica.

5.4.4. Resistencia de Puesta a Tierra

La resistencia de puesta a tierra se puede estimar mediante la siguiente fórmula según la ITC-RAT-13:

$$R_g = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} = 0{,}187\ \Omega$$

Donde:

- R_g es la resistencia de puesta a tierra (Ω)
- ρ es la resistividad del terreno (200 Ω·m)
- L es la longitud total de conductor enterrado (13.990,00 m)
- r es el radio equivalente de área de malla (290,00 m)

La resistencia de puesta a tierra de la puede estimarse mediante la siguiente ecuación según el estándar IEEE-80:

$$R_g = \rho \cdot \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot A}} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{20 \cdot A}}\right)\right] = 0{,}101\ \Omega$$

Donde:

- R_g es la resistencia de puesta a tierra (Ω)
- ρ es la resistividad del terreno (200 Ω·m)

- L_T es la longitud total de conductor enterrado (13.999,00 m)
- A es el área que ocupa la malla (264.468,00 m^2)
- h es la profundidad de la malla (1 m)

5.4.5. Resultados

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Rg (ohm)			Tensión de Contacto (V)		Tensión de Paso (V)	
Máximo Valor de Diseño	**Estimada (ITC-RAT-13)**	**Estimada (IEEE-80)**	**Admisible**	**Estimado**	**Admisible**	**Estimado**
1	0,187	0,101	469,20	119,75	7.344,00	38,10

Tabla 11. Resultados y comprobación de la Puesta a Tierra

Como se puede comprobar en la tabla anterior, la red de puesta a tierra del Parque Fotovoltaico cumple con los criterios de diseño.

Córdoba, Noviembre de 2023

El Ingeniero Técnico Superior

Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial

Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Anexo I: Cálculo de circuitos BT

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

1. Circuitos string – Cajas de Conexión

Circuito string - inversor (BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-1-1	28,46	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,48	0,13	0,13	OK	OK
String 1-1-2	28,46	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,48	0,13	0,13	OK	OK
String 1-1-3	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-1-4	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-1-5	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-1-6	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-1-7	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 1-1-8	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 1-1-9	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 1-1-10	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 1-1-11	60,46	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,15	0,28	0,28	OK	OK
String 1-1-12	60,46	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,15	0,28	0,28	OK	OK
String 1-2-1	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-2-2	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-2-3	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-2-4	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-2-5	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-2-6	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-2-7	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 1-2-8	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 1-2-9	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 1-2-10	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 1-2-11	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 1-2-12	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 1-3-1	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 1-3-2	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 1-3-3	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-3-4	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-3-5	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-3-6	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-3-7	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 1-3-8	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 1-3-9	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-3-10	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-3-11	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-3-12	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-4-1	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	**Longitud (m)**	**Cable**	**Nº conductores polo**	**Imp (A)**	**Isc (A)**	**Ib (A)**	**V (V)**	**P (W)**	**k1**	**k2**	**k3**	**k4**	**S (mm2)**	**Io (A)**	**Iz (A)**	**Ib/Iz (%)**	**ΔV (V)**	**ΔV (%)**	**ΔV Acumulada (%)**	**Criterio térmico**	**Criterio ΔV**
String 1-4-2	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-4-3	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 1-4-4	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 1-4-5	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-4-6	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-4-7	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-4-8	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-4-9	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-4-10	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-4-11	112,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,88	0,53	0,53	OK	OK
String 1-4-12	112,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,88	0,53	0,53	OK	OK
String 1-5-1	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 1-5-2	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 1-5-3	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-5-4	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-5-5	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-5-6	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-5-7	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 1-5-8	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 1-5-9	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-5-10	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-5-11	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-5-12	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-6-1	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-6-2	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-6-3	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 1-6-4	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 1-6-5	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-6-6	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-6-7	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-6-8	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-6-9	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-6-10	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-6-11	112,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,88	0,53	0,53	OK	OK
String 1-6-12	112,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,88	0,53	0,53	OK	OK
String 1-7-1	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 1-7-2	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 1-7-3	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 1-7-4	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 1-7-5	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-7-6	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-7-7	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-7-8	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-7-9	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-7-10	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-7-11	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-7-12	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-8-1	81,91	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,27	0,39	0,39	OK	OK
String 1-8-2	81,91	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,27	0,39	0,39	OK	OK
String 1-8-3	50,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 1-8-4	50,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 1-8-5	18,74	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 1-8-6	18,74	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 1-8-7	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-8-8	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-8-9	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-8-10	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-8-11	112,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,88	0,53	0,53	OK	OK
String 1-8-12	112,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,88	0,53	0,53	OK	OK
String 1-9-1	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-9-2	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-9-3	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-9-4	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-9-5	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-9-6	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-9-7	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-9-8	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-9-9	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-9-10	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-9-11	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 1-9-12	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 1-10-1	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-10-2	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-10-3	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-10-4	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-10-5	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-10-6	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-10-7	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-10-8	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-10-9	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	**Longitud (m)**	**Cable**	**Nº conductores polo**	**Imp (A)**	**Isc (A)**	**Ib (A)**	**V (V)**	**P (W)**	**k1**	**k2**	**k3**	**k4**	**S (mm2)**	**Io (A)**	**Iz (A)**	**Ib/Iz (%)**	**ΔV (V)**	**ΔV (%)**	**ΔV Acumulada (%)**	**Criterio térmico**	**Criterio ΔV**
String 1-10-10	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-10-11	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 1-10-12	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 1-11-1	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-11-2	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-11-3	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-11-4	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-11-5	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-11-6	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 1-11-7	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-11-8	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 1-11-9	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-11-10	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 1-11-11	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 1-11-12	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 2-1-1	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-1-2	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-1-3	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 2-1-4	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 2-1-5	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-1-6	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-1-7	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-1-8	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-1-9	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 2-1-10	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 2-1-11	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 2-1-12	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 2-2-1	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-2-2	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-2-3	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 2-2-4	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 2-2-5	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 2-2-6	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 2-2-7	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-2-8	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-2-9	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-2-10	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-2-11	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-2-12	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-3-1	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 2-3-2	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-3-3	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 2-3-4	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 2-3-5	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-3-6	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-3-7	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-3-8	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-3-9	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-3-10	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-3-11	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 2-3-12	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 2-4-1	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-4-2	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-4-3	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 2-4-4	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 2-4-5	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 2-4-6	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 2-4-7	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-4-8	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-4-9	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-4-10	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-4-11	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-4-12	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-5-1	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-5-2	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-5-3	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 2-5-4	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 2-5-5	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-5-6	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-5-7	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-5-8	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-5-9	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-5-10	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-5-11	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 2-5-12	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 2-6-1	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-6-2	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-6-3	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 2-6-4	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 2-6-5	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	**Longitud (m)**	**Cable**	**Nº conductores polo**	**Imp (A)**	**Isc (A)**	**Ib (A)**	**V (V)**	**P (W)**	**k1**	**k2**	**k3**	**k4**	**S (mm2)**	**Io (A)**	**Iz (A)**	**Ib/Iz (%)**	**ΔV (V)**	**ΔV (%)**	**ΔV Acumulada (%)**	**Criterio térmico**	**Criterio ΔV**
String 2-6-6	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 2-6-7	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-6-8	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-6-9	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-6-10	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-6-11	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-6-12	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-7-1	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-7-2	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-7-3	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 2-7-4	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 2-7-5	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-7-6	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-7-7	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-7-8	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-7-9	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-7-10	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-7-11	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 2-7-12	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 2-8-1	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-8-2	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-8-3	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 2-8-4	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 2-8-5	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 2-8-6	81,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 2-8-7	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-8-8	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-8-9	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-8-10	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-8-11	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-8-12	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-9-1	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-9-2	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-9-3	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 2-9-4	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 2-9-5	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-9-6	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-9-7	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-9-8	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-9-9	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 2-9-10	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-9-11	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 2-9-12	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 2-10-1	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 2-10-2	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 2-10-3	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-10-4	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-10-5	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-10-6	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-10-7	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 2-10-8	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 2-10-9	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 2-10-10	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 2-10-11	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 2-10-12	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 2-11-1	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-11-2	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 2-11-3	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 2-11-4	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 2-11-5	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-11-6	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 2-11-7	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-11-8	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 2-11-9	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-11-10	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 2-11-11	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 2-11-12	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-1-1	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 3-1-2	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 3-1-3	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 3-1-4	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 3-1-5	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-1-6	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-1-7	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-1-8	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-1-9	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 3-2-1	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 3-2-2	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 3-2-3	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 3-2-4	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 3-2-5	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-2-6	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-2-7	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-2-8	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 3-2-9	49,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 3-3-1	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-3-2	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-3-3	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-3-4	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-3-5	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-3-6	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-3-7	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 3-3-8	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 3-3-9	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 3-3-10	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 3-3-11	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-3-12	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-4-1	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 3-4-2	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 3-4-3	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-4-4	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-4-5	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-4-6	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-4-7	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 3-4-8	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 3-4-9	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-4-10	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-4-11	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-4-12	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-5-1	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-5-2	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-5-3	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-5-4	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-5-5	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-5-6	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-5-7	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 3-5-8	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 3-5-9	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 3-5-10	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 3-5-11	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 3-5-12	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-6-1	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 3-6-2	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 3-6-3	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-6-4	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-6-5	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-6-6	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-6-7	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 3-6-8	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 3-6-9	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-6-10	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-6-11	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-6-12	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-7-1	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-7-2	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-7-3	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-7-4	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-7-5	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-7-6	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-7-7	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 3-7-8	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 3-7-9	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-7-10	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-7-11	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 3-7-12	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 3-8-1	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 3-8-2	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 3-8-3	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-8-4	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-8-5	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-8-6	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-8-7	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 3-8-8	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 3-8-9	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-8-10	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-8-11	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-8-12	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-9-1	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-9-2	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-9-3	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	**Longitud (m)**	**Cable**	**Nº conductores polo**	**Imp (A)**	**Isc (A)**	**Ib (A)**	**V (V)**	**P (W)**	**k1**	**k2**	**k3**	**k4**	**S (mm2)**	**Io (A)**	**Iz (A)**	**Ib/Iz (%)**	**ΔV (V)**	**ΔV (%)**	**ΔV Acumulada (%)**	**Criterio térmico**	**Criterio ΔV**
String 3-9-4	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-9-5	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-9-6	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-9-7	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 3-9-8	80,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 3-9-9	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-9-10	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-9-11	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 3-9-12	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 3-10-1	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 3-10-2	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 3-10-3	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-10-4	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-10-5	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-10-6	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-10-7	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 3-10-8	99,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,20	0,47	0,47	OK	OK
String 3-10-9	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-10-10	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-10-11	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-10-12	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-11-1	18,68	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 3-11-2	18,68	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 3-11-3	50,26	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 3-11-4	50,26	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 3-11-5	81,85	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,26	0,38	0,38	OK	OK
String 3-11-6	81,85	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	4,26	0,38	0,38	OK	OK
String 3-11-7	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-11-8	36,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,91	0,17	0,17	OK	OK
String 3-11-9	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-11-10	68,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,56	0,32	0,32	OK	OK
String 3-11-11	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-11-12	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-12-1	34,56	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,80	0,16	0,16	OK	OK
String 3-12-2	34,56	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	1,80	0,16	0,16	OK	OK
String 3-12-3	66,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,44	0,31	0,31	OK	OK
String 3-12-4	66,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	3,44	0,31	0,31	OK	OK
String 3-12-5	97,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,09	0,46	0,46	OK	OK
String 3-12-6	97,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	5,09	0,46	0,46	OK	OK
String 3-12-7	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 3-12-8	17,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 3-12-9	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-12-10	5,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,27	0,02	0,02	OK	OK
String 3-12-11	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 3-12-12	18,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	41,93	0,94	0,09	0,09	OK	OK

2. Circuito Cajas de Conexión – Estación de potencia

Circuito caja de conexión - Inversor central																					
DC Combiner-X-Y X: Inversor Y: Caja conexión	Longitud (m)	Cable	Nº strings	Nº conductores por fase	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
DC Combiner 1-1	150,36	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	3,24	0,29	0,58	OK	OK
DC Combiner 1-2	118,07	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	2,55	0,23	0,51	OK	OK
DC Combiner 1-3	85,79	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	1,85	0,17	0,45	OK	OK
DC Combiner 1-4	75,02	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	1,62	0,15	0,43	OK	OK
DC Combiner 1-5	53,50	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	1,15	0,10	0,39	OK	OK
DC Combiner 1-6	42,74	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	0,92	0,08	0,37	OK	OK
DC Combiner 1-7	52,80	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	1,14	0,10	0,39	OK	OK
DC Combiner 1-8	73,98	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	1,59	0,14	0,43	OK	OK
DC Combiner 1-9	51,89	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	1,12	0,10	0,39	OK	OK
DC Combiner 1-10	73,42	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	1,58	0,14	0,43	OK	OK
DC Combiner 1-11	94,94	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	2,05	0,18	0,47	OK	OK
DC Combiner 2-1	160,95	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	3,47	0,31	0,60	OK	OK
DC Combiner 2-2	139,43	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	3,01	0,27	0,56	OK	OK
DC Combiner 2-3	128,66	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	2,77	0,25	0,53	OK	OK
DC Combiner 2-4	107,14	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	2,31	0,21	0,49	OK	OK
DC Combiner 2-5	96,38	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	2,08	0,19	0,47	OK	OK
DC Combiner 2-6	74,85	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	1,61	0,15	0,43	OK	OK
DC Combiner 2-7	64,09	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	1,38	0,12	0,41	OK	OK
DC Combiner 2-8	42,56	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	0,92	0,08	0,37	OK	OK
DC Combiner 2-9	31,80	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	0,69	0,06	0,35	OK	OK
DC Combiner 2-10	21,04	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	0,45	0,04	0,57	OK	OK
DC Combiner 2-11	42,33	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	0,91	0,08	0,61	OK	OK
DC Combiner 3-1	107,67	Al/XLPE	9	1	122,58	129,33	161,66	1107	135720	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	67,46	1,74	0,16	0,69	OK	OK
DC Combiner 3-2	129,20	Al/XLPE	9	1	122,58	129,33	161,66	1107	135720	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	67,46	2,09	0,19	0,72	OK	OK
DC Combiner 3-3	48,79	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	1,05	0,09	0,62	OK	OK
DC Combiner 3-4	70,31	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	1,52	0,14	0,67	OK	OK

Circuito caja de conexión - Inversor central																					
DC Combiner-X-Y X: Inversor Y: Caja conexión	Longitud (m)	Cable	Nº strings	Nº conductores por fase	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
DC Combiner 3-5	81,08	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	1,75	0,16	0,69	OK	OK
DC Combiner 3-6	102,60	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	2,21	0,20	0,58	OK	OK
DC Combiner 3-7	113,36	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	2,44	0,22	0,68	OK	OK
DC Combiner 3-8	134,89	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	2,91	0,26	0,26	OK	OK
DC Combiner 3-9	145,65	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	3,14	0,28	0,28	OK	OK
DC Combiner 3-10	167,18	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	3,60	0,33	0,33	OK	OK
DC Combiner 3-11	220,28	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	4,75	0,43	0,43	OK	OK
DC Combiner 3-12	150,72	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	386	239,63	89,95	3,25	0,29	0,29	OK	OK

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

Anejo 2: Memoria de cálculo MT

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

1. OBJETO 3

2. CÁLCULO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN EN 15 KV 3

2.1. OBJETO 3

2.2. CRITERIOS BASE PARA EL CÁLCULO 3

2.3. NORMATIVA APLICABLE 4

2.4. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR 4

2.5. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN 5

2.6. METODOLOGÍA DE CÁLCULO 5

2.6.1. Máxima intensidad nominal 5

2.6.2. Cálculo por Caída de Tensión 8

2.6.3. Cálculo por Intensidad de Cortocircuito 8

2.6.4. Pérdida de potencia 9

2.7. SISTEMA DE PROTECCIONES 10

2.7.1. Protección contra cortocircuitos 10

2.7.2. Protección contra sobrecargas 10

2.7.3. Protección contra sobretensiones 11

2.8. RESULTADOS DE CÁLCULO 11

ANEXO I: CÁLCULO ELÉCTRICO LSMT 15 KV 12

1. Objeto

Se redacta el siguiente anejo para dar justificación a los datos de diseño que se han considerado al proyectar la línea de subterránea en 15 kV para la evacuación de la energía generada por la instalación hibrida renovables "PE-IFV Cumbre Abad" hasta el centro de seccionamiento.

En la presente memoria de cálculo se llevará a cabo el estudio de los siguientes cálculos eléctricos:

- Cálculo eléctrico de línea subterránea de media tensión en 15 kV.

2. Cálculo de línea subterránea de media tensión en 15 kV

2.1. Objeto

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de la infraestructura de evacuación en 15 kV de la instalación hibrida renovables "PE-IFV Cumbre Abad" hasta el centro de seccionamiento.

2.2. Criterios base para el cálculo

Los criterios que se seguirán para el cálculo son:

- No se excederá la capacidad de carga de corriente continua máxima, después de aplicar factores de reducción de potencia según la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 06.
- La caída máxima de tensión considerada para los circuitos de media tensión será del 5 %. La pérdida de potencia máxima será igualmente de 2,5 %.
- La temperatura del cable en condiciones normales debe ser inferior a la temperatura máxima permitida para el cable con la corriente nominal.
- La capacidad de rotura mecánica de cualquier cable no se superará en condiciones de fallo por cortocircuito.
- La temperatura máxima de cortocircuito del conductor no se excederá en condiciones de fallo.
- El tiempo máximo de despeje de fallo trifásico de cortocircuito será de 0,5 segundos.
- El tiempo máximo de despeje de fallo de cortocircuito a tierra es de 1 segundo.
- La temperatura inicial del conductor se tomará como igual a la temperatura máxima nominal continua del aislamiento.

- No se considera efecto de la radiación solar sobre el cable ya que los cables discurrirán enterrados.
- Se considera que la profundidad de instalación es de 1,00 m (medido hasta la parte superior del cable).
- Se considera que para el suelo la temperatura será de 25ºC.
- Se considera que el factor de potencia es igual a 0,95.

2.3. Normativa Aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um=1,2 kV) up to 15 kV (Um=36 kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.

2.4. Características del conductor

El conductor a utilizar será del tipo RHZ1 H-1 Al/0L/20L 18/15 kV, con las siguientes características.

- Tipo constructivo: Unipolar
- Conductor: Aluminio, semirígido clase 2 según UNE-EN 60228
- Aislamiento: XLPE
- Nivel aislamiento: 18/15 kV
- Pantalla metálica: Corona de hilos de cobre
- Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente: 90 ºC
- Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito: 250 ºC
- Temperatura mínima de servicio: -15 ºC

2.5. Condiciones de la Instalación

El Proyecto presenta las siguientes condiciones para la instalación de media tensión:

- Temperatura del terreno: 25 ºC
- Resistividad media del terreno: 1,00 Km/W
- Profundidad de enterramiento: 1,00 m.
- Agrupación de circuitos: 1 circuito de cable aluminio unipolar directamente enterrado.

Notas:

- Dado que no se ha llevado a cabo un estudio geotécnico para analizar las características del suelo, se considera una resistividad térmica del suelo de 1,00 K·m/W según la UNE 21144-3-1.

2.6. Metodología de Cálculo

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de tres criterios diferentes:

- Máxima intensidad nominal.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima de cortocircuito

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario calcular previamente en cada línea:

- Intensidad nominal para la que debe ser diseñada.
- Longitud de la línea.
- Intensidad de cortocircuito que puede aparecer en la línea.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

2.6.1. Máxima intensidad nominal

La máxima intensidad nominal vendrá dada por la expresión:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

Siendo:

- S [kVA] potencia máxima de generación
- Un [kV] Tensión nominal

Línea MT	Desde	Hasta	Potencia máxima (kVA)	Tensión nominal (kV)	Máxima Intensidad (A)
1	EP-1	CS	4.950	15	190,53
2	WTG-01	CS	4.950	15	190,53

Tabla 1. Configuración instalación media tensión

El dimensionamiento del cableado se establece teniendo en cuenta que la capacidad amperimétrica del cable deberá corregirse las condiciones de instalación establecidas en la instrucción técnica complementaria ITC-06 "Líneas subterráneas con cables aislados".

Los factores de corrección aplicados en el cálculo son los siguientes:

- Temperatura del terreno: según la tabla 7 de la ITC-LAT 06 se tiene que el factor de corrección en nuestro caso será igual a 1,00 (f_1 = 1,00).

Temperatura °C Servicio Permanente θs	Temperatura del terreno, θt, en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Tabla 2. Factor de corrección, F para temperatura del terreno distinta de 25°C

- Profundidad de instalación: según la tabla 11 de la ITC-LAT 06 se tiene que, para una profundidad de instalación de 1,00 metros, el factor de corrección es 1,00 (f_2 = (1,00).

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm²	>185 mm²	≤185 mm²	>185 mm²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Tabla 3. Factor de corrección para profundidad de la instalación distintas de 1 m

- Resistividad térmica del terreno: dado que se desconoce el valor de resistividad térmica del terreno, se supone una resistividad térmica del terrero, de 1,00 Km/W (f_3=1,00).

Tipo de instalación	Sección del conductor mm²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

*Tabla 4. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 k*m/W*

- Distancia entre ternos: según la tabla 10 de la ITC-LAT 06, se tiene que, para una configuración de 4 circuitos, el factor de corrección es de 0,68 (f_4 = 0,68).

Factor de corrección										
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

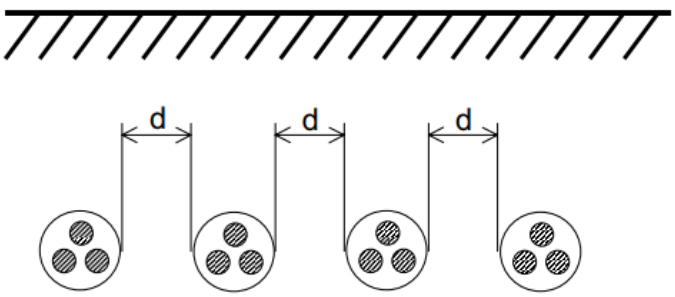


Tabla 5. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

2.6.2. Cálculo por Caída de Tensión

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L}{N} \cdot (R \cdot cos\varphi + X \cdot sen\varphi)$$

Donde:

- ΔV es la caída de tensión (V)
- I es la intensidad circulante (A)
- L es la longitud del conductor (m)
- N número de cables por fase
- R es la resistencia por metro de conductor (Ω/m)
- X es la reactancia por metro de conductor (Ω/m)
- $cos\varphi$ es el factor de potencia

En los criterios de diseño se establece como base para el cálculo que la temperatura inicial del conductor se tomará como igual a la temperatura máxima nominal continua del aislamiento. Así, la resistencia a 90ºC (temperatura máxima del aislamiento) a partir del dato de la resistencia a 20ºC del cable y de los datos de la norma UNE 21096 se calcula por la expresión:

$$R_{90ºC} = R_{20ºC}[1 + \alpha(T - 20)]$$

También se establece en los criterios de cálculo que el factor de potencia será igual a 0,95 (cosϕ =0,95).

2.6.3. Cálculo por Intensidad de Cortocircuito

La norma IEC-60685 introduce la siguiente expresión para el cálculo de la sección de cable de acuerdo a la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc}^2 \cdot t_{cc} = k^2 \cdot S^2 \cdot ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

- I_{cc} es la corriente de cortocircuito (A)
- t_{cc} es la duración del cortocircuito (s)
- S es la sección del conductor (mm²)
- β es la inversa del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura
- θ_f es la temperatura final del cortocircuito (ºC)

- θ_i es la temperatura inicial del cortocircuito (ºC)
- k es una constante dependiente del material conductor

Las constantes de la formulación anterior son:

Material	k	β
Cobre	226	234,5
Aluminio	148	228

Tabla 6. Constantes dependientes del material

Aislamiento	θ_i	θ_f
PVC	**70**	**160**
XLPE/EPR	90	250

Tabla 7. Constantes dependientes del aislamiento

Teniendo en cuenta estos valores, la expresión se puede simplificar a:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}} = K \cdot S$$

Siendo K:

Material y Aislamiento	K
Cobre y PVC	115
Aluminio y PVC	74
Cobre y XLPE/EPR	143
Aluminio y XLPE/EPR	92

Tabla 8. Valor de la constante K

2.6.4. Pérdida de potencia

La pérdida de potencia por efecto Joule que se produce para la máxima potencia de la línea viene dada por la fórmula:

$$P_{P,máx.} = 3 * r * L * (I_{máx.})^2$$

Siendo:

- $P_{P,máx.}$: Pérdida de potencia máxima por efecto Joule (kW)
- r: Resistencia de la línea (Ω/km)
- L: longitud de la línea (km)

Así, en porcentaje, se tiene:

$$P_{p\,TOTAL}(\%) = \frac{P_p}{P} = \frac{W}{W} = \%$$

2.7. Sistema de Protecciones

Los cables deberán estar debidamente protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas mediante interruptores automáticos, colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir durante su actuación proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

Debido a la existencia de fenómenos de ferrorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, se utilizará el seccionamiento tripolar.

2.7.1. Protección contra cortocircuitos

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán 298 A y 54 A respectivamente, tal y como se indica en el capítulo 6 de la ITC-LAT 06 para cables de aislamiento XLPE.

Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

2.7.2. Protección contra sobrecargas

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas

conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable so supere la máxima admisible en servicio permanente.

2.7.3. Protección contra sobretensiones

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIERAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

2.8. Resultados de Cálculo

En el *Anexo I. Cálculo eléctrico LSMT 15 kV* se reflejan tabulados los resultados de los cables de media tensión.

Córdoba, Noviembre de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Anexo I: Cálculo eléctrico LSMT 15 kV

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

Línea MT	Desde	Hasta	S (mm2)	Nº conductores por fase	Material	Longitud (m)	Nº inv	Nº circuitos/zanja	S (MVA)	V (V)	I (A)	k1	k2	k3	k4	Io (A)	Iz (A)	I/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Pérdidas P (W)	Pérdidas P (%)	Icc (kA)	Smin para Icc (mm2)	Criterio térmico	Criterio ΔV	Criterio cortocircuito
1	EP-1	CSEC	240	1	AL/XLPE	259,13	3	1	4,950	15.000	190,53	1	0,96	1	0,67	345	221,90	85,86	17,19	0,11	0,11	3.301,65	0,07	20,5	222,83	OK	OK	OK
2	AERO	CSEC	240	1	AL/XLPE	734,87	3	1	4,950	15.000	190,526	1	0,96	1	0,67	345	221,90	85,86	48,76	0,325	0,325	9.363,20	0,189	20,5	222,83	OK	OK	OK

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

Anejo 3: Configuración eléctrica

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

1. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA 3
2. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA DEL PARQUE EÓLICO 3

1. Configuración eléctrica de la Planta Solar Fotovoltaica

En el presente anejo se presenta la configuración eléctrica de la Instalación Fotovoltaica Cumbre Abad de 4,95 MW de potencia instalada y 4,95 MW de capacidad de acceso.

Estación de potencia	Nº strings	Potencia pico (kWp)	Nº inversores	Potencia nominal (KVA)	Ratio CC/CA
EP1	402,00	6062,16	3,00	4950,00	1,22

Tabla 1. Configuración planta fotovoltaica (1 de 2)

Estación de potencia	Inversor nº	Nº strings	Nº módulos	Potencia pico (kWp)
EP1	1	132	3432	1990,56
	2	132	3432	1990,56
	3	138	3588	2081,04
Total	**3,00**	**402,00**	**10452,00**	**6062,16**

Tabla 2. Configuración planta fotovoltaica (2 de 2

2. Configuración eléctrica del Parque Eólico

En el presente anejo se presenta la configuración eléctrica del Parque Eólico Cumbre Abad de 4,95 MW de potencia instalada y 4,95 MW de capacidad de acceso.

Agrupaciones	Aerogenerador	Potencia (kW)
1	1	4.950,00
Total	**1**	**4.950,00**

Tabla 3. Configuración parque eólico

Anejo 4: Estudio de producción energética IFV

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

Version 7.2.5

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Bogaris

Variant: IFV Cumbre Abad

Tracking system

System power: 6062 kWp

El Puerto de Santa María - Spain

Author

PVsyst V7.2.5
VC2, Simulation date:
15/11/23 08:36
with v7.2.5

Project summary

Geographical Site
El Puerto de Santa María
Spain

Situation

Latitude	36.59 °N
Longitude	-6.23 °W
Altitude	11 m
Time zone	UTC+1

Project settings

Albedo	0.20

Meteo data
El Puerto de Santa María
Meteonorm 8.0 (1996-2015) - Sintético

System summary

Grid-Connected System

Tracking system

PV Field Orientation
Tracking plane, horizontal N-S axis
Axis azimuth 0 °

Near Shadings
Linear shadings

User's needs
Unlimited load (grid)

System information

PV Array

Nb. of modules	10452 units
Pnom total	6062 kWp

Inverters

Nb. of units	3 units
Pnom total	5019 kWac
Grid power limit	4950 kWac
Grid lim. Pnom ratio	1.225

Results summary

Produced Energy	12834 MWh/year	Specific production	2117 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	82.94 %
Apparent energy	13530 MVAh				

Table of contents

Project and results summary 2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses 3
Horizon definition 5
Near shading definition - Iso-shadings diagram 6
Main results 7
Loss diagram 8
Special graphs 9

PVsyst V7.2.5
VC2, Simulation date:
15/11/23 08:36
with v7.2.5

General parameters

Grid-Connected System

Tracking system

PV Field Orientation

Orientation
Tracking plane, horizontal N-S axis
Axis azimuth 0 °

Trackers configuration
Nb. of trackers 201 units

Sizes
Tracker Spacing 10.5 m
Collector width 4.58 m
Ground Cov. Ratio (GCR) 43.6 %
Phi min / max. -/+ 60.0 °

Shading limit angles
Phi limits +/- 64.1 °

Models used
Transposition Perez
Diffuse Perez, Meteonorm
Circumsolar separate

Horizon
Average Height 1.8 °

Near Shadings
Linear shadings

User's needs
Unlimited load (grid)

Bifacial system
Model 2D Calculation
unlimited trackers

Bifacial model geometry

Tracker Spacing	10.50	m
Tracker width	4.58	m
GCR	43.6	%
Axis height above ground	2.10	m

Bifacial model definitions

Ground albedo	0.20	
Bifaciality factor	80	%
Rear shading factor	5.0	%
Rear mismatch loss	10.0	%
Module transparency	0.0	%

Grid injection point

Grid power limitation
Active Power 4950 kWac
Pnom ratio 1.225

Power factor
Cos(phi) (leading) 0.950

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer	Jinkosolar
Model	JKM580N-72HL4-BDV
(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	580 Wp
Number of PV modules	10452 units
Nominal (STC)	6062 kWp
Modules	402 Strings x 26 In series
At operating cond. (50°C)	
Pmpp	5607 kWp
U mpp	1014 V
I mpp	5527 A

Inverter

Manufacturer	Ingeteam
Model	Ingecon Sun 1675TL B645 IP54 H1000
(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	1673 kWac
Number of inverters	3 units
Total power	5019 kWac
Operating voltage	915-1300 V
Max. power (=>30°C)	1676 kWac
Pnom ratio (DC:AC)	1.21

Total PV power

Nominal (STC)	6062 kWp
Total	10452 modules
Module area	27000 m²
Cell area	24849 m²

Total inverter power

Total power	5019 kWac
Nb. of inverters	3 units
Pnom ratio	1.21

Array losses

Array Soiling Losses
Loss Fraction 2.0 %

Thermal Loss factor
Module temperature according to irradiance
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses
Global array res. 3.0 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

LID - Light Induced Degradation
Loss Fraction 2.0 %

Module Quality Loss
Loss Fraction -0.8 %

Module mismatch losses
Loss Fraction 2.0 % at MPP

Strings Mismatch loss
Loss Fraction 0.1 %

IAM loss factor
Incidence effect (IAM): User defined profile

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.987	0.969	0.929	0.741	0.000

System losses

Auxiliaries loss
constant (fans) 6.00 kW
0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo
Inverter voltage 645 Vac tri
Loss Fraction 0.02 % at STC

Inverter: Ingecon Sun 1675TL B645 IP54 H1000
Wire section (3 Inv.) Copper 3 x 3 x 1200 mm²
Average wires length 3 m

MV line up to Injection
MV Voltage 15 kV
Wires Alu 3 x 240 mm²
Length 890 m
Loss Fraction 0.34 % at STC

AC losses in transformers

MV transfo
Grid voltage 15 kV

Operating losses at STC
Nominal power at STC 5959 kVA
Iron loss (24/24 Connexion) 5.96 kW
Loss Fraction 0.10 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 0.70 mΩ
Loss Fraction 1.00 % at STC

Horizon definition

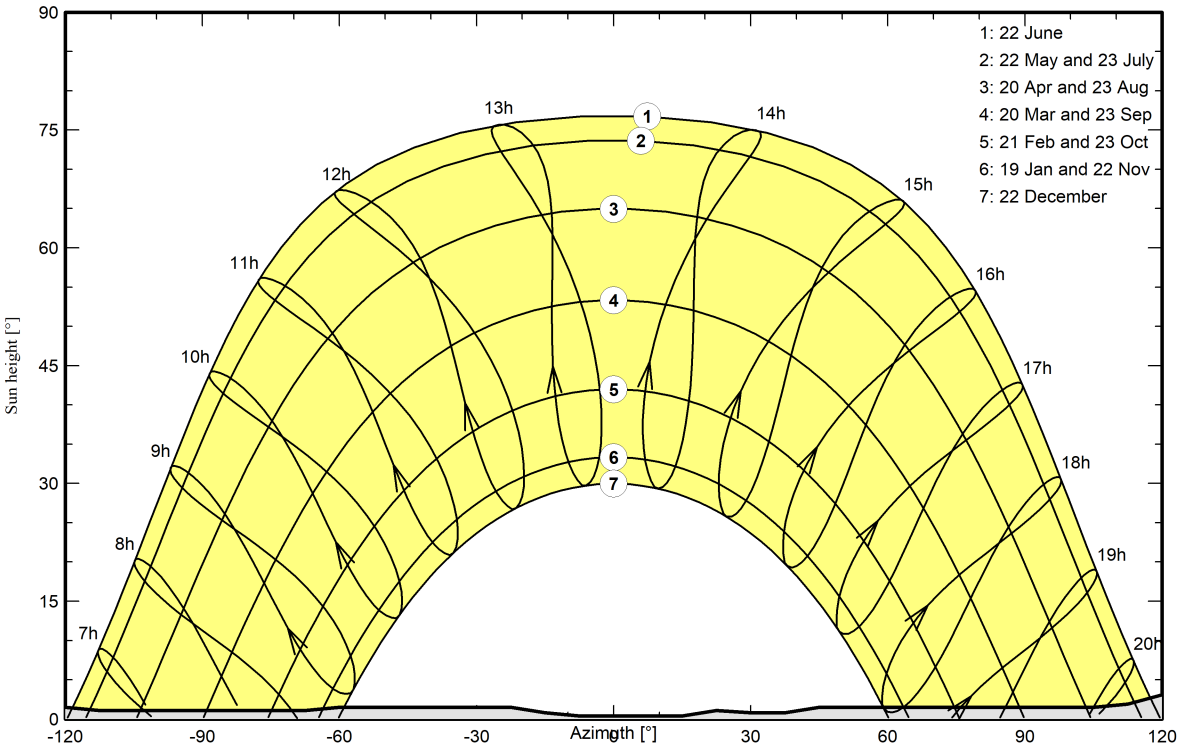
Average Height	1.8 °	Albedo Factor	0.91
Diffuse Factor	0.97	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

Azimuth [°]	-180	-143	-135	-120	-113	-68	-60	-23	-15	-8
Height [°]	3.1	3.1	1.5	1.5	1.1	1.1	1.5	1.5	0.8	0.4
Azimuth [°]	15	23	30	38	45	105	113	120	180	
Height [°]	0.4	1.1	0.8	0.8	1.5	1.5	1.9	3.1	3.1	

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)

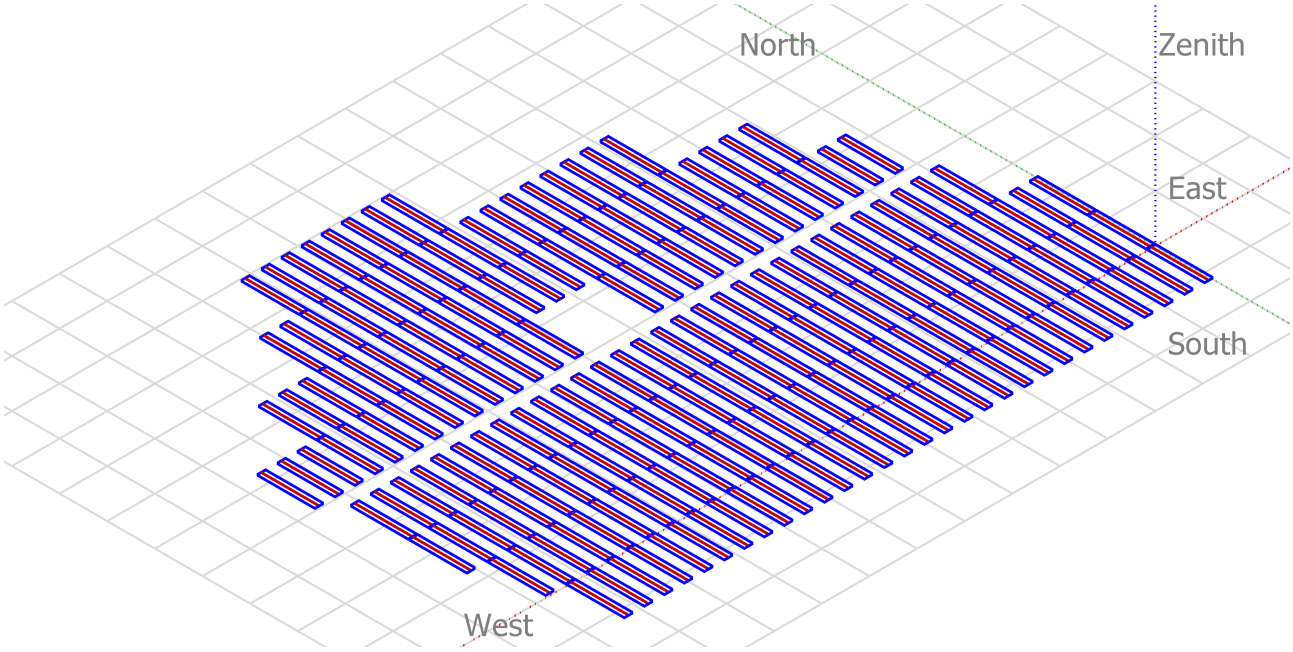
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°35''38', Long=-6°13''58', Alt=11m



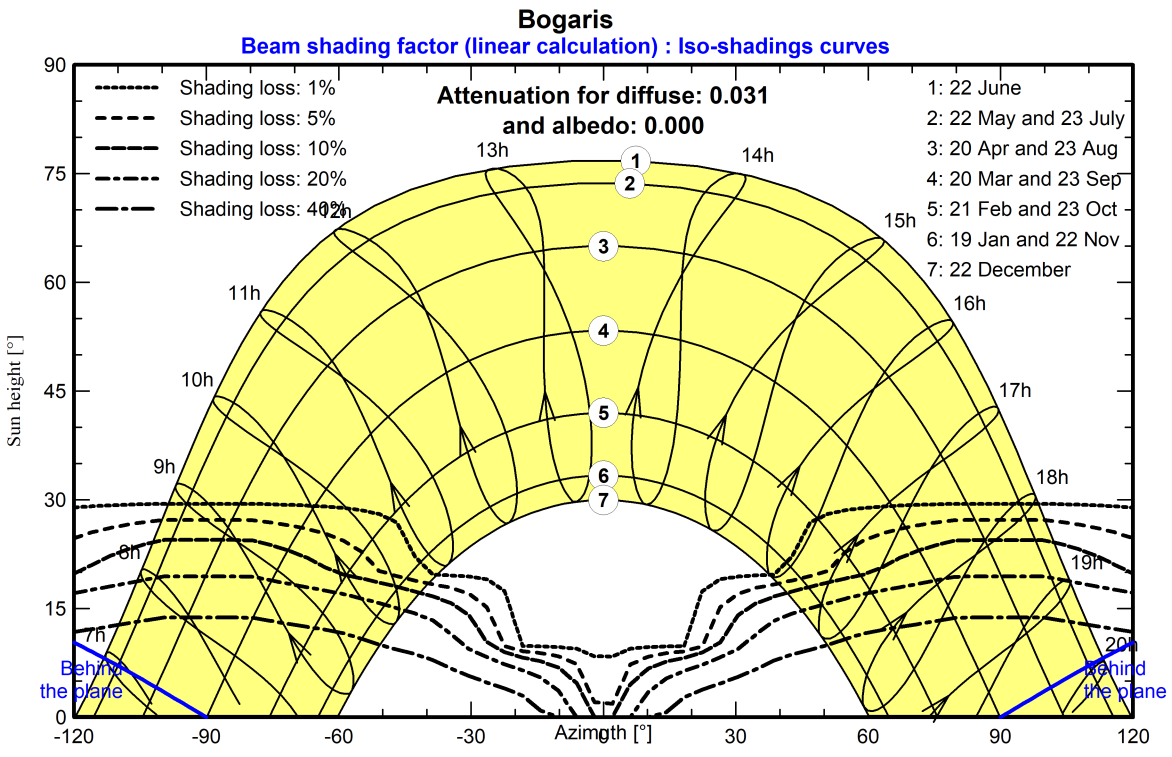
PVsyst V7.2.5
VC2, Simulation date:
15/11/23 08:36
with v7.2.5

Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

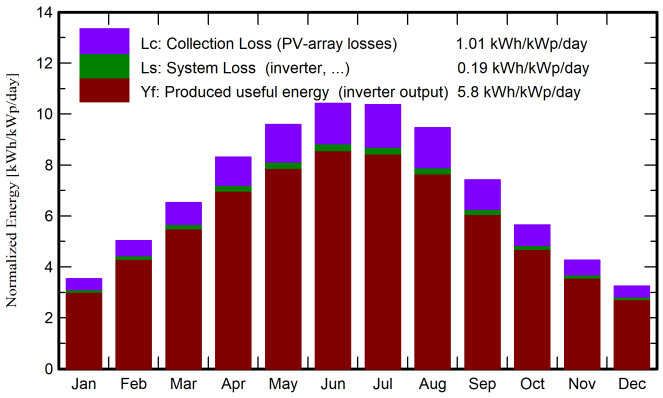


Main results

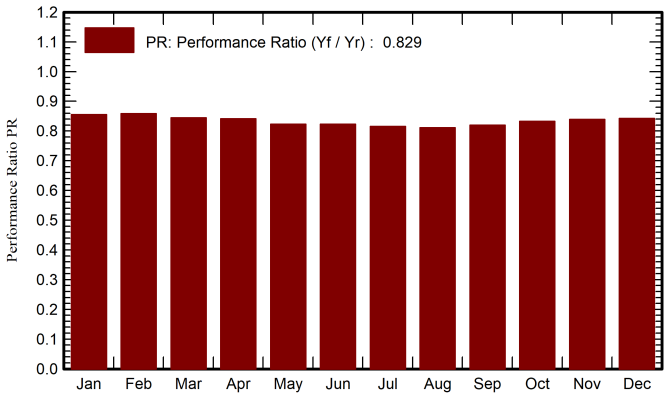
System Production

Produced Energy	12834 MWh/year	Specific production	2117 kWh/kWp/year
Apparent energy	13530 MVAh	Performance Ratio PR	82.94 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

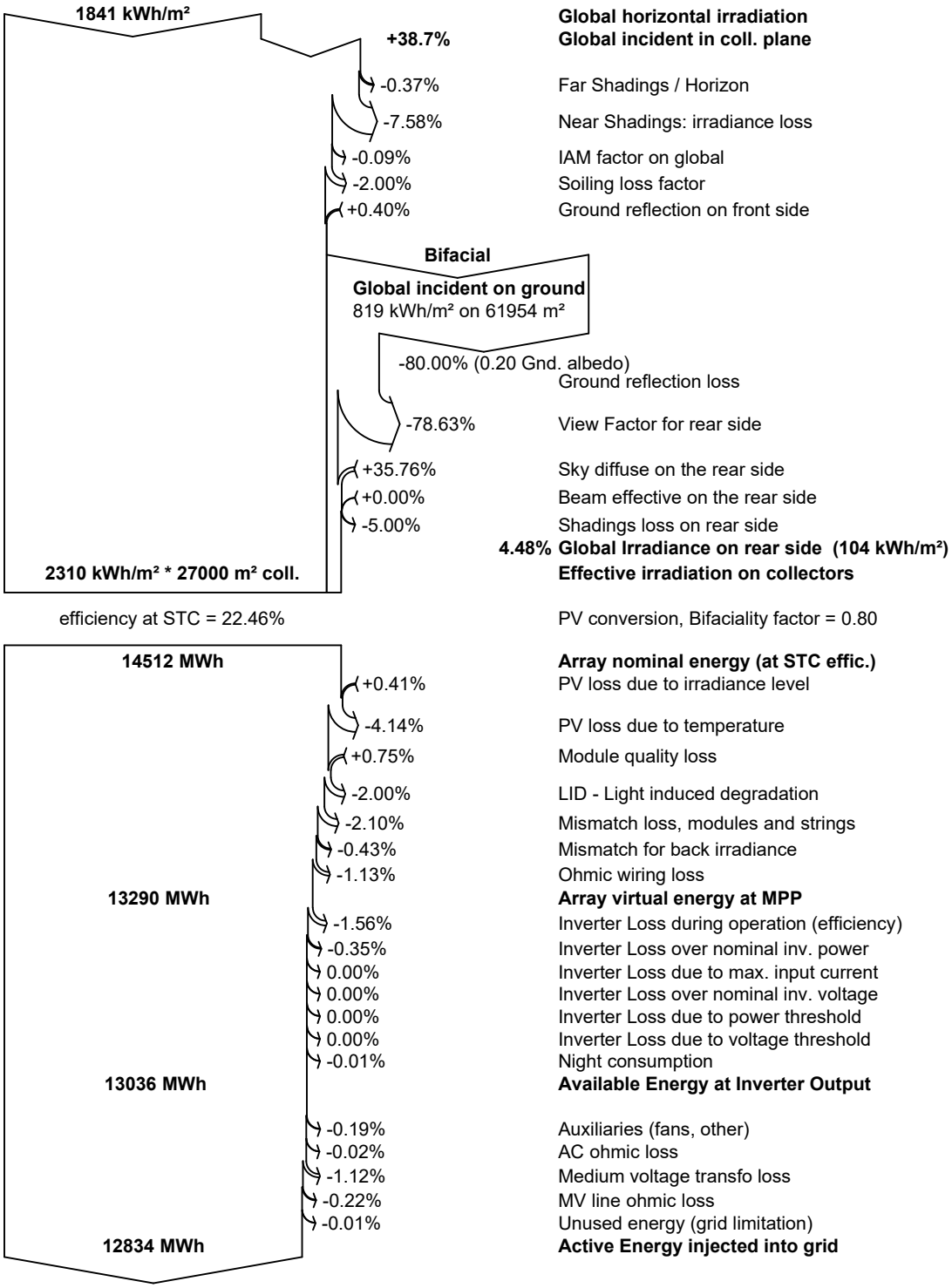
	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	76.9	31.51	10.50	109.6	96.7	588	568	0.855
February	99.7	36.51	11.42	140.8	126.1	756	733	0.858
March	145.2	57.01	14.05	202.3	181.1	1068	1035	0.844
April	182.5	65.95	15.96	249.3	227.3	1313	1272	0.842
May	218.5	76.09	19.38	297.1	271.3	1529	1482	0.823
June	231.4	71.51	22.37	312.6	289.0	1609	1560	0.823
July	234.6	71.11	24.63	321.3	295.5	1637	1588	0.815
August	210.5	67.79	25.25	293.2	266.1	1487	1442	0.811
September	159.5	51.36	22.59	222.4	200.7	1141	1105	0.820
October	124.2	46.58	19.75	175.1	156.5	912	884	0.833
November	87.9	32.06	14.21	128.0	112.5	672	651	0.839
December	69.6	29.42	11.63	100.7	87.6	532	514	0.842
Year	1840.6	636.90	17.68	2552.4	2310.3	13244	12834	0.829

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation
T_Amb	Ambient Temperature
GlobInc	Global incident in coll. plane
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
EArray	Effective energy at the output of the array
E_Grid	Energy injected into grid
PR	Performance Ratio

PVsyst V7.2.5
VC2, Simulation date:
15/11/23 08:36
with v7.2.5

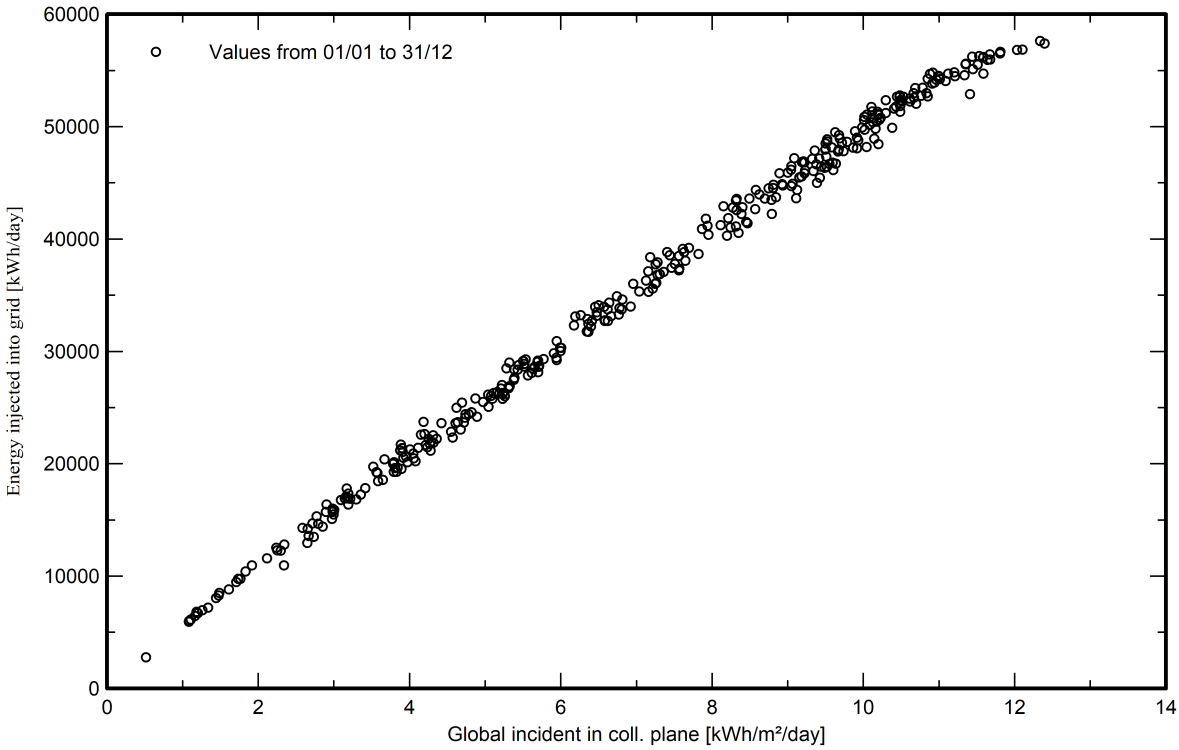
Loss diagram



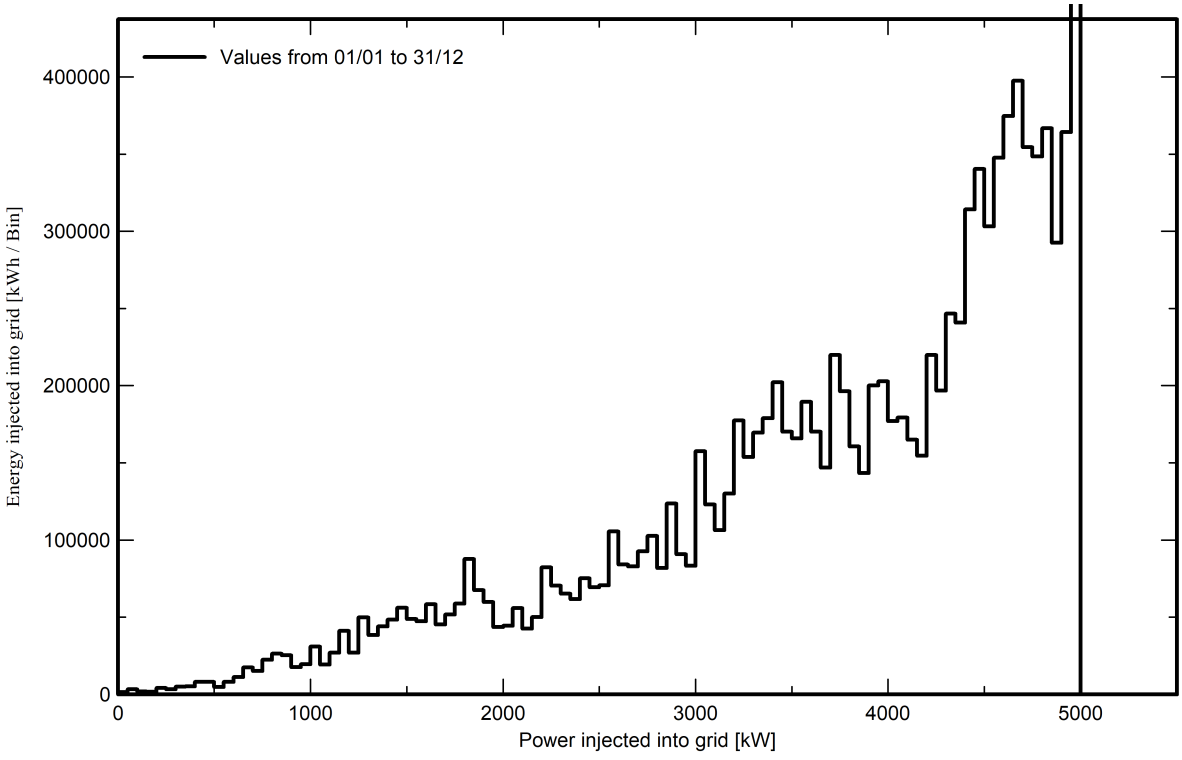
PVsyst V7.2.5
VC2, Simulation date:
15/11/23 08:36
with v7.2.5

Special graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



Version 7.2.5

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Bogaris

Variant: IFV Cumbre Abad

Tracking system

System power: 6062 kWp

El Puerto de Santa María - Spain

Author

PVsyst V7.2.5
VC2, Simulation date:
15/11/23 08:36
with v7.2.5

Project summary

Geographical Site
El Puerto de Santa María
Spain

Situation

Latitude	36.59 °N
Longitude	-6.23 °W
Altitude	11 m
Time zone	UTC+1

Project settings

Albedo	0.20

Meteo data
El Puerto de Santa María
Meteonorm 8.0 (1996-2015) - Sintético

System summary

Grid-Connected System

Tracking system

PV Field Orientation
Tracking plane, horizontal N-S axis
Axis azimuth 0 °

Near Shadings
Linear shadings

User's needs
Unlimited load (grid)

System information

PV Array

Nb. of modules	10452 units
Pnom total	6062 kWp

Inverters

Nb. of units	3 units
Pnom total	5019 kWac
Grid power limit	4950 kWac
Grid lim. Pnom ratio	1.225

Results summary

Produced Energy	12834 MWh/year	Specific production	2117 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	82.94 %
Apparent energy	13530 MVAh				

Table of contents

Project and results summary 2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses 3
Horizon definition 5
Near shading definition - Iso-shadings diagram 6
Main results 7
Loss diagram 8
Special graphs 9

PVsyst V7.2.5
VC2, Simulation date:
15/11/23 08:36
with v7.2.5

General parameters

Grid-Connected System

Tracking system

PV Field Orientation

Orientation
Tracking plane, horizontal N-S axis
Axis azimuth 0 °

Trackers configuration
Nb. of trackers 201 units

Sizes
Tracker Spacing 10.5 m
Collector width 4.58 m
Ground Cov. Ratio (GCR) 43.6 %
Phi min / max. -/+ 60.0 °

Shading limit angles
Phi limits +/- 64.1 °

Models used
Transposition Perez
Diffuse Perez, Meteonorm
Circumsolar separate

Horizon
Average Height 1.8 °

Near Shadings
Linear shadings

User's needs
Unlimited load (grid)

Bifacial system
Model 2D Calculation
unlimited trackers

Bifacial model geometry

Tracker Spacing	10.50	m
Tracker width	4.58	m
GCR	43.6	%
Axis height above ground	2.10	m

Bifacial model definitions

Ground albedo	0.20	
Bifaciality factor	80	%
Rear shading factor	5.0	%
Rear mismatch loss	10.0	%
Module transparency	0.0	%

Grid injection point

Grid power limitation
Active Power 4950 kWac
Pnom ratio 1.225

Power factor
Cos(phi) (leading) 0.950

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer	Jinkosolar
Model	JKM580N-72HL4-BDV
(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	580 Wp
Number of PV modules	10452 units
Nominal (STC)	6062 kWp
Modules	402 Strings x 26 In series
At operating cond. (50°C)	
Pmpp	5607 kWp
U mpp	1014 V
I mpp	5527 A

Inverter

Manufacturer	Ingeteam
Model	Ingecon Sun 1675TL B645 IP54 H1000
(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	1673 kWac
Number of inverters	3 units
Total power	5019 kWac
Operating voltage	915-1300 V
Max. power (=>30°C)	1676 kWac
Pnom ratio (DC:AC)	1.21

Total PV power

Nominal (STC)	6062 kWp
Total	10452 modules
Module area	27000 m²
Cell area	24849 m²

Total inverter power

Total power	5019 kWac
Nb. of inverters	3 units
Pnom ratio	1.21

Array losses

Array Soiling Losses
Loss Fraction 2.0 %

Thermal Loss factor
Module temperature according to irradiance
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses
Global array res. 3.0 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

LID - Light Induced Degradation
Loss Fraction 2.0 %

Module Quality Loss
Loss Fraction -0.8 %

Module mismatch losses
Loss Fraction 2.0 % at MPP

Strings Mismatch loss
Loss Fraction 0.1 %

IAM loss factor
Incidence effect (IAM): User defined profile

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.987	0.969	0.929	0.741	0.000

System losses

Auxiliaries loss
constant (fans) 6.00 kW
0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo
Inverter voltage 645 Vac tri
Loss Fraction 0.02 % at STC

Inverter: Ingecon Sun 1675TL B645 IP54 H1000
Wire section (3 Inv.) Copper 3 x 3 x 1200 mm²
Average wires length 3 m

MV line up to Injection
MV Voltage 15 kV
Wires Alu 3 x 240 mm²
Length 890 m
Loss Fraction 0.34 % at STC

AC losses in transformers

MV transfo
Grid voltage 15 kV

Operating losses at STC
Nominal power at STC 5959 kVA
Iron loss (24/24 Connexion) 5.96 kW
Loss Fraction 0.10 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 0.70 mΩ
Loss Fraction 1.00 % at STC

Horizon definition

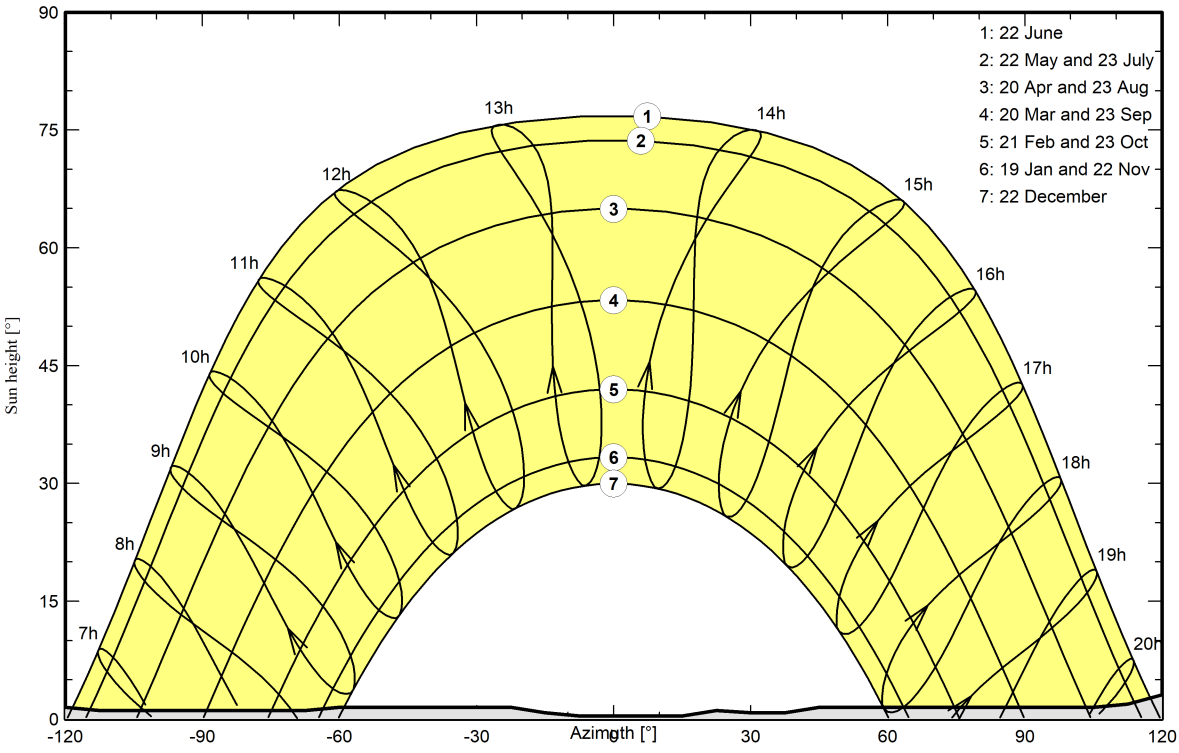
Average Height	1.8 °	Albedo Factor	0.91
Diffuse Factor	0.97	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

Azimuth [°]	-180	-143	-135	-120	-113	-68	-60	-23	-15	-8
Height [°]	3.1	3.1	1.5	1.5	1.1	1.1	1.5	1.5	0.8	0.4
Azimuth [°]	15	23	30	38	45	105	113	120	180	
Height [°]	0.4	1.1	0.8	0.8	1.5	1.5	1.9	3.1	3.1	

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)

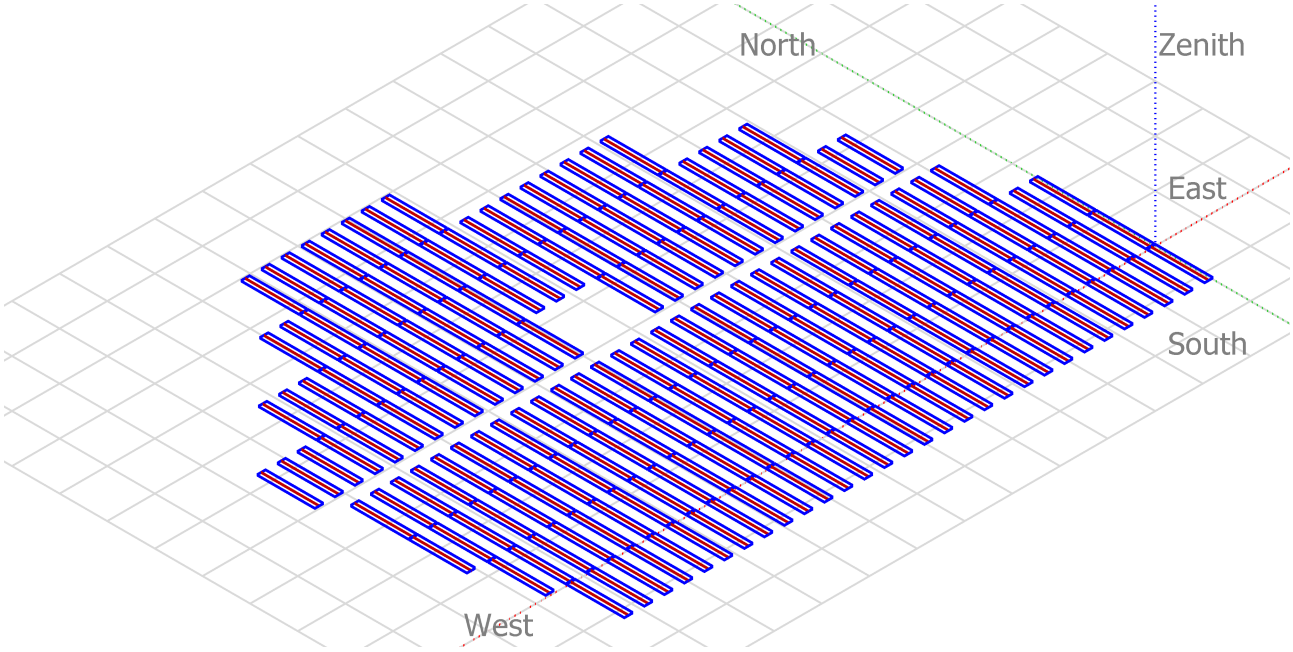
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°35''38', Long=-6°13''58', Alt=11m



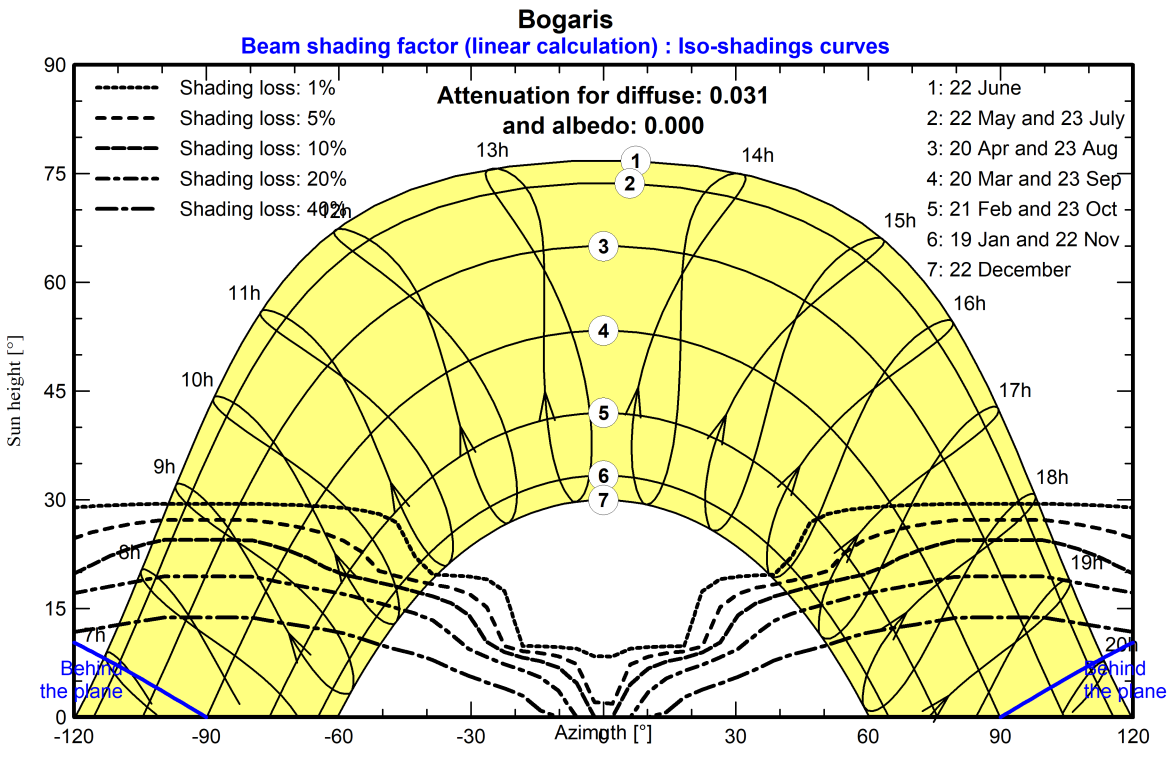
PVsyst V7.2.5
VC2, Simulation date:
15/11/23 08:36
with v7.2.5

Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

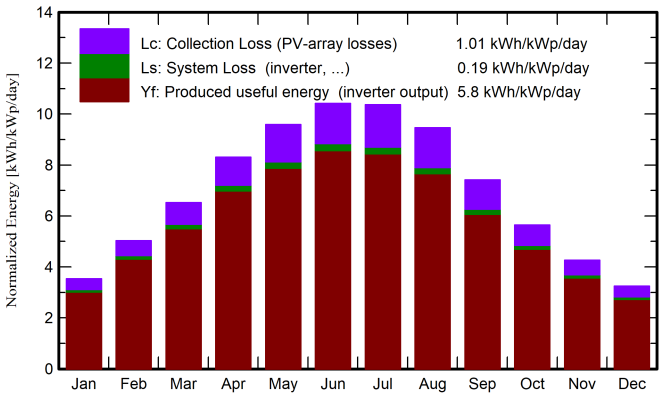


Main results

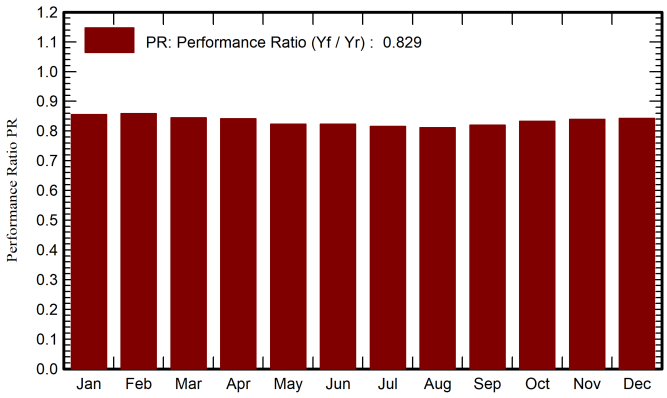
System Production

Produced Energy	12834 MWh/year	Specific production	2117 kWh/kWp/year
Apparent energy	13530 MVAh	Performance Ratio PR	82.94 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

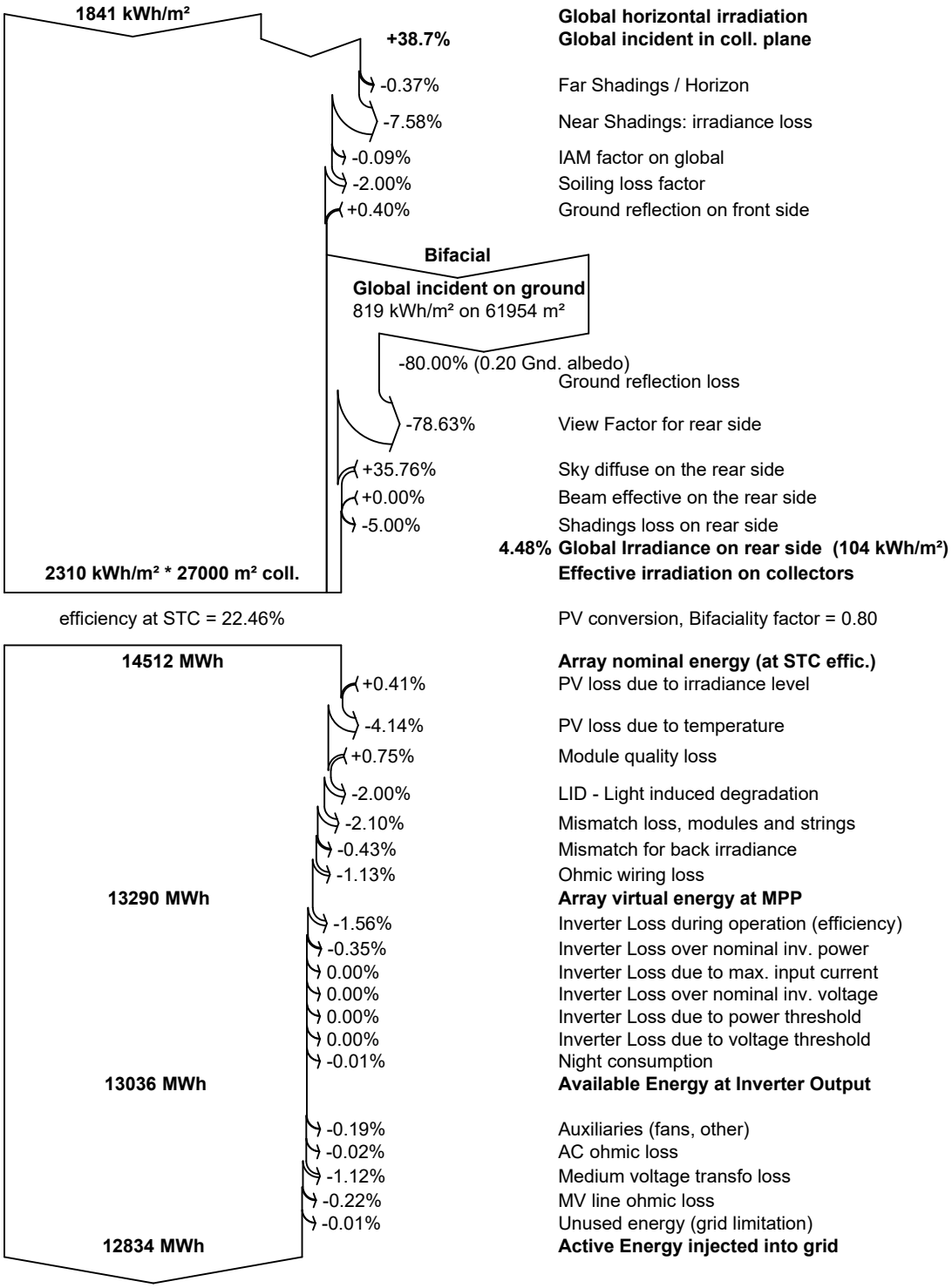
	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	76.9	31.51	10.50	109.6	96.7	588	568	0.855
February	99.7	36.51	11.42	140.8	126.1	756	733	0.858
March	145.2	57.01	14.05	202.3	181.1	1068	1035	0.844
April	182.5	65.95	15.96	249.3	227.3	1313	1272	0.842
May	218.5	76.09	19.38	297.1	271.3	1529	1482	0.823
June	231.4	71.51	22.37	312.6	289.0	1609	1560	0.823
July	234.6	71.11	24.63	321.3	295.5	1637	1588	0.815
August	210.5	67.79	25.25	293.2	266.1	1487	1442	0.811
September	159.5	51.36	22.59	222.4	200.7	1141	1105	0.820
October	124.2	46.58	19.75	175.1	156.5	912	884	0.833
November	87.9	32.06	14.21	128.0	112.5	672	651	0.839
December	69.6	29.42	11.63	100.7	87.6	532	514	0.842
Year	1840.6	636.90	17.68	2552.4	2310.3	13244	12834	0.829

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation
T_Amb	Ambient Temperature
GlobInc	Global incident in coll. plane
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
EArray	Effective energy at the output of the array
E_Grid	Energy injected into grid
PR	Performance Ratio

PVsyst V7.2.5
VC2, Simulation date:
15/11/23 08:36
with v7.2.5

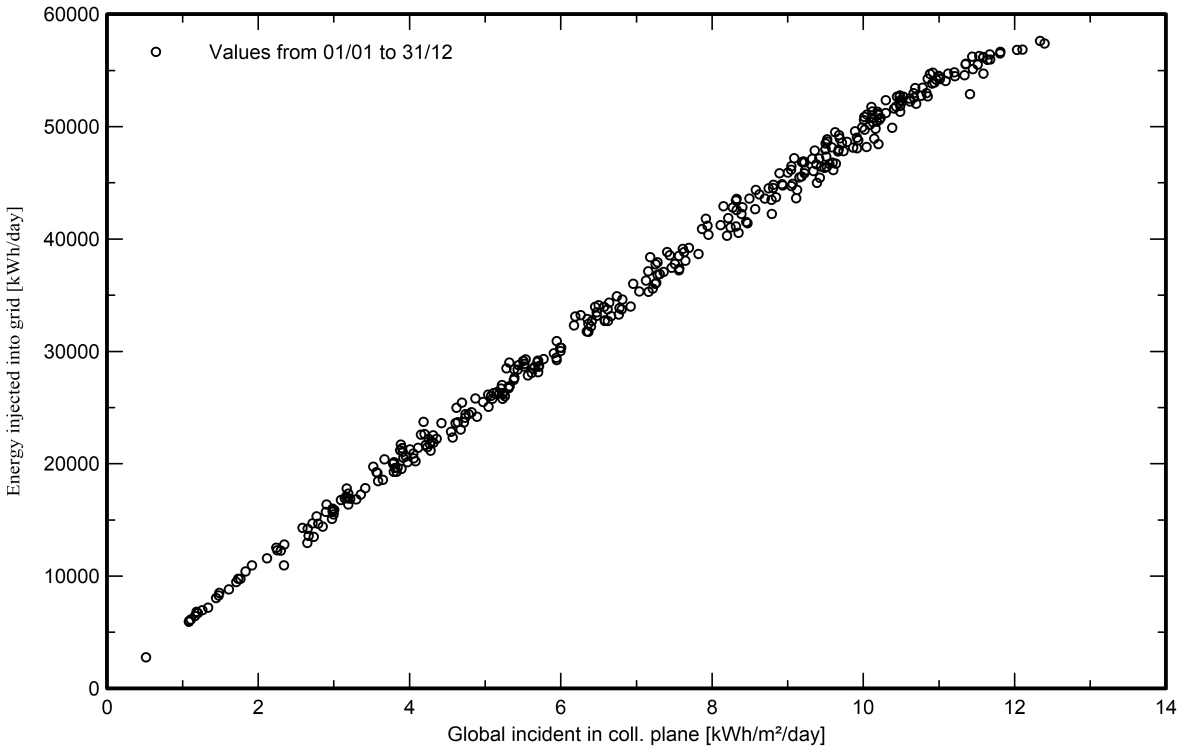
Loss diagram



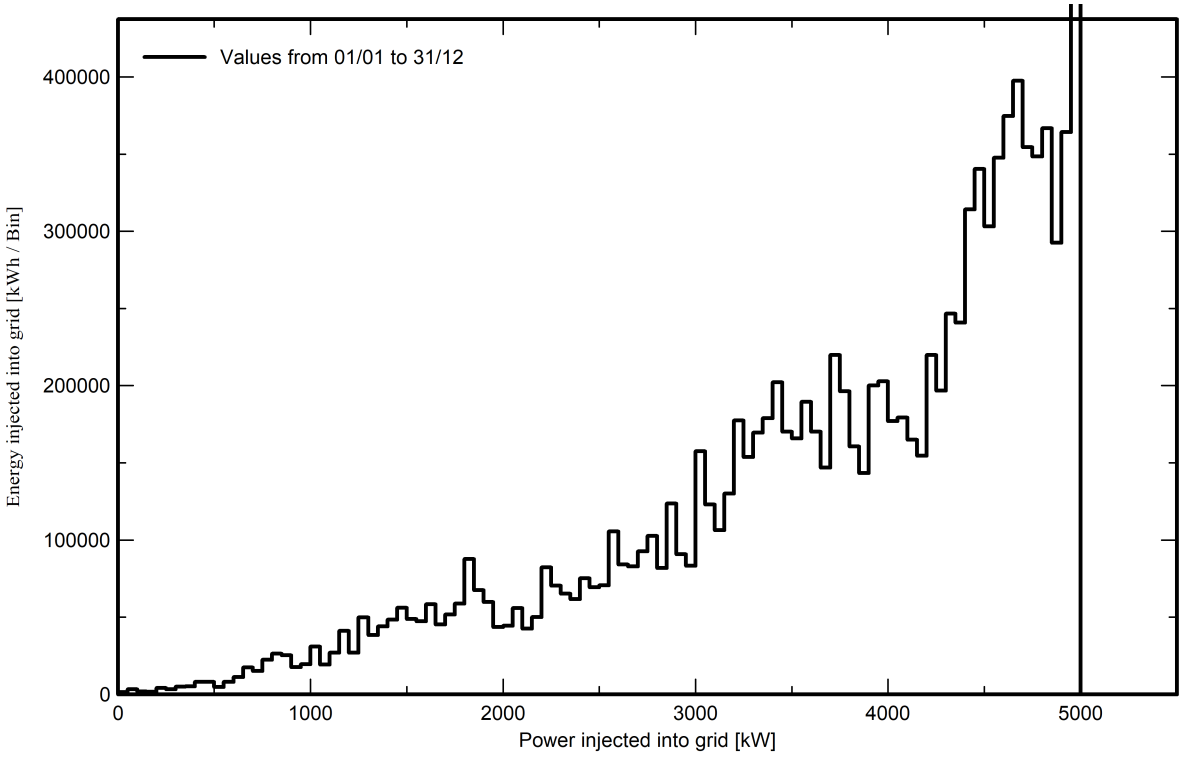
PVsyst V7.2.5
VC2, Simulation date:
15/11/23 08:36
with v7.2.5

Special graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



Anejo 5: Trazado de viales

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV " Cumbre Abad " en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

2. TIPOS DE VIALES 3

2.1. RED DE VIALES DEL PARQUE 3
2.2. ZONAS DE GIRO 6
2.3. ZONAS DE CRUCE 6

3. TRAZADO EN PLANTA 7

1. Introducción

El objetivo del presente documento es definir las características de los viales que componen el parque eólico objeto de proyecto. Este parque sitúa su aerogenerador en el término municipal de El Puerto de Santa María, provincia de Cádiz, mientras que la evacuación y el resto de las infraestructuras están ubicados en los términos municipales de Jerez de la Frontera y El Puerto de Santa María (provincia de Cádiz).

se ha diseñado una red de caminos que conecta el aerogenerador, permitiendo de esta manera, en la fase de montaje, el tránsito de los vehículos que transportan los equipos y maquinaria de montaje, y en una segunda fase la explotación y mantenimiento durante la vida útil.

Para optimizar la distribución del aerogenerador, se aprovechará todo lo posible los factores del relieve local, como son el trazado de los viales internos del parque por las cuerdas y divisorias de aguas. Esto incluirá priorizar la adecuación de viales existentes frente a la creación de nuevos trazados para generar el menor movimiento de tierras posible.

Todo ello irá enmarcado en el cumplimiento de las restricciones y tolerancias marcadas por el fabricante para este tipo de infraestructuras. En concreto, las condiciones ideales para los vehículos de transporte de aerogeneradores son pendientes de hasta un 8% en línea recta en sentido de la marcha y en buenas condiciones climáticas y de condiciones del firme. Excepcionalmente puede llegarse al 14% pero teniendo en cuenta que pendientes superiores a 8% pueden requerir de un vehículo extra de remolque o empuje, y que pendientes superiores a 10% requieren de sobreanchos en curvas y hormigonar la superficie para conseguir una óptima adherencia y tracción.

Se debe tener especial cuidado de minimizar las irregularidades de los viales para que no haya saltos bruscos a lo largo de los vehículos y evitar que se dañe el material transportado o el propio vehículo de transporte. El desnivel máximo de irregularidades en la superficie es de 30 cm.

En los próximos apartados se describen más detalladamente los condicionantes de trazado.

2. Tipos de viales

2.1. Red de viales del parque

El objetivo general de la red de viales es dar accesibilidad a los aerogeneradores para su instalación, operación y mantenimiento. Dado el tamaño de los componentes de los aerogeneradores, los caminos deben cumplir unos requisitos suficientes para el transporte de estos. En su diseño se ha tratado de minimizar las posibles afecciones a los terrenos por los que discurren. Para ello se maximiza la utilización de los caminos existentes en la zona, definiendo nuevos trazados únicamente en los casos

imprescindibles de forma que se respete la rasante del terreno natural, siempre atendiendo al criterio de menor afección al medio.

El proyecto contempla la adecuación de los caminos existentes que no alcancen los mínimos necesarios para la circulación de vehículos de montaje y mantenimiento de los aerogeneradores y la construcción de nuevos caminos necesarios. La explanación del camino y las plataformas, constituyen las únicas zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del territorio en su estado natural, por lo que éste no podrá ser usado, bajo ningún concepto, para circular o estacionar vehículos, o para acopiar materiales.

Las dimensiones de los viales, según requerimientos del transporte e indicaciones del tecnólogo y del fabricante en el montaje de los aerogeneradores elegidos para instalar en este parque, serán de 4,5 m útiles en rectas.

En lo relacionado con los giros y curvas, las dimensiones de los viales, según requerimientos del transporte e indicaciones del tecnólogo y del fabricante en el montaje de los aerogeneradores elegidos para instalar en este parque, serán de mínimo 6 m en curvas superiores a 10º, y de 9 m en giros de 90º. El radio de curvatura de los tramos en curva será como mínimo de 70 m debido a que el área de la curva interior de los vehículos proviene de una diagonal de 63 m, entre la cabeza tractora y el último eje del vehículo, y a que fuera del área de la curva hay que dejar un sobreancho libre desde el borde de la carretera de 6-9 m. En caso de que el radio de curvatura sea inferior, se definirán sobreanchos hasta alcanzar la dimensión pertinente en función de las características de la curva en cuestión.

Las áreas de entrada y salida de las curvas también deben contener una sección en forma de cuña de 5 m de largo para curvas menores de 90º, y de 34 m para curvas superiores. Los obstáculos en el exterior de las curvas no deben superar los 1,5 m por encima del nivel de la carretera, mientras que aquellos en la zona interior de las mismas no deben superar los 0,30 m por encima del nivel de la carretera, para lo cual se han establecido bermas de despeje.

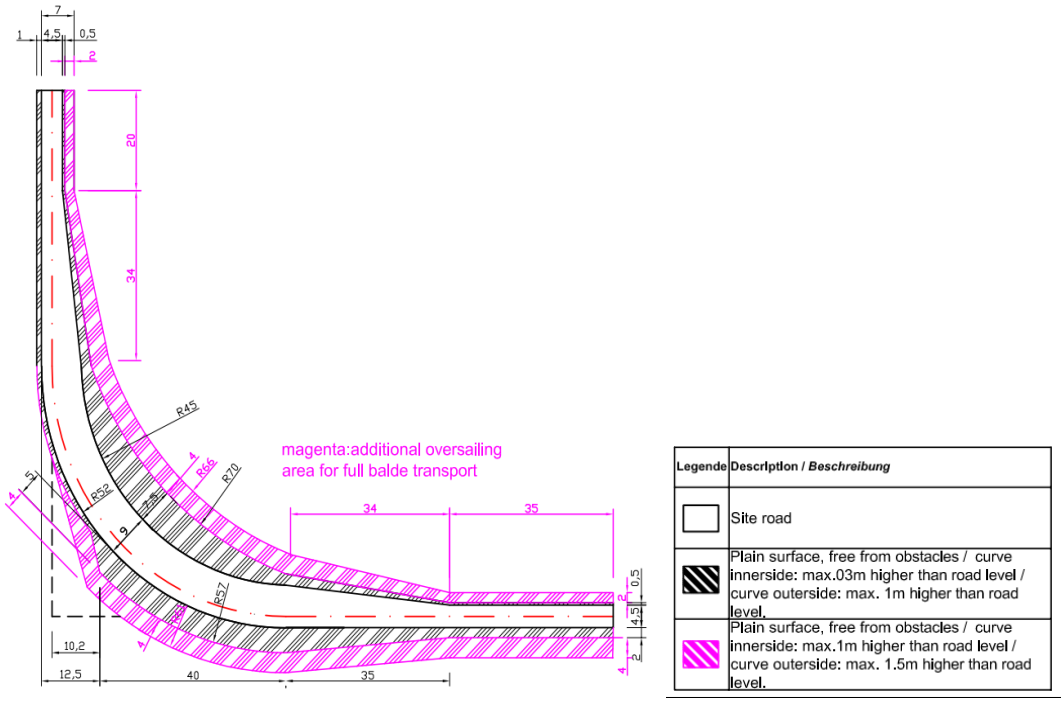


Ilustración 1. Dimensiones del vial en giros de 90º.

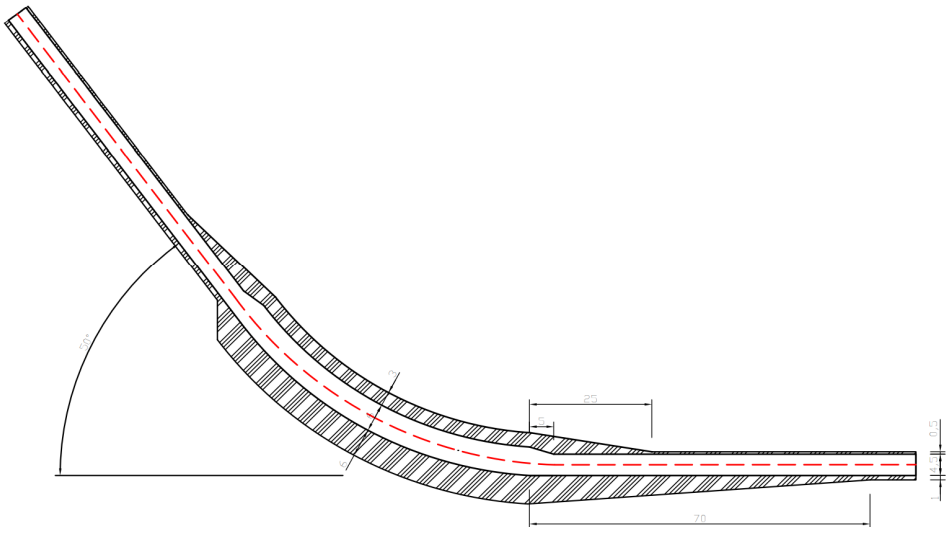


Ilustración 2. Dimensiones del vial en giros de entre 10 y 90º.

En cuanto a acuerdos verticales, el radio vertical mínimo es de 600 m para tramos rectos en planta, y de 700 m en tramos curvos, tanto para acuerdos verticales como convexos. Se debe tener especial cuidado de minimizar las irregularidades de los viales para que no haya saltos bruscos a lo largo de los vehículos y evitar que se dañe el material transportado o el propio vehículo de transporte. El desnivel máximo de irregularidades en la superficie es de 30 cm, y en rectas de 30 m, el desnivel máximo debe ser menor de 28 cm de acuerdo con la siguiente imagen.

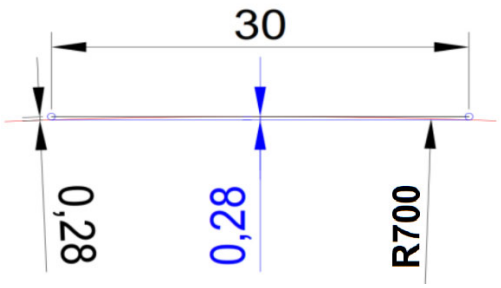


Ilustración 3. Tolerancia irregularidades del suelo.

El talud de desmonte se proyecta 1:1 (H:V) y el talud de terraplén que se contempla en este proyecto es 3H:2V, y con aristas redondeadas de radio 2 m.

Las alineaciones de cada uno de los viales del parque y los perfiles longitudinales de los mismos pueden apreciarse en los planos "2.3 Planta y perfil".

En la siguiente imagen se muestran cada uno de los viales diseñados para este parque eólico.

2.2. Zonas de giro

Se denominan zonas de giro a aquellas maniobras diseñadas para cambiar el sentido de la marcha de los vehículos que acceden al parque, principalmente los camiones que llevan las palas de los aerogeneradores.

Por ello se han diseñado 1 tipo de zona de giro que es:

- Maniobra de movimiento con pala descargada: en la que una vez descargada la pala y recogida la extensión del camión de transporte requiere menor superficie y menores radios de giro.

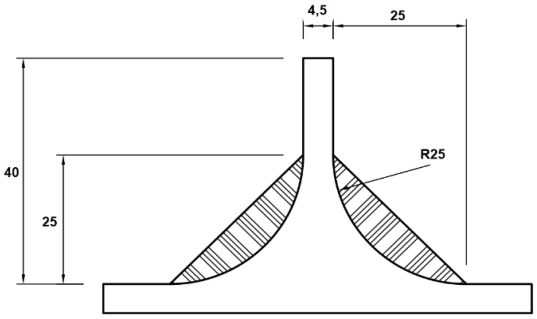


Ilustración 4. Maniobra con pala descargada.

A continuación, se muestra una imagen de las distintas zonas de giro que se han diseñado para este parque y las alineaciones de cada una de estas zonas y sus perfiles longitudinales apreciarse en los planos.

2.3. Zonas de cruce

Se disponen 2 tipos de zonas de cruces.

- Intersecciones en enlace: enlazando dos ejes de viales.
- Intersecciones en T: se realizan para realizar las maniobras de cambios de dirección del vehículo de transporte, tanto si va cargado (radio de 70m de giro) como descargado (radio de 25 m) asegurando que haya espacio suficiente libre de obstáculos a los lados de la intersección.

3. Trazado en planta

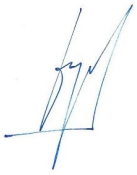
En este apartado procederemos a mostrar las diferentes alineaciones en planta que constituyen cada uno de los ejes que se han diseñado para el presente parque eólico. Para ello se incluirán una serie de tablas que muestren los parámetros de cada uno de estos viales.

Todas estas alineaciones están representadas en los planos.

Tipo	P.K. inicio	P.K. fin	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Longitud
Line	0+0.00m	0+70.60m	750.550,16	4.059.271,96	345.185g		70.599m
Arc	0+70.60m	0+87.63m	750.532,11	4.059.340,21		120.000m	17.034m
Line	0+87.63m	0+615.82m	750.528,94	4.059.356,93	353.318g		528.190m
Arc	0+615.82m	0+783.93m	750.467,48	4.059.881,54		120.000m	168.108m
Line	0+783.93m	0+927.63m	750.552,75	4.060.010,61	73.584g		143.704m
Arc	0+927.63m	0+952.07m	750.690,60	4.060.051,22		60.024m	24.438m
Line	0+952.07m	0+1008.50m	750.714,78	4.060.053,23	96.911g		56.429m
Arc	0+1008.50m	0+1033.19m	750.770,80	4.060.046,44		70.000m	24.688m
Line	0+1033.19m	0+1240.00m	750.794,29	4.060.039,25	117.118g		206.810m

Córdoba, Noviembre de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Anejo 6: Movimiento de tierras

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad " en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

2. TABLA DE RESULTADOS 3

1. Introducción

El objeto del presente documento es mostrar los resultados de los movimientos de tierras obtenidos a partir de los volúmenes de excavación y terraplén de las cimentaciones de los aerogeneradores, plataformas, red de viales internos y accesos.

2. Tabla de resultados

A continuación, se muestra una tabla resumen con los resultados obtenidos para los movimientos de tierra antes descritos separados en entronque, viales internos, zonas, plataformas y campas.

P.K.	Área de desmonte (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen reutilizable (m3)	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumul. (m3)	Vol. reutilizable acumul. (m3)	Vol. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
0+000.000	3,77	0	0	0	0	0	0	0	0
0+020.000	5,89	96,61	96,61	0,13	1,31	96,61	96,61	1,31	95,3
0+040.000	4,18	100,74	100,74	0	1,31	197,35	197,35	2,62	194,74
0+060.000	2,78	69,65	69,65	0,06	0,65	267	267	3,26	263,74
0+080.000	5,07	77,46	77,46	0	0,66	344,46	344,46	3,92	340,54
0+100.000	0,23	52,29	52,29	0,26	2,56	396,75	396,75	6,48	390,26
0+120.000	1,13	13,56	13,56	0	2,55	410,31	410,31	9,04	401,27
0+140.000	3,18	43,07	43,07	0	0	453,39	453,39	9,04	444,35
0+160.000	3,31	64,94	64,94	0	0	518,33	518,33	9,04	509,29
0+180.000	0,02	33,35	33,35	0,48	4,76	551,67	551,67	13,8	537,88
0+200.000	0	0,23	0,23	1,52	20	551,9	551,9	33,8	518,1
0+220.000	0	0	0	2,23	37,57	551,9	551,9	71,36	480,54
0+240.000	0,01	0,06	0,06	0,55	27,78	551,96	551,96	99,14	452,82
0+260.000	1,34	13,43	13,43	0	5,45	565,38	565,38	104,6	460,79
0+280.000	6,53	78,68	78,68	0	0	644,06	644,06	104,6	539,47
0+300.000	6	125,32	125,32	0	0	769,38	769,38	104,6	664,78
0+320.000	7,17	131,67	131,67	0	0	901,05	901,05	104,6	796,45
0+340.000	8,11	152,71	152,71	0	0	1053,76	1053,76	104,6	949,17
0+360.000	6,16	142,64	142,64	0	0	1196,4	1196,4	104,6	1091,81
0+380.000	5,04	111,96	111,96	0	0	1308,37	1308,37	104,6	1203,77
0+400.000	1,68	67,16	67,16	0	0	1375,53	1375,53	104,6	1270,93
0+420.000	2,37	40,53	40,53	0	0	1416,06	1416,06	104,6	1311,46
0+440.000	3	53,75	53,75	0	0	1469,8	1469,8	104,6	1365,2
0+460.000	1,75	47,5	47,5	0	0	1517,3	1517,3	104,6	1412,7
0+480.000	0,42	21,66	21,66	0,12	1,2	1538,96	1538,96	105,8	1433,16
0+500.000	0	4,17	4,17	1,26	13,78	1543,14	1543,14	119,58	1423,56
0+520.000	0	0	0	1,28	25,36	1543,14	1543,14	144,94	1398,2
0+540.000	0	0	0	2,48	37,57	1543,14	1543,14	182,51	1360,63
0+560.000	0	0	0	3,61	60,85	1543,14	1543,14	243,36	1299,77

P.K.	Área de desmonte (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen reutilizable (m3)	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumul. (m3)	Vol. reutilizable acumul. (m3)	Vol. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
0+580.000	0,17	1,72	1,72	0,04	36,45	1544,86	1544,86	279,81	1265,05
0+600.000	0,14	3,09	3,09	1,5	15,38	1547,94	1547,94	295,19	1252,75
0+620.000	9,66	97,26	97,26	0	15,06	1645,2	1645,2	310,25	1334,95
0+640.000	8,75	176,73	176,73	0,01	0,08	1821,94	1821,94	310,33	1511,6
0+660.000	9,78	176,73	176,73	0,31	3,23	1998,66	1998,66	313,56	1685,1
0+680.000	9,19	180,96	180,96	0	3,15	2179,62	2179,62	316,71	1862,92
0+700.000	3,89	124,9	124,9	0,71	7,24	2304,52	2304,52	323,95	1980,57
0+720.000	1,86	54,92	54,92	0	7,24	2359,44	2359,44	331,19	2028,25
0+740.000	5,55	72,24	72,24	0	0	2431,68	2431,68	331,19	2100,48
0+760.000	5,58	109,1	109,1	0	0	2540,77	2540,77	331,19	2209,58
0+780.000	5,6	109,63	109,63	0	0	2650,4	2650,4	331,19	2319,21
0+800.000	3,49	90,69	90,69	0	0	2741,09	2741,09	331,19	2409,89
0+820.000	3,49	69,82	69,82	0	0	2810,9	2810,9	331,19	2479,71
0+840.000	3,49	69,82	69,82	0	0	2880,73	2880,73	331,19	2549,53
0+860.000	3,49	69,81	69,81	0	0	2950,54	2950,54	331,19	2619,34
0+880.000	2,71	61,98	61,98	0	0	3012,51	3012,51	331,19	2681,32
0+900.000	9,51	122,18	122,18	0	0	3134,69	3134,69	331,19	2803,5
0+920.000	6,22	157,27	157,27	0	0	3291,96	3291,96	331,19	2960,77
0+940.000	3,4	97,16	97,16	0	0	3389,12	3389,12	331,19	3057,93
0+960.000	0,06	35,16	35,16	1,21	11,99	3424,28	3424,28	343,18	3081,1
0+980.000	0	0,65	0,65	2,92	41,34	3424,93	3424,93	384,53	3040,4
1+000.000	0	0	0	7,02	99,42	3424,93	3424,93	483,95	2940,98
1+020.000	0	0	0	14,31	209,85	3424,93	3424,93	693,8	2731,13
1+040.000	0	0	0	29,58	407,78	3424,93	3424,93	1101,57	2323,36
1+060.000	0	0	0	27,19	567,72	3424,93	3424,93	1669,29	1755,64
1+080.000	0,78	7,76	7,76	13,98	411,7	3432,69	3432,69	2080,99	1351,7
1+100.000	5,86	66,41	66,41	2,9	168,79	3499,1	3499,1	2249,79	1249,31
1+120.000	11,88	177,48	177,48	2,19	50,87	3676,58	3676,58	2300,66	1375,92
1+140.000	82,61	944,96	944,96	1,12	33,05	4621,54	4621,54	2333,72	2287,82
1+160.000	78,3	1609,13	1609,13	16,93	180,44	6230,67	6230,67	2514,15	3716,52
1+180.000	90,36	1686,64	1686,64	10,75	276,75	7917,31	7917,31	2790,9	5126,41
1+200.000	98,42	1887,84	1887,84	3,89	146,39	9805,15	9805,15	2937,29	6867,86
1+220.000	36,74	1351,6	1351,6	0	38,9	11156,75	11156,75	2976,2	8180,55
1+240.000	31,91	686,46	686,46	0	0	11843,21	11843,21	2976,2	8867,01

Anejo 7: Justificación de la sección de firme

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV " Cumbre Abad " en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

2. SECCIONES DE FIRME 3

2.1. FIRMES PENDIENTES <10% 3
2.2. FIRMES PENDIENTES >10% 4
2.3. EXPLANADA 4

3. RESUMEN SECCIONES DE FIRME 5

4. MEDICIONES DE FIRME DE VIALES 5

1. Introducción

El objetivo del presente documento es definir las características de los viales que componen el parque eólico objeto de estudio. Este parque sitúa su aerogenerador en el término municipal de El Puerto de Santa María, provincia de Cádiz, mientras que la evacuación y el resto de las infraestructuras están ubicadas en los términos municipales de El Puerto de Santa María y Jerez de la Frontera, provincia de Cádiz.

2. Secciones de firme

En general, los vehículos de transporte podrán circular por pendientes de hasta un 8% en línea recta, en sentido de la marcha y en buenas condiciones climáticas y de condiciones del firme. Excepcionalmente puede llegarse al 14% pero teniendo en cuenta que pendientes superiores a 8% pueden requerir de un vehículo extra de remolque o empuje, y que pendientes superiores a 10% requieren de sobreanchos en curvas y hormigonar la superficie para conseguir una óptima adherencia y tracción.

2.1. Firmes pendientes <10%

En cuanto al paquete de firme este se ejecutará como norma general mediante una capa subbase de 25 cm de espesor de material granular + capa base de 15 cm de zahorra artificial. Además, en zonas de terraplén se dispondrán 35 cm de tierra vegetal.

Las zahorras cumplirán las prescripciones que figuran en el artículo 510 del PG3:

- Capacidad portante base y sub-base: ensayo de placa de carga estática para una presión en superficie de 12T por eje, será de Ev2 ≥ 100 MN/m² y Ev2/Ev1 ≤ 2.3.
- Capacidad portante base y sub-base: ensayo de placa de carga estática para una presión en superficie de 20T por eje será de Ev2 ≥ 120 MN/m² y Ev2/Ev1 ≤ 2.2.

El nivel de compactación de la capa de base se corresponderá con una densidad seca no inferior al 98% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor modificado. La capacidad portante mínima del terreno será de 180 kN/m².

El nivel de compactación de la subbase se corresponderá con una densidad seca no inferior al 95% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor modificado.

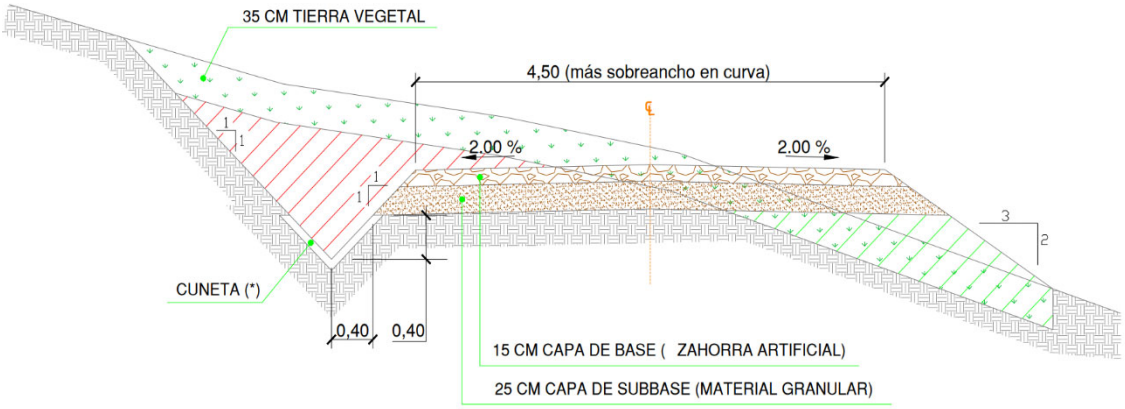


Ilustración 1. Sección tipo viales para pendientes <10%

2.2. Firmes pendientes >10%

La capa de rodadura cumplirá con las especificaciones que figuran en el artículo 550 del PG-3. Corresponde con un firme de hormigón HF-3,5 con una resistencia de 3.5 MPa. El acabado superficial asegurará la adherencia de los vehículos.

El nivel de compactación de la subbase se corresponderá con una densidad seca no inferior al 95% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor modificado.

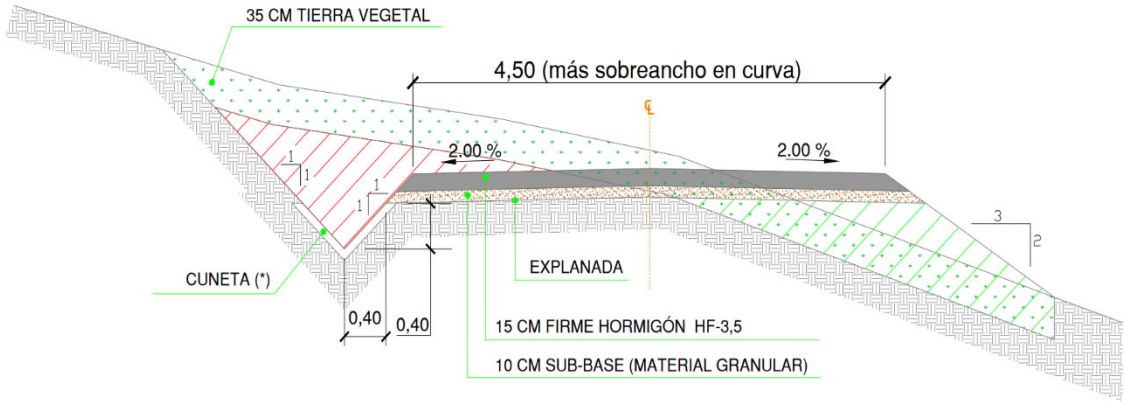


Ilustración 2. Sección tipo viales para pendientes >10%

2.3. Explanada

Los materiales para el terraplén serán los correspondientes a los de uso en cada una de sus zonas teniendo en cuenta el artículo 330 del PG3. El material para terraplén procedente de la excavación será no marginal y deberá cumplir con las siguientes características:

- Capacidad portante explanada: ensayo de placa de carga estática Ev2 ≥ 50 MN/m². Y Ev2/Ev1 ≤ 2.3, independientemente del contenido en sales y granulometría.

En ampliación de caminos existentes, en ningún caso será apto para terraplén material marginal.

El terraplén será ejecutado con material granular procedente de la excavación o de préstamo, pero en ningún caso se podrá utilizar zahorra reciclada, que contenga impurezas y/o elementos punzantes y/o metales que puedan dañar los vehículos, siendo los costes de los daños por cuenta del contratista.

En caso que la coronación de la explanada existiese roca, únicamente se ejecutará el paquete de firme. El material de relleno se extenderá en tongadas de 30 cm. El nivel de compactación se corresponderá con una densidad seca no inferior al 95% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor Modificado.

Con los viales diseñados se garantiza el tránsito rodado y el acceso a todos los aerogeneradores.

La longitud total de viales proyectada es de 1.240,00 m.

3. Resumen secciones de firme

A continuación se muestra una tabla en la que se indica el tipo de sección a aplicar en cada vial.

VIAL	PK INICIAL	PK FINAL	SECCIÓN TIPO
Eje	0+000,00	1+240,00	VIAL PRIMARIO

4. Mediciones de firme de viales

Vial interno	V. Suelo seleccionado	Zahorra artificial
Eje	1635,82 m3	1508,19 m3

Anejo 8: Estudio de Seguridad y Salud

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV “Cumbre Abad” en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

MEMORIA 7

1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 8

1.1. DATOS GENERALES 8

1.1.1. Datos del proyecto 8

1.1.2. Promotor 8

1.1.3. Proyectista 8

1.1.4. Coordinador de seguridad y salud en proyecto 8

1.1.5. Normas de seguridad aplicables 9

1.1.6. Obligaciones en Materia de Seguridad y Salud 11

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA 13

1.2.1. Descripción de la obra 13

1.2.2. Centros asistenciales más próximos 13

1.2.3. Acceso a la obra y vallado 15

1.2.4. Personal en obra y duración de la obra 15

1.3. ALCANCE 15

1.4. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 16

1.5. SEGUROS 17

2. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES 17

2.1. FORMACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES 17

2.1.1. Charla de seguridad y primeros auxilios para el personal de ingreso en obra 17

2.1.2. Charla sobre riesgos específicos 18

2.2. DOCUMENTACIÓN A DISPOSICIÓN DEL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 18

2.3. RECONOCIMIENTO MÉDICO DE LOS TRABAJADORES 18

2.4. ACCIDENTES IN ITINERE 19

2.5. PRIMEROS AUXILIOS 19

2.6. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD 19
2.7. PROTECCIÓN DE LOS MENORES 19
2.8. SEGURO DE RIESGOS LABORALES 20
3. DISPOSICIONES FACULTATIVAS 20
3.1. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA 20
3.2. INFORMACIÓN Y FORMACIÓN 21
3.3. ACCIDENTE LABORAL 21
3.3.1. Actuaciones 21
3.3.2. Comunicaciones 22
3.3.3. Actuaciones administrativas 22
3.4. APROBACIÓN DE CERTIFICACIONES 23
3.5. PRECIOS CONTRADICTORIOS 23
3.6. LIBRO DE INCIDENCIAS 23
3.7. LIBRO DE ORDENES 24
3.8. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES 24
3.9. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS 24
3.10. DOCUMENTACIÓN 25
4. DISPOSICIONES TÉCNICAS 25
4.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBERÁN APLICARSE EN LAS OBRAS 25
4.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN 25
4.2.1. Equipos de protección individual (EPIs) 25
4.2.2. Equipos de protección colectiva 27
4.3. SEÑALIZACIÓN 28
4.3.1. Señalización de riesgos en el trabajo 28
4.3.2. Señalización vial 28
4.3.3. Características técnicas 28
4.3.4. Montaje de las señales 28

4.3.5. Protecciones durante la colocación de la señalización 29

4.4. ÚTILES Y HERRAMIENTAS PORTÁTILES 29

4.5. MAQUINARIA 29

4.6. INSTALACIONES PROVISIONALES 30

4.6.1. Instalación eléctrica 30

4.6.2. Servicios de higiene y bienestar en obra 32

5. DISPOSICIONES ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS 32

6. PROCESO ANÁLISIS DE RIESGOS 33

7. ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO 34

7.1. ACTIVIDADES PRINCIPALES 34

7.2. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO 35

7.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD 35

7.4. MOVIMIENTOS DE TIERRAS 36

7.4.1. Normas de seguridad 36

7.4.2. Identificación de riesgos 39

7.4.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs 40

7.5. CIMENTACIONES 41

7.5.1. Normas de seguridad 42

7.5.2. Identificación de riesgos 42

7.5.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs 43

7.6. MONTAJE AEROGENERADORES 44

7.6.1. Normas de seguridad 44

7.6.2. Identificación de riesgos 46

7.6.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs 46

7.7. MONTAJE DE AEROGENERADORES 47

7.7.1. Normas de seguridad 47

7.7.2. Identificación de riesgos 48

7.7.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs 48

7.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA 48

7.8.1. Normas de seguridad 49

7.8.2. Identificación de riesgos 51

7.8.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs 52

7.9. PUESTA EN MARCHA 52

7.9.1. Normas de seguridad 52

7.9.2. Identificación de riesgos 53

7.9.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs 53

8. ANÁLISIS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS 54

8.1. MÁQUINAS Y EQUIPOS 54

8.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y SALUD 56

8.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN 57

8.4. MAQUINARIA 58

8.4.1. Bulldozer 58

8.4.2. Retroexcavadora 58

8.4.3. Apisonadora 60

8.4.4. Bañera y camión volquete 61

8.4.5. Camión hormigonera 62

8.4.6. Camión grúa y camión con pluma 63

8.4.7. Dumper 64

8.4.8. Autohormigonera 65

8.4.9. Zanjadora 65

8.4.10. Maquina hincapostes 67

8.5. EQUIPOS 69

8.5.1. Compresor neumático 69

8.5.2. Martillo neumático 69

8.5.3. Sierra circular portátil 70

8.5.4. Instalación eléctrica auxiliar 70

8.5.5. Escaleras manuales 73

8.5.6. Andamios y plataformas de trabajo 75

8.5.7. Estrobos, cables y cuerdas 76

8.6. INSTALACIONES PROVISIONALES 76

PLIEGO DE CONDICIONES 78

1. LEGISLACIÓN 79

2. CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA 80

3. CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 81

4. SEÑALIZACIÓN DE OBRA 81

5. EQUIPOS DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS 82

6. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES 82

7. ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL 83

8. COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE 84

9. SEGURIDAD DE LA OBRA 84

10. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 85

11. OBLIGACIONES DE CADA CONTRATISTA ADJUDICATARIO EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD 86

12. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 86

13. LIBRO DE INCIDENCIAS 87

14. SEGURIDAD DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y PATRONAL 88

15. SUBCONTRATACIÓN 88

PRESUPUESTO 90

PLANOS 94

Memoria

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

1. Objeto del estudio de seguridad y salud

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es establecer las directrices generales encaminadas a disminuir, en la medida de lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, durante la ejecución de las obras de la instalación hibrida "PE-IFV Cumbre Abad" en el término municipal de El Puerto de Santa María (Cádiz).

El presente Estudio de Seguridad y Salud se ha elaborado en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. También se ha dado cumplimiento al Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

1.1. Datos generales

1.1.1. Datos del proyecto

- Título: Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz).
- Situación: El Puerto de Santa María (Cádiz).
- Presupuesto Ejecución (Según Proyecto): 10.334.065,17 €

1.1.2. Promotor

- Nombre: Bogaris PV33, S.L.
- C.I.F.: B-90409558
- Dirección: Avda Charles Darwin S/N, Pabellón Monorraíl, 41092, Sevilla, España.

1.1.3. Proyectista

- Proyectista: Manuel Cañas Mayordomo
- Titulación: Ingeniero Agrónomo
- Proyectista: Daniel Correro Cabrera
- Titulación: Ingeniero Industrial
- Empresa: Ingnova Enterprise S.L.
- Dirección: C/ Tomas de Aquino, 14 (Local), Córdoba (C.P: 14004)
- CIF: B-56006984

1.1.4. Coordinador de seguridad y salud en proyecto

- Coordinador de seguridad y salud: Manuel Cañas Mayordomo
- Titulación: Ingeniero Agrónomo

- Coordinador de seguridad y salud: Daniel Correro Cabrera
- Titulación: Ingeniero Industrial
- Empresa: Ingnova Enterprise S.L.
- Dirección: C/ Tomas de Aquino, 14 (Local), Córdoba (C.P: 14004)
- CIF: B-56006984

1.1.5. Normas de seguridad aplicables

Las normativas indicadas en este punto serán de obligado cumplimiento durante la ejecución del Proyecto:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, De 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el 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.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo en los puntos no derogados (O.M. 09/03/1971)
- Orden de 28 de agosto de 1979 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica en los puntos no derogados.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril Seguridad y Salud en los locales de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril Manipulación manual de cargas.

- R.D. 773/1997 de 30 de mayo Utilización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 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.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 5/2000 de 4 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- R.D. 2001/1983 sobre regulación de jornadas de trabajo especiales y descansos.
- R.D. 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas
- R.D. 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debido a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 2486/1994 de 23 de diciembre modifica el R.D. 1495/1991 sobre recipientes a presión simples.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero las modificaciones del R.D. 1435/1992 de aproximación de las legislaciones sobre los equipos de protección individual.
- Resolución de 10 de septiembre de 1998 que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- Resolución de 16 de junio de 1998 por el que se desarrolla el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Orden de 29 de abril de 1999, modifica Orden de 6 de mayo de 1988 sobre requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Resolución de 8 de abril de 1999 sobre delegación de Facultades en materia de Seguridad y salud en las obras de construcción. (complementa al R.D. 1627/1997).

- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.

- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de Productos Industriales.

- Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial.

- Real Decreto 222/2001 por el que se dictan las disposiciones de aplicación a la Directiva 1999/36/CE relativa a equipos a presión transportables.

- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10

- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- Ley 33/2002 de 5 de julio de modificación del art. 28 del texto refundido de la Ley del estatuto de los trabajadores.

- Orden 06-06-2003, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.

1.1.6. Obligaciones en Materia de Seguridad y Salud

- El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre se ocupa de las obligaciones del Promotor, reflejadas en los Artículos 3 y 4; Contratista, en los Artículos 7, 11, 15 y 16; Subcontratistas, en el Artículo 11, 15 y 16 y Trabajadores Autónomos en el Artículo 12.

- El autor del encargo adoptará las medidas necesarias para que el Estudio de Seguridad y Salud quede incluido como documento integrante del Proyecto de Ejecución de Obra. Dicho Estudio de Seguridad y Salud será visado en el Colegio profesional correspondiente.

- Asimismo, se abonará al Contratista o Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, las partidas incluidas en el documento Presupuesto del Plan de Seguridad y Salud. Si se implantasen elementos de seguridad no incluidos en el Presupuesto, durante la realización de la obra, éstos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

- El Promotor vendrá obligado a abonar al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra los honorarios devengados en concepto de aprobación

del Plan de Seguridad y Salud, así como los de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

- El Real Decreto 1627/1997 indica que cada contratista debe elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- El Plan de Seguridad y Salud que analice, estudie, desarrolle y complemente este Estudio de Seguridad y Salud constará de los mismos apartados, así como la adopción expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el Pliego de Condiciones. Las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrán implicar disminución del importe total ni de los niveles de protección. La aprobación expresa del Plan quedará plasmada en acta firmada por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y el representante de la empresa constructora con facultades legales suficientes o por el propietario con idéntica calificación legal.
- La Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas o empleados.
- Parar aplicar los principios de la acción preventiva, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un Servicio de Prevención o concertará dicho servicio a una entidad especializada ajena a la Empresa.
- La definición de estos Servicios, así como la dependencia de determinar una de las opciones que hemos indicado para su desarrollo, está regulado en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95 en sus artículos 30 y 31, así como en la Orden del 27 de junio de 1997 y Real Decreto 39/1997 de 17 de enero.
- El incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a las responsabilidades que están reguladas en el artículo 42 de dicha Ley.
- El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación establecida en el Artículo 23 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- El empresario deberá consultar a los trabajadores la adopción de las decisiones relacionadas en el Artículo 33 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- La obligación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos está regulada en el Artículo 29 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Los trabajadores estarán representados por los Delegados de Prevención ateniéndose a los Artículos 35 y 36 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Se deberá constituir un Comité de Seguridad y Salud según se dispone en los Artículos 38 y 39 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

1.2. Características de la obra

1.2.1. Descripción de la obra

La Instalación Hibrida renovable "PE-IFV Clavel" se localiza en el término municipal de El Puerto de Santa María (Cádiz). El fin de la instalación es la generación de energía eléctrica e inyección a la red en el nudo de distribución SET Areasur 15 kV.

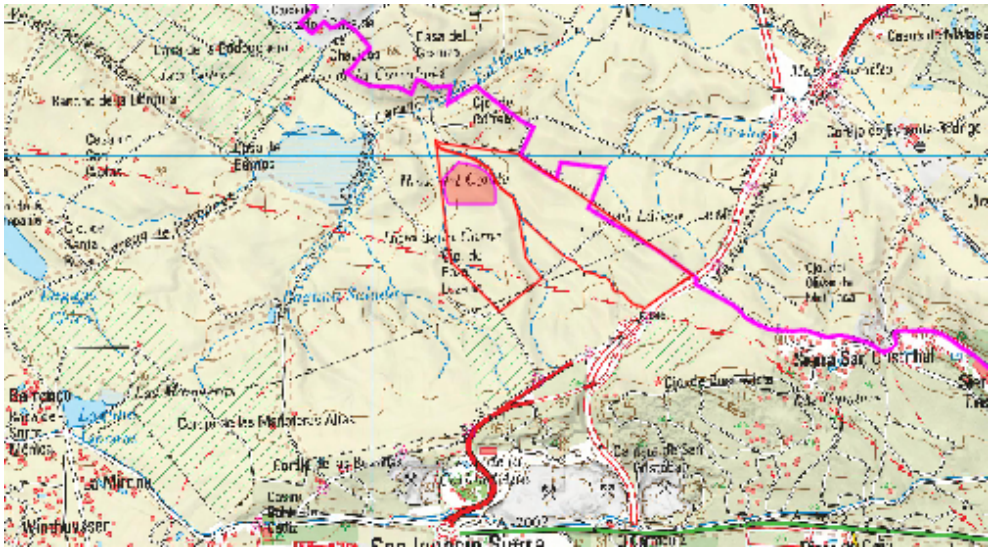


Ilustración 1. Situación instalación híbrida renovable "PE-IFV Cumbre Abad"

Las coordenadas del centro geométrico de las instalaciones son las siguientes:

Instalación	Coordenadas UTM Huso 29	
	X	Y
Instalación fotovoltaica	750.660	4.059.803
Aerogenerador WTG01	750.886	4.059.875

Tabla 1. Coordenadas del emplazamiento

Las parcelas catastrales donde se localizan las instalaciones son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (m^2)	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	9	3	548.282	11027A00900003
El Puerto de Santa María	9	7	443.366	11027A00900007

Tabla 2. Datos catastrales

1.2.2. Centros asistenciales más próximos

El mapa sanitario de la provincia de Cádiz está compuesto por diferentes zonas básicas de salud.

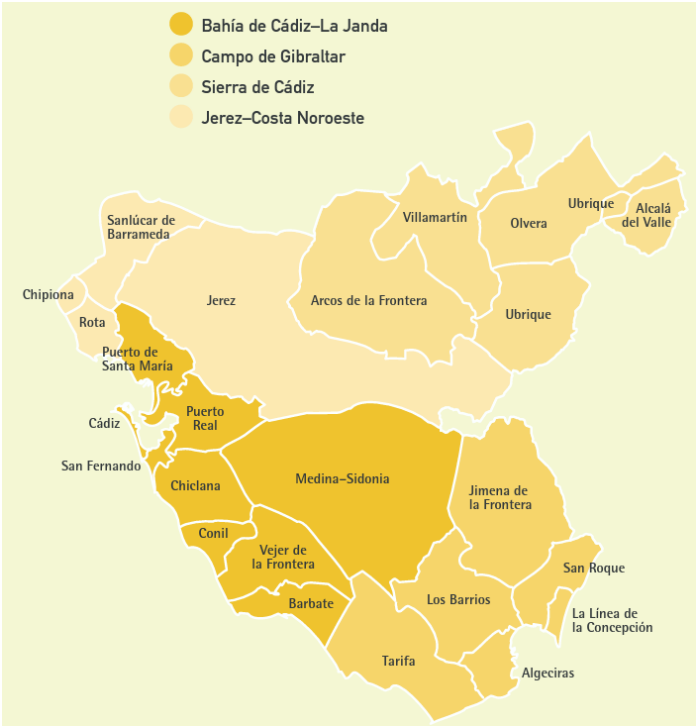


Ilustración 2. Mapa sanitario Cádiz

El municipio del proyecto pertenece a la zona básica El Puerto de Santa María.

En la tabla de abajo se detallan las principales características de los centros de salud de la zona de actuación:

Zona básica	Nombre	Dirección	Teléfono/Fax
El Puerto de Santa María	Centro Salud Pinillo Chico	Pl. Tula Ruiz Golluri, s/n, 11500	956 012 007
El Puerto de Santa María	Hospital General Santa María del Puerto	C. Valdés, S/N, 11500	956 017 000
El Puerto de Santa María	Servicio Andaluz de Salud	C. Manuel Álvarez, 0, 11500	956 818 510

Tabla 3. Centros de salud

Adicionalmente, en la tabla de abajo se muestran los contactos de interés (Ayuntamiento y Policía Local) del municipio:

Servicio	Municipio	Dirección	Teléfono
Ayuntamiento	El Puerto de Santa María	Pl. Isaac Peral, 4, 11500	956 862 367
Policía local	El Puerto de Santa María	Gta. Miguel Pozo Muñoz, s/n, 11500	956 542 467

Tabla 4. Servicios de interés

1.2.3. Acceso a la obra y vallado

Con antelación al inicio de los trabajos, se dispondrá el vallado perimetral provisional del recinto de obras, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso a la misma.

El acceso a la obra se realizará por las zonas de paso establecidas. Se considerarán las siguientes medidas de protección para minimizar el riesgo a las personas que transiten en las inmediaciones de la obra:

- Montaje de vallas metálicas separando la zona de obra de la zona de tránsito.
- Colocación de barreras, barandillas o medios alternativos para guiar a los trabajadores cuando deban atravesar lugares peligrosos (riesgo de caída, presencia de energía eléctrica, etc.).
- Disposición de vías de evacuación efectivas que permitan a los trabajadores salir de la obra rápidamente y de forma segura de ser necesario.

Los accesos de materiales y para el personal, estarán debidamente señalizados. En dichos accesos, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra. Esta acción de colocación de señales se debe realizar previa al inicio de los trabajos en la obra acondicionando los accesos con señalizaciones del tipo:

- Prohibido el paso de toda persona ajena a la obra.
- Prohibido fumar y encender fuego.
- Protección obligatoria de la cabeza.

1.2.4. Personal en obra y duración de la obra

La duración estimada de la obra es de 9 meses, con una presencia permanente de 25 trabajadores.

1.3. Alcance

El presente Estudio de Seguridad y Salud será de aplicación a todas las obras necesarias para la construcción del Parque Hibrido revovable objeto del Proyecto. Entre otras, estas incluyen la obra civil, el montaje de los módulos fotovoltaicos, montaje de los aerogeneradores, inversores, centros de transformación, y líneas de eléctricas, de control y de comunicaciones, y en general, todas las demás tareas necesarias para su puesta en funcionamiento.

Lo estipulado en este Estudio de Seguridad y Salud alcanza a todos los trabajos a realizar tanto por el Contratista principal, como por los subcontratistas, es de obligado cumplimiento para todas las personas de las diferentes organizaciones que intervengan durante la ejecución del Proyecto.

En concreto, trata lo siguiente sobre la Seguridad y Salud durante la ejecución del Proyecto:

- Exponer las obligaciones en materia de Seguridad y Salud en el trabajo del Contratista adjudicatario del Proyecto.
- Concretar la calidad de la prevención decidida.
- Exponer las normas preventivas de obligado cumplimiento en los casos determinados por el Proyecto de Ejecución.
- Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la prevención que se prevé utilizar con el fin de garantizar su éxito.
- Definir las formas de efectuar el control de la prevención durante la ejecución del Proyecto.
- Establecer un determinado programa formativo en materia de Seguridad y Salud que sirva para implantar con éxito la prevención diseñada.

Todo lo anterior se establece con el objetivo final de conseguir que la ejecución del Proyecto resulte sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de Seguridad y Salud.

1.4. Coordinador de seguridad y salud

Esta figura de la seguridad y salud fue creada mediante los Artículos 3, 4, 5 y 6 de la Directiva 92/57 C.E.E. -Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a las obras de construcciones temporales o móviles-. El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre transpone a nuestro Derecho Nacional esta normativa incluyendo en su ámbito de aplicación cualquier obra pública o privada en la que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.

En el Artículo 3 del Real Decreto 1627/1997 se regula la figura de los Coordinadores en materia de seguridad y salud.

En el Artículo 8 del Real Decreto 1627/1997 refleja los principios generales aplicables al proyecto de obra.

De acuerdo con el artículo 3 del Real Decreto 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución del Proyecto.

Aquellos contratistas que intervengan en la ejecución de la obra, cuyos trabajos o suministros entren en los supuestos contemplados en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, quedarán obligados a la redacción de un Plan de Seguridad en consonancia con el presente Estudio de Seguridad y Salud y con lo previsto en dicho Real Decreto, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio y en función de su propio sistema de ejecución de obra.

Los Planes de Seguridad y Salud, que estarán sujetos a su aprobación por el Coordinador de Seguridad de la Obra, serán los documentos de referencia en cuanto a la aplicación específica de las medidas de prevención, seguridad y salud en cada uno de los trabajos contemplados en el Proyecto de Ejecución. Durante la ejecución del Proyecto se deberán aplicar, en todo momento, los principios de la acción preventiva.

1.5. Seguros

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura de responsabilidad civil profesional. De igual modo, el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a personas de las que debe responder; se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El Contratista viene obligado a la contratación de su cargo en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación de un período de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

2. Prevención de riesgos laborales

2.1. Formación en materia de prevención de riesgos laborales

Antes de comenzar la ejecución del Proyecto, los trabajadores deberán estar informados de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, de las técnicas preventivas, y se deberá promover la cultura de seguridad laboral.

Para la divulgación de la formación en materia de prevención de riesgos laborales, además de los sistemas de divulgación escrita, tales como folletos o carteles, ocuparán un lugar primordial las charlas.

2.1.1. Charla de seguridad y primeros auxilios para el personal de ingreso en obra

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, deberá asistir a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas de prevención, de las normas de seguridad de obligado cumplimiento y de nociones básicas de primeros auxilios.

Se prevé que al comienzo de los trabajos el Jefe de Obra o el responsable de seguridad, imparta una charla de prevención a la que deberán asistir todos los trabajadores, a fin de tratar los temas siguientes:

- Características de la obra.
- Métodos y procedimientos previstos.
- Protecciones colectivas y EPIs.

- Resumen del Plan de Seguridad y Salud.
- Actuaciones en caso de incidente o accidente.

2.1.2. Charla sobre riesgos específicos

Las charlas sobre riesgos específicos estarán dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos, en función de las actividades que desarrollen. Estas charlas serán impartidas por los responsables directos de los trabajos o por los responsables de seguridad de la obra.

Si sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas tareas o fases de trabajo no contempladas previamente, se deberá programar las charlas específicas, impartidas por el responsable de seguridad, encaminadas a dar la formación necesaria.

2.2. Documentación a disposición del coordinador de seguridad y salud

La siguiente documentación deberá estar en todo momento disponible en obra y a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud:

- Plan de Seguridad y Salud aprobado.
- Modelos TC1 y TC2 de la Seguridad Social.
- Comunicación apertura del centro de trabajo.
- Seguro de Responsabilidad Civil.
- Reconocimientos médicos.
- Certificados de maquinaria.
- Acreditación de formación e información en materia de prevención de riesgos laborales.
- Registro de entrega de Equipos de Protección Individual (EPIs).
- Libro de Incidencias, que constará de hojas por duplicado, para el control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud por parte de la Inspección de Seguridad y Salud en el trabajo, según lo dispuesto en el artículo 13 del Real Decreto 1627/1997.

2.3. Reconocimiento médico de los trabajadores

Tal como se establece en la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Proyecto pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

2.4. Accidentes In Itinere

Se deberá concienciar a todos los operarios que participen en la ejecución de este Proyecto, de la necesidad de cumplir la legislación vigente en materia vial, así como de circular a una velocidad moderada y ajustada a las condiciones meteorológicas y al estado de la carretera.

Todos los vehículos utilizados deberán haber pasado las correspondientes revisiones indiciadas por el fabricante, presentando un buen estado de conservación.

2.5. Primeros auxilios

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada en obra por personal capacitado haciendo uso de un botiquín de primeros auxilios, y en segunda instancia por los servicios médicos de la mutua laboral concertada por el Contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera, por los servicios de urgencia de los hospitales públicos o privados más próximos.

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente lo consumido. El contenido mínimo será el exigido por la ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación y de un botiquín. Además, todo el personal deberá tener unos conocimientos básicos de primeros auxilios.

Se dispondrá en obra de una nota escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, con una relación de las direcciones y teléfonos de los hospitales más cercanos, tal como indica el apartado A3 del Anexo VI del Real Decreto 486/1997.

2.6. Protección de la maternidad

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

2.7. Protección de los menores

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

2.8. Seguro de riesgos laborales

El Contratista acreditará que tiene contratada y en vigencia una póliza de seguro de riesgos laborales que cubra los accidentes laborales y las enfermedades profesionales que puedan ocurrir durante la ejecución del Proyecto.

3. Disposiciones facultativas

3.1. Obligaciones del contratista

El Contratista, con la ayuda de colaboradores, deberá cumplir y hacer cumplir las siguientes obligaciones en materia de Seguridad y Salud:

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente.
- Transmitir las consideraciones en materia de seguridad y prevención a todos los trabajadores propios, a las empresas subcontratistas y los trabajadores autónomos de la obra, y hacerla cumplir con las condiciones expresadas en los documentos de la Memoria y Pliego.
- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual especificados en la Memoria, para que puedan utilizarse de forma inmediata y eficaz.
- Montar a su debido tiempo todas las protecciones colectivas establecidas, mantenerlas en buen estado, cambiarlas de posición y retirarlas solo cuando no sea necesaria.
- Montar a tiempo las instalaciones provisionales para los trabajadores, mantenerles en buen estado de confort y limpieza, hacer las reposiciones de material fungible y la retirada definitiva. Estas instalaciones podrán ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de si son trabajadores propios, subcontratistas o autónomos.
- Establecer un riguroso control y seguimiento en obra de aquellos trabajadores menores de 18 años.
- Observar una vigilancia especial con aquellas mujeres embarazadas que trabajen en obra.
- Cumplir lo expresado en el apartado actuaciones en caso de accidente laboral.
- Informar inmediatamente a la Dirección de Obra de los accidentes, tal como se indica en el apartado comunicaciones en caso de accidente laboral.
- Disponer en la obra de un acopio suficiente de todos los artículos de prevención nombrados en la Memoria y en las condiciones expresadas en la misma.

- Establecer los itinerarios de tránsito de mercancías y señalizarlos debidamente.
- Colaborar con la Dirección de Obra para encontrar la solución técnico-preventiva de los posibles imprevistos del Proyecto o bien sea motivados por los cambios de ejecución o bien debidos a causas climatológicas adversas, y decididos sobre la marcha durante las obras.
- El contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad e Higiene adaptando el presente estudio a sus medios y métodos de ejecución. Los cambios introducidos en el mismo en los medios y equipos de protección, aprobados por la Dirección Facultativa de Seguridad e Higiene se presupuestarán previa la aceptación de los precios correspondientes y sobre las mediciones reales en obra, siempre que no implique variación del importe total de Presupuesto previsto en este Estudio de Seguridad.

3.2. Información y formación

El Contratista queda obligado a transmitir las informaciones necesarias a todo el personal que intervenga en la obra, con el objetivo de que todos los trabajadores de la misma tengan un conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a adoptar en determinadas maniobras, y del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Independientemente de la información de tipo convencional que reciban los trabajadores, la Empresa les transmitirá la información específica necesaria, mediante cursos de formación que tendrán los siguientes objetivos:

- Conocer los contenidos preventivos del Plan de Seguridad y Salud.
- Comprender y aceptar su aplicación.
- Crear entre los trabajadores, un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.

3.3. Accidente laboral

3.3.1. Actuaciones

Actuaciones a seguir en caso de accidente laboral:

- El accidente laboral debe ser identificado como un fracaso de la prevención de riesgos. Estos fracasos pueden ser debidos a multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control, por estar influidas de manera importante por el factor humano.
- En caso de accidente laboral se actuará de la siguiente manera:
  - El accidentado es lo más importante y por tanto se le atenderá inmediatamente para evitar la progresión o empeoramiento de las lesiones.
  - En las caídas a diferente nivel se inmovilizará al accidentado.

- En los accidentes eléctricos, se extremará la atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales de reanimación hasta la llegada de la ambulancia.
- Se evitará, siempre que la gravedad del accidentado lo permita según el buen criterio de las personas que le atienden, el traslado con transportes particulares por la incomodidad y riesgo que implica.

3.3.2. Comunicaciones

Comunicaciones en caso de accidente laboral:

- Accidente leve.
  - Al Coordinador de Seguridad y Salud.
  - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
  - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.
- Accidente grave.
  - Al Coordinador de Seguridad y Salud.
  - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
  - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.
- Accidente mortal.
  - Al Juzgado de Guardia.
  - Al Coordinador de Seguridad y Salud.
  - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
  - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

3.3.3. Actuaciones administrativas

El Jefe de Obra, en caso de accidente laboral, realizará las siguientes actuaciones administrativas:

- Accidente sin baja laboral.
- Se redactará la hoja oficial de accidentes de trabajo sin baja médica, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de los 5 primeros días del mes siguiente.
- Accidente con baja laboral.

- Se redactará un parte oficial de accidente de trabajo, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de 5 días hábiles, contados a partir de la fecha del accidente.
- Accidente grave, muy grave o mortal.
- Se comunicará a la Autoridad Laboral, por teléfono o fax, dentro del Plazo de 24 horas contadas a partir de la fecha del accidente.

3.4. Aprobación de certificaciones

- El Coordinador en materia de Seguridad y Salud o la Dirección Facultativa en su caso, serán los encargados de revisar y aprobar las certificaciones correspondientes al Plan de Seguridad y Salud y serán presentadas a la Propiedad para su abono.
- Una vez al mes el Contratista extenderá la valoración de las partidas que, en materia de Seguridad y Salud se hubiesen realizado en la obra. La valoración se hará conforme al Plan de Seguridad y Salud y de acuerdo con los precios contratados por la Propiedad. Esta valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la propiedad.
- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.
- Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del apartado de seguridad, sólo las partidas que intervienen como medidas de seguridad y salud, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar.
- En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

3.5. Precios contradictorios

En el supuesto de aparición de riesgos no evaluados previamente en el Estudio o Plan de Seguridad y Salud que precisarán medidas de prevención con precios contradictorios, para su puesta en la obra, deberán previamente ser autorizados por parte del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o por la Dirección Facultativa en su caso.

3.6. Libro de incidencias

El Artículo 13 del Real Decreto 1627/97 regula las funciones de este documento.

Dicho libro será habilitado y facilitado al efecto por el Colegio Profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud o en su caso del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Las hojas deberán ser presentadas en la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, por la Dirección Facultativa en el plazo de veinticuatro horas desde la fecha de la anotación. Las anotaciones podrán ser efectuadas por la Dirección Facultativa de la obra, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, los contratistas y subcontratistas, 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.

Las anotaciones estarán, únicamente relacionadas con el control y seguimiento y especialmente con la inobservancia de las medidas, instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en los Planes de Seguridad y Salud respectivos.

3.7. Libro de ordenes

Las órdenes de Seguridad y Salud se recibirán de la Dirección de Obra, a través de la utilización del Libro de Órdenes y Asistencias de la obra. Las anotaciones aquí expuestas, tienen categoría de órdenes o comentarios necesarios para la ejecución de la obra.

3.8. Derechos de los trabajadores

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

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

3.9. Paralización de los trabajos

Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la ley de prevención de riesgos laborales, cuando el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, cuando éste exista de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13, apartado 1º del real decreto 1627/1997, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

En el supuesto previsto anteriormente, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

3.10. Documentación

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

4. Disposiciones técnicas

4.1. Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en su Anexo IV regula las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras, dentro de tres apartados.

- Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras.
- Disposiciones mínimas específicas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.
- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

4.2. Equipos de protección

4.2.1. Equipos de protección individual (EPIs)

Todo equipo de protección individual que se emplee durante la ejecución del Proyecto se ajustará a lo siguiente:

- El Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, establece en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos laborales, en sus Artículos 5, 6 y 7, las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la elección, utilización por los trabajadores en el trabajo y mantenimiento de los equipos de protección individual (EPIs).
- Los EPIs deberán utilizarse cuando existen riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios

técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

- El Anexo III del Real Decreto 773/1997 relaciona una -Lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual-.
- El Anexo I del Real Decreto 773/1997 detalla una Lista indicativa y no exhaustiva de equipos de protección individual-.
- En el Anexo IV del Real Decreto 773/1997 se relaciona las -Indicaciones no exhaustivas para la evaluación de equipos de protección individual-.
- El Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, establece las condiciones mínimas que deben cumplir los equipos de protección individual (EPIs), el procedimiento mediante el cual el Organismo de Control comprueba y certifica que el modelo tipo de EPI cumple las exigencias esenciales de seguridad requeridas en este Real Decreto, y el control por el fabricante de los EPIs fabricados, todo ello en los Capítulos II, V y VI de este Real Decreto.
- El Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, del Ministerio de Presidencia. Seguridad e Higiene en el Trabajo - Comunidad Europea, modifica algunos artículos del Real Decreto 1407/1992.

Además, para la elección de los equipos de protección individual que se utilizarán para la prevención de los riesgos detectados durante la ejecución del Proyecto también se considerará lo siguiente:

- Las protecciones individuales deberán estar homologadas.
- Tendrán la marca CE.
- Si no existe en el mercado un determinado equipo de protección individual que tenga la marca CE, se admitirán los siguientes supuestos:
- Que tenga la homologación MT.
- Que tenga una homologación equivalente, de cualquiera de los Estados Miembros de la Unión Europea.
- Si no existe la homologación descrita en el punto anterior, será admitida una homologación equivalente existente en los Estados Unidos de Norte América.
- De no cumplirse en cadena, ninguno de los tres supuestos anteriores, se entenderá que el equipo de protección individual está expresamente prohibido para su uso en esta obra.
- Los equipos de protección individual que cumplan las indicaciones del apartado anterior tienen autorizado su uso durante el periodo de vigencia.

- De entre los equipos autorizados, se utilizarán los más cómodos y operativos, con la finalidad de evitar las negativas a su uso por parte de los trabajadores.
- Se investigarán los abandonos de los equipos de protección, con la finalidad de razonar con el usuario y hacer que se den cuenta de la importancia que realmente tienen para ellos.
- Cualquier equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será sustituido inmediatamente, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio, así como el Nombre de la Empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Una vez los equipos hayan llegado a su fecha de caducidad se dejarán en un acopio ordenado, que será revisado por la Dirección de obra para que autorice su eliminación de la obra.

4.2.2. Equipos de protección colectiva

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características fundamentales siguientes:

- Señales: Estarán de acuerdo con la normativa vigente.
- Vallas autónomas de limitación y protección: Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad. Las patas serán tales que, en caso de caída de la valla, no supongan un peligro en sí mismas al colocarse en posición aproximadamente vertical.
- Pasarelas: Las pasarelas para el paso peatonal serán de madera y estarán formadas por tablones (60 cm) trabados entre sí y bordeados por barandillas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Su tablero no presentará huecos y será capaz de resistir los impactos producidos por la caída de materiales.
- Escaleras de mano: Cumplirán con lo establecido en el artículo 19 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Topes de desplazamiento de vehículos: Se podrán realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.
- Redes: Serán de poliamida. Sus características generales serán tales que cumplen, con garantía, la función protectora para la que están previstas.
- Plataformas de trabajo: Tendrán como mínimo 60 cm de ancho y las situadas a más de 2 m del suelo, estarán dotadas de barandilla de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.

- Cables de sujeción del cinturón de seguridad, sus anclajes, soportes y anclajes de redes: Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.
- Interruptores diferenciales y tomas de tierra: La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA.
- La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V.
- Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.
- Extintores: Serán adecuadas en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.
- Pórticos limitadores de galibo: Dispondrán de dintel debidamente señalizado.
- Se situarán carteles a ambos lados del pórtico anunciando dicha limitación de altura.
- Medios auxiliares de topografía: Estos medios tales como cintas, jalones, miras, etc. serán dieléctricos, dado el riesgo de electrocución por las líneas eléctricas.
- Riegos: Las pistas para tráfico de obra, se regarán convenientemente para evitar levantamiento de polvo.
- Rampas de acceso: Las rampas para el movimiento de camiones no tendrán pendientes superiores al 12% en los tramos rectos y el 8% en las curvas.

4.3. Señalización

4.3.1. Señalización de riesgos en el trabajo

Esta señalización cumplirá con el contenido del Real Decreto 485 de 14 de abril de 1997 que desarrolle los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales.

4.3.2. Señalización vial

Esta señalización cumplirá con el nuevo -Código de Circulación- y la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

4.3.3. Características técnicas

Se utilizarán señales nuevas y normalizadas según la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

4.3.4. Montaje de las señales

- Se ha de tener en cuenta tanto el riesgo de ser atropellado por los vehículos que circulen por la zona de las obras como el riesgo de caer desde una determinada altura mientras se instala una señal.

- Se tendrá siempre presente, que normalmente la señalización vial se monta y desmonta con la zona de las obras abierta al tráfico rodado, y que los conductores que no saben que se encontraran con esta actividad circulen confiadamente, por tanto, es una operación crítica con un alto riesgo tanto para a los operarios que trabajen como para a los usuarios de la vía que se pueden ver sorprendidos inesperadamente.

4.3.5. Protecciones durante la colocación de la señalización

Los operarios que realicen este trabajo tendrán que ir equipados con el siguiente material:

- Ropa de trabajo con franjas reflectantes.
- Guantes.
- Botas de seguridad.
- Casco de seguridad.

4.4. Útiles y herramientas portátiles

Se considerará la siguiente normativa al respecto:

- La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1971 regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 94 a 99.
- El Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Los Reales Decretos 1435/1992 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas.

4.5. Maquinaria

Se considerará la siguiente normativa al respecto:

- La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de 9 de marzo de 1971, regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 100 a 124.
- Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos, Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre (Grúas torre).
- Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AEM-3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a carretillas automotoras aprobada por Orden de 26 de mayo de 1989.
- Reales Decretos 1435/1992 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas.
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas, Real Decreto 1595/1986, de 26 de mayo, modificado por el Real Decreto 830/1991 de 24 de mayo.

- Aplicación de la Directiva del Consejo 89-392-CEE, Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.

4.6. Instalaciones provisionales

Se tendrá en cuenta la siguiente normativa para las instalaciones provisionales durante la ejecución del Proyecto:

- Se atendrá a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en su Anexo IV.
- El Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Orden de 9 de marzo de 1971, regula sus características y condiciones.

4.6.1. Instalación eléctrica

- La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la Memoria Descriptiva y de los planos, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión -Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto- y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.
- El calibre o sección del cableado serán acordes a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.
- Los cables a emplear en acometidas e instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima 450/750 V, con cubierta de policloropreno o similar, según UNE 21.027 o UNE 21.150 y aptos para servicios móviles.
- Para instalaciones interiores los cables serán de tensión asignada mínima 300/500 V, según UNE 21.027 o UNE 21.031, y aptos para servicios móviles.
- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, éste se realizará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra se efectuará enterrado. Su instalación será conforme a lo indicado en ITC-BT-20 e ITC-BT-21. Se señalizará el -paso del cable- mediante una cubrición permanente de tablones que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del -paso eléctrico- a los vehículos.

La profundidad de la zanja mínima será entre 40 y 50 cm; el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido curvable en caliente.

- Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.
- Los conductores de la instalación se identifican por los colores de su aislamiento, a saber:
  - Azul claro: Para el conductor neutro.
  - Amarillo/verde: Para el conductor de tierra y protección.
  - Marrón/negro/gris: Para los conductores activos o de fase.
- En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobre intensidades (sobrecarga y cortocircuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.
- Dichos dispositivos se instalaron en los orígenes de los circuitos, así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.
- Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).
- Las medidas generales para la protección contra los choques eléctricos serán las indicadas en la ITC-BT-24, teniendo en cuenta:
  - Medidas de protección contra contactos directos:
    - Se realizarán mediante protección por aislamiento de las partes activas o por medio de barreras o envolventes.
  - Medidas de protección contra contactos indirectos:
    - Cuando la protección de las personas contra los contactos indirectos está asegurada por corte automático de la alimentación, según esquema de alimentación TT, la tensión límite convencional no debe ser superior a 24 V de valor eficaz en corriente alterna o 60 V en corriente continua.
    - Cada base o grupo de bases de toma de corriente deben estar protegidas por dispositivos diferenciales de corriente diferencial residual asignada igual como máximo a 30 mA; o bien alimentadas a muy baja tensión de seguridad MBTS; o bien protegidas por separación eléctrica de los circuitos mediante un transformador individual.
- Artículos 71 a 82: Prevención y Extinción de incendios.

- Artículo 43: Instalaciones Sanitarias de Urgencia.

4.6.2. Servicios de higiene y bienestar en obra

El Contratista instalará, conforme se especifica en la Memoria de este Estudio de Seguridad y Salud, una caseta a pie de obra considerando lo siguiente:

- Dispondrá de vestuario con percheros, sillas y calefacción.
- Dispondrá de servicios higiénicos con lavamanos, ducha con agua caliente y fría, inodoro, espejos y calefacción.
- Comedor que dispondrá de mesa, sillas, calentador para las comidas y recipientes para el reciclaje de los residuos.
- Estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.
- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.
- La conexión del servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, y antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.

5. Disposiciones económico-administrativas

- Una vez al mes, el Contratista extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme al Estudio o Plan de Seguridad y Salud y de acuerdo con los precios contratados por la Propiedad.
- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de la obra.
- Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del Estudio o Plan, solo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad y Salud, haciendo omisión de medios auxiliares sin los cuales la obra no se podría realizar.
- En caso de ejecutar en la obra unidades no previstas en el presupuesto del Plan, se definirán total y correctamente las mismas, y se les adjudicará el precio correspondiente, procediéndose para su abono tal como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, procediéndose seguidamente a lo estipulado en el apartado 3 (Disposiciones Facultativas).

6. Proceso análisis de riesgos

Se evaluarán las fases del proceso de construcción de la obra, así como las labores y condiciones laborales resultantes de estas, para determinar potenciales riesgos que podrían presentarse en cada una y proponer medidas preventivas generales.

Se distinguirán los siguientes apartados para cada fase de la obra:

- Descripción de los trabajos.
- Riesgos más frecuentes.
- Normas preventivas de seguridad.
- Protección personal.
- Protección colectiva.

La prevención durante el uso de máquinas y herramientas será acorde a lo establecido en:

- RD 1644/08.
- I.T.C. correspondientes.
- Especificaciones del fabricante.

El uso de maquinaria estará limitado al personal preparado y autorizado para su manejo.

Se recomendará o requerirá, en función de las circunstancias, el uso de equipos de protección personal adecuados a los riesgos correspondientes a cada labor.

Estos equipos deberán estar homologados y con inspecciones de seguridad vigentes en todo momento mientras se estén utilizando en la obra.

Los equipos de protección personal a utilizar en la obra son:

- Cascos
- Protección ocular
- Calzado de seguridad
- Monos de trabajo

Según requerido en función de la labor:

  - Guantes
  - Protección auditiva
  - Cinturones de seguridad al operar maquinaria o vehículos

- Otros equipos no considerados que puedan resultar pertinentes para la segura ejecución de los trabajos

La maquinaria y equipos de trabajo necesarios para la obra serán (aunque no limitados a):

- Grúa autopropulsada
- Plataforma elevadora móviles
- Retroexcavadora
- Camión pluma
- Equipo de soldadura
- Máquina de hincado de tornillo fundamento de la estructura autopropulsada
- Andamios
- Escaleras de tijera
- Sierra circular de corte
- Amoladoras o radiales
- Taladros y atornilladores
- Otra maquinaria y equipos no considerados que puedan resultar pertinentes para la realización de los trabajos.

7. Actividades Durante la Ejecución del Proyecto

7.1. Actividades principales

Las principales actividades que tendrán lugar durante la ejecución del Proyecto son:

Actividades principales durante la ejecución del Proyecto	
Movimiento de tierras	Desbroce Explanación y acondicionamiento de viales Vaciados para colocación de zapatas y cimentaciones Excavación y relleno de zanjas
Cimentaciones	Estructuras de los seguidores Inversores / Centros de Transformación Edificio de control / almacén
Montaje de equipos y estructuras	Colocación y montaje de los seguidores Fijación de módulos Montaje de los inversores y equipos de los centros de transformación
Montaje del aerogenerador	Transporte, colocación y montaje de los aerogeneradores
Instalación eléctrica	Instalación del cableado de strings, corriente continua, baja y media tensión, control y comunicaciones Cajas de agrupación, seccionamiento y aparamenta de protección Tendido del cableado en las zanjas Instalación de SSAA

Actividades principales durante la ejecución del Proyecto	
	Instalación de inversores, transformadores y celdas de protección
Puesta en marcha de la instalación	Pruebas de comisionado

Tabla 5. Principales actividades durante la realización de la obra

7.2. Identificación del riesgo

La siguiente tabla indica una relación de los riesgos generales que pueden darse durante la ejecución del Proyecto.

Identificación de los principales riesgos del Proyecto
Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
Caída de objetos de distinta altura
Caídas de material desde las máquinas y vehículos.
Proyección de partículas.
Explosiones e incendios.
Ruido puntual y ambiental.
Aplastamientos y atrapamientos.
Accidentes debidos a las condiciones meteorológicas.
Cortes y amputaciones.
Pinchazos.
Derrumbe y desplomes de construcciones
Sobreesfuerzos.
Golpes.

Tabla 6. Principales riesgos del proyecto

7.3. Normas básicas de seguridad

Antes de hacer un análisis individualizado de cada una de las actividades principales previstas durante la ejecución del Proyecto, se indica una relación de normas básicas generales de seguridad que deben considerarse:

- Los operarios que manejen la maquinaria deberán estar en posesión de los permisos o carné necesarios para ocupar este puesto, estando la empresa a la que pertenezcan al corriente en los pagos a la Seguridad Social.
- Toda maquinaria a emplear deberá poseer la correspondiente declaración de conformidad o la adecuación al RD 1215/1997, modificado por el RD 2711/2004, de 12 de noviembre, manual de usuario y libro de mantenimiento actualizado.
- Las máquinas para las que así lo exija la legislación vigente, tendrán su correspondiente póliza de responsabilidad civil en vigor.
- Se prohíbe transportar personal fuera de la cabina de las máquinas ni en un número superior a las plazas permitidas.

- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima nominal de los vehículos, así como superar los esfuerzos máximos para los que estén previstas las máquinas.
- Se prohíbe la utilización de la maquinaria y los elementos auxiliares para cometidos diferentes para los que han sido diseñados.
- En caso de falta de visibilidad, las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por persona distinta al conductor.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- La distancia mínima entre los trabajadores, cuando estén trabajando, será de 1 m.
- Se evitará la superposición de los tajos.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando objetos que impidan el paso.
- No se realizará acopio de materiales en las proximidades de las zanjas.
- Se debe evitar, como norma general, que las ruedas de los camiones queden a menos de 2 m de las zanjas.
- Se prohíbe el manejo manual de pesos superiores a 25 kg, excepto para trabajadores entrenados, cuyo límite máximo será de 40 kg.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad a los elementos en tensión.

7.4. Movimientos de tierras

En el Proyecto se prevé la ejecución de una serie de vaciados para la ejecución de las cimentaciones, realización de los viales, realización de las plataformas para los aerogeneradores, las zanjas para el tendido eléctrico interior, así como excavaciones y desmontes para la adaptación del terreno a las pendientes máximas requeridas por los seguidores.

Los terrenos sobre los que se va a construir las instalaciones se consideran de una excavabilidad fácil, pudiendo efectuarse por medios ordinarios (retroexcavadora).

Los materiales procedentes de la excavación (de los terrenos clasificados como fáciles) serán aptos para el posterior relleno de las zanjas, bien de manera directa o tras un sencillo proceso de selección. Estos materiales se podrían utilizar para cubrir unos 10 cm por encima de la cinta de señalización. Para las zonas de mayor dificultad habrá que recurrir a préstamos o a materiales externos a la obra. La parte superior de las zanjas se rellenará con el material restante sin seleccionar.

7.4.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Se deberá prestar especial atención a los taludes que deben tener las excavaciones para garantizar su estabilidad durante el tiempo que deban de permanecer abiertas.
- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Deben prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de teléfono, etc., cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier punto del terreno que haya que salvaguardar de la excavación (conducciones enterradas, túneles de trasvase, etc.).
- Se recomienda evitar en lo posible los barrizales, en prevención de accidentes.
- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones serán dirigidas por el encargado o personal autorizado por el Jefe de Obra.
- Se conservarán los caminos de circulación interna, cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante escorias, zahorras, etc.
- Se prohíbe permanecer o trabajar en el entorno del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- Durante la excavación, antes de proseguir el frente de avance se eliminarán los bolos y viseras inestables.
- Se señalizará la distancia de seguridad mínima de aproximación 2 m, al borde del vaciado.
- En época de lluvias y si la plataforma anexa al talud tuviera pendiente hacia el mismo, se ejecutará a una distancia de aproximadamente 1 m una canaleta de evacuación de agua paralela al borde del corte y con caída suficiente para garantizar su perfecto funcionamiento.
- Las coronaciones de taludes permanentes, a las que deban acceder las personas, se protegerán mediante una barandilla resistente situada como mínimo a 2 metros del borde. (Como norma general se colocará barandilla siempre en excavaciones cuya profundidad sea igual o superior a 2 metros).
- Los pozos y zanjas estarán correctamente señalizados, para evitar caídas del personal a su interior.
- En los trabajos en zanja, la distancia mínima entre trabajadores será de 1 m.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a los 2 m, (como norma general) del borde de una excavación.
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a 1,5 m, se entibará. (Se puede disminuir la entibación, desmochando en bisel a 45º los bordes superiores de la zanja).

- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a los 2 m se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria (pasamanos, listón intermedio y rodapié) situada a una distancia mínima de 2 m del borde.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m puede instalarse una señalización de peligro de los siguientes tipos:
  - Línea en yeso o cal situada a 2 m del borde de la zanja paralela a la misma (su visión es posible con escasa iluminación).
  - Línea señalización paralela a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.
- Cuando sea necesario acceder o aproximarse a menos de 2 m. del borde del vaciado donde no existe protección se efectuará sujeto con un cinturón de seguridad sujeto a un punto fijo, bien construido exprofeso, o bien del medio natural (por ejemplo, un árbol).
- Conducciones enterradas: es preciso, antes de proceder a la excavación conocer la situación exacta de los servicios públicos que atraviesan el solar, con los datos aportados por los diferentes organismos. Una vez obtenidos éstos, se marcará en el terreno, el lugar donde está ubicadas, eligiendo un sistema que perdure hasta la realización de la excavación en esa zona anotando la profundidad exacta a la que se encuentran éstas, protegiéndolas ante eventuales sobrecargas producidas, por la circulación de vehículos pesados.
- La excavación mecánica, se realizará hasta 1 metro antes de llegar a la conducción y a partir de entonces, la excavación será manual con perforadores neumáticos, picos, etc., hasta 0,50 m, utilizando la pala manual a partir de esta distancia.
- Una vez localizada la canalización, se arriostrará convenientemente, para evitar que parta por su propio peso.
- El acceso para personal será independiente del acceso para vehículos.
- Las rampas para el acceso de vehículos al fondo del vaciado tendrán una pendiente máxima del 12% en rectas y del 8% en curvas.
- Se crearán fuertes topes de final de recorrido para la aproximación de vehículos al borde del vaciado a una distancia mínima de 2 m.
- Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas, conservarán el talud lateral que exija el terreno, y el ancho mínimo de rampa será de 4,5 m.
- Todo el personal que maneje los camiones, dumper, (apisonadores o compactadores), será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente, en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejados las revisiones en el libro de mantenimiento.

- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.
- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en su interior.
- Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. (Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras).
- Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topos de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por el Encargado.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m (como norma general) en torno a las compactadores y apisonadoras en funcionamiento.
- Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.
- Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos (peligro: vuelco, atropello, colisión, etc).
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

7.4.2. Identificación de riesgos

Riesgos más frecuentes en desmontes, vaciados y apertura de zanjas:

- Deslizamiento o desplome de tierras y/o rocas.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por el manejo de la maquinaria.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas de personal, vehículo, maquinaria u objetos a distinto nivel (desde el borde de excavaciones).

- Caídas de personas al interior de una zanja.
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.).
- Problemas de circulación interna (embarramiento) debidos al mal estado de las pistas de acceso o circulación.
- Interferencias con conducciones enterradas.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido ambiental.

En procedimientos mecánicos:

- Lesiones internas por trabajos continuados expuestos a vibraciones (taladradoras).
- Lesiones por rotura de las barras o punteros del taladro.
- Ruidos de gran intensidad.
- Proyecciones de tierras y/o rocas.
- Los propios de ambientes en los que se genera polvo.

7.4.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Movimiento de Tierras	
Protección Colectiva	Valla perimetral para cerramiento de la obra con accesos controlados y señalizados. Valla sectorial interna de obra para aislamiento de zonas peligrosas. Barandilla de protección en el perímetro del vaciado. Cinta normalizada de banderolas para señalización de riesgos, incluso p.p. de pies derechos de sustentación. Sirena acústica de accionamiento manual. Cartel avisador de riesgos con leyenda, incluso pie derecho de sustentación. Rótulo orientativo de lugares con acopios peligrosos. Formación y conservación de retallo para tope final de aproximación máxima al borde de excavaciones para los vehículos. Pasarelas en zanjas. Señales indicativas de riesgo. Las zanjas y huecos se entibarán de forma adecuada si así lo requiere la profundidad de las mismas y el estado del terreno circundante. Apuntalamientos, apeos. Se colocarán topes de seguridad para los camiones en las proximidades de las zanjas. Distancia de seguridad a líneas eléctricas. Se instalarán vallas perimetrales con la resistencia adecuada que eviten el acceso a elementos en tensión.

Movimiento de Tierras	
	Protección de huecos horizontales. Las zanjas y huecos estarán correctamente señalizadas para evitar caídas del personal a su interior, estando protegidas con barandilla rígida en el caso de existir riesgo de caída a distinto nivel (más de 2 m profundidad).
EPIs	Ropa de trabajo. Casco de seguridad (lo utilizarán, aparte de personal a pie, los maquinistas y camioneros, que deseen o deban abandonar las correspondientes cabinas de conducción). Botas o calzado de seguridad. Botas de seguridad impermeables. Trajes impermeables para ambientes lluviosos. Faja antivibración para operarios expuestos a vibraciones. Guantes de cuero. Guantes de goma o P.V.C. Gafas antipolvo. Gafas de seguridad. Botas y guantes aislantes de la electricidad para trabajos con sospecha de encontrar cables eléctricos enterrados. Protectores auditivos. Uso de cinturones de seguridad en maquinaria. Mascarilla antipolvo cuando sea requerida.
Señalización	En paralelismos y cruces con carreteras y caminos vecinales se colocarán señalizaciones que especifiquen claramente las limitaciones de velocidad, estrechamientos, sentido de la circulación, etc. Señales de STOP y peligro indefinido en los accesos a la obra. Prohibiciones de circulación o dirección única en su caso. Señalización de estrechamiento en calzada y de límites de velocidad y estacionamiento. Advertencia de zona de obras señalizada. Fin de limitaciones de velocidad, restricciones de cualquier tipo y fin de obra, en su caso. Señalización nocturna de las obras. Señales de STOP en los accesos de vehículos de obra y señales de entrada y salida de vehículos donde proceda. Equipo móvil de señales STOP y Dirección Única para señalización de restricciones momentáneas. Cerramiento exterior o vallado, con señalización nocturna. Balizamiento luminoso para situaciones con falta de visibilidad. Señalización de elementos en tensión.

Tabla 7. Medios de protección durante la actividad

7.5. Cimentaciones

En el presente Proyecto se prevé la realización de cimentaciones de los centros de transformación, el edificio de control y de los aerogeneradores.

7.5.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.
- El personal que debe trabajar en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que está sometido.
- Se elegirá el personal idóneo para el manejo de maquinaria.
- En régimen de lluvias y encaramientos de las zanjas (o trincheras) es imprescindible la revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- Ser revisarán las entibaciones tras la interrupción de los trabajos antes de reanudarse de nuevo.
- Para realizar la excavación se mantendrá la distancia de seguridad adecuada entre la maquinaria de movimiento de tierras y el borde del talud, teniendo en cuenta la consistencia del terreno. Igualmente se procederá para el acopio de tierras al borde de la excavación.
- Para todas las operaciones se utilizarán maquinaria específica de obra. Ver especificaciones para cada tipo de maquinaria.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) al borde de una zanja manteniendo la distancia adecuada para evitar sobrecargas.
- Cuando la profundidad de una zanja o las características geológicas lo aconsejen se entibará o se taluzarán sus paredes.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m., puede instalarse una señalización de peligro de los siguientes tipos:
    - un balizamiento paralelo a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.
    - en casos excepcionales se cerrará eficazmente el acceso a la coronación de los bordes de las zanjas en toda una determinada zona.

7.5.2. Identificación de riesgos

- Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.

- Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
- Generación de polvo.
- Desprendimientos y corrimientos de tierras.
- Vibraciones.
- Quemaduras.
- Afecciones dérmicas debidas a contacto con cementos
- Contactos eléctricos directos e indirectos.

7.5.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Cimentaciones	
Protección Colectiva	Recipientes con productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según legislación vigente. La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible y sencilla mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra. Se saneará el frente de trabajo antes de bajar al vaciado donde se va a realizar la cimentación. Se colocarán topes de seguridad para los camiones hormigonera en las proximidades de las zanjas. Las zanjas y huecos estarán correctamente señalizadas para evitar caídas del personal a su interior, estando protegidas con barandilla rígida en el caso de existir riesgo de caída a distinto nivel (más de 2 m profundidad). Se colocarán setas de protección en los extremos de toda la ferralla que presente un riesgo para las personas. Se instalarán vallas perimetrales con la resistencia adecuada que eviten el acceso a elementos en tensión.
EPIs	Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE. Casco de seguridad de polietileno Protectores auditivos. Guantes de protección. Calzado reforzado de seguridad. Botas de goma o P.V.C. Cazadora de alta visibilidad. Traje de agua (en condiciones húmedas). Uso de cinturones de seguridad en maquinaria. Faja antivibración para operarios expuestos a vibraciones. Mascarilla antipolvo cuando sea requerida. Guantes de goma finos para la manipulación de cementos.
Señalización	Se señalizarán todas las zonas de trabajo y acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representar, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.

Cimentaciones	
	Se señalizarán los elementos en tensión cuando se realicen trabajos próximos a los mismos.

Tabla 8. Medios de protección durante la actividad

7.6. Montaje aerogeneradores

Los aerogeneradores llegan despiezados para su montaje en campo. Las piezas de más complicado transporte son:

- Tramos de la torre tubular.
- Góndola completa, incluyendo los cables de conexión a la unidad de control.
- Las tres palas del rotor, independientes.
- Buje del rotor, cono de protección y mecanismo de actuación de los frenos mecánicos.
- Unidad de control.
- Accesorios (escalera, línea de seguridad, tornillos de ensamblaje, puertas, sujeciones varias, etc.)
- Montaje de celdas de línea y protección.
- Montaje de transformador.

7.6.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Las operaciones de montaje serán realizadas por personal especializado y se señalizará la zona de trabajo.
- Todo transporte antes de entrar en obra se avisará al responsable.
- Todo transporte deberá respetar la distancia de seguridad de 20 km/h.
- No se realizará ninguna descarga o maniobra si está atardeciendo.
- Durante la carga, descarga e instalación de los elementos que componen el aerogenerador se utilizaran eslingas, útiles de izado y cuerdas para suspender el peso las cuales se revisaran antes de empezar las operaciones.
- Mantener zona limpia.
- Durante los trabajos de elevación la grúa deberá estar asentada sobre terreno horizontal con los gatos extendidos y calzados.
- Se prohíbe realizar tirones de la carga.

- Se prohíbe estaciones el camión grúa a distancias inferiores a 2 metros del borde del terreno.
- Se comprobara la estabilidad de la maquina antes de su utilización.
- Cuando se realicen trabajos mediante grúa, se utilizarán cuerdas guía para situar correctamente cada elemento en su lugar, evitando la manipulación manual directa.
- Cuando se trabaje con un conjunto de grúas, el peso del elemento elevado no debe superar la carga nominal de elevación de ninguna de las mismas.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- Durante la colocación de la plataforma se utilizará arnés de seguridad amarrado a un punto fuerte.
- El izado de herramientas o materiales se realizará en recipientes cerrados.
- Se cuidará especialmente que ningún operario realice trabajos en altura sin la correspondiente protección anticaída.
- Cuando se montan las palas, no colocarse entre el rotor y la pala.
- Durante el montaje del rotor utilizar doble eslingado como segundo sistema de retención ante una caída de la pala.
- Antes de soldar el útil de izado del rotor-aspas hay que bloquear el rotor con el freno de mano.
- Los trabajos los deben realizar equipo de como mínimo 2 personas nunca estará una persona sola en el aerogenerador.
- Mientras las palas giran no debe permaneces ninguna persona en el interior del rotor.
- Para abrir/ cerrar la puerta del nacelle utilizar arnés de seguridad y cadena de seguridad.
- El material y las herramientas serán transportadas por los operarios cuando se suban por las escaleras portátiles de tal forma que queden libres las extremidades superiores.
- En caso de torres de tres tramos, no se puede dejar la torre montada con los tres, ya que al subir la velocidad del viento podría entrar en resonancia por efecto vórtex o torbellino. Siempre se montará la nacelle justo después de montar el tercer tramo.
- Durante el montaje de las partes del aerogenerador se tendrán en cuenta unas velocidades de vientos de modo que si se llegan a superar se suspenderán los trabajos. Siendo estas velocidades las siguientes:

– 25 m/s para permanecer en la zona de montaje.

– 20 m/s para acceder a la nacelle (una vez montada).

- 15 m/s para descarga, acopio y montaje de tramos de torre y palas.
- 15 m/s para acceder al exterior de la nacelle.
- 15 m/s para descarga, acopio y montaje de la nacelle.
- 12 m/s para montaje de rotor y palas.

  - Se definirán en el Plan de Seguridad elaborado por el Contratista las velocidades máximas de viento permitidas para la realización de cada una de las tareas.

7.6.2. Identificación de riesgos

- Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
- Desprendimientos y corrimientos de tierras.
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de objetos o cargas.
- Caída cargas suspendidas.
- Sobre esfuerzos.
- Golpes contra objetos.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Atrapamiento entre objetos.
- Aplastamiento de manos y/o pies
- Explosión
- Incendio
- Vuelco mauinaria
- Quemaduras.

7.6.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Montaje de equipos y estructuras	
Protección Colectiva	Recipientes con productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según legislación vigente. La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible y sencilla mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra. Cable de seguridad

Montaje de equipos y estructuras	
	Si es posible, se protegerán lo lugares con riesgo de caída mediante barandilla rígida con rodapié o mallazo electrosoldado. (Los huecos serán inferiores a un cuadrado de 5 x 5 cm). Se instalarán líneas de vida en aquellos lugares desprotegidos que estén a más de 2 m de altura. Se protegerán adecuadamente todos aquellos extremos de Piezas y aristas que presenten un riesgo para las personas.
EPIs	Traje de agua (en condiciones húmedas). Casco de seguridad Gafas contra proyecciones Gafa antipolvo Protector auditivo Arnés de seguridad Sistema anticaídas Uso de cinturones de seguridad en maquinaria. Faja antivibración para operarios expuestos a vibraciones. Mascarilla antipolvo cuando sea requerida. Cinturón de seguridad clase C con línea de 1,5 m y mosquetones de seguridad para los trabajos en altura.
Señalización	Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representa, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.

Tabla 9. Medios de protección durante la actividad

7.7. Montaje de aerogeneradores

El presente Proyecto se diseña con un montaje del generador fotovoltaico sobre una estructura soporte con sistema de seguimiento solar, para optimizar la producción anual de energía de la Instalación.

7.7.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Las operaciones de montaje serán realizadas por personal especializado y se señalizará la zona de trabajo.
- Cuando se realicen trabajos mediante grúa, se utilizarán cuerdas guía para situar correctamente cada elemento en su lugar, evitando la manipulación manual directa.
- Cuando se trabaje con un conjunto de grúas, el peso del elemento elevado no debe superar la carga nominal de elevación de ninguna de las mismas.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- Se cuidará especialmente que ningún operario realice trabajos en altura sin la correspondiente protección anticaída.

- El material y las herramientas serán transportadas por los operarios cuando se suban por las escaleras portátiles de tal forma que queden libres las extremidades superiores.
- Se definirán en el Plan de Seguridad elaborado por el Contratista las velocidades máximas de viento permitidas para la realización de cada una de las tareas.

7.7.2. Identificación de riesgos

- Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
- Desprendimientos y corrimientos de tierras.
- Vibraciones.
- Quemaduras.

7.7.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Montaje de equipos y estructuras	
Protección Colectiva	Recipientes con productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según legislación vigente. La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible y sencilla mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra. Si es posible, se protegerán lo lugares con riesgo de caída mediante barandilla rígida con rodapié o mallazo electrosoldado. (Los huecos serán inferiores a un cuadrado de 5 x 5 cm). Se instalarán líneas de vida en aquellos lugares desprotegidos que estén a más de 2 m de altura. Se protegerán adecuadamente todos aquellos extremos de Piezas y aristas que presenten un riesgo para las personas.
EPIs	Traje de agua (en condiciones húmedas). Uso de cinturones de seguridad en maquinaria. Faja antivibración para operarios expuestos a vibraciones. Mascarilla antipolvo cuando sea requerida. Cinturón de seguridad clase C con línea de 1,5 m y mosquetones de seguridad para los trabajos en altura.
Señalización	Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representa, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.

Tabla 10. Medios de protección durante la actividad

7.8. Instalación eléctrica

La infraestructura eléctrica de las instaleciones constará de varias partes diferenciadas según el siguiente detalle:

- Generador fotovoltaico (paneles fotovoltaicos y seguidor).
- Sistemas de conversión CC/CA: se prevén inversores centrales instalados en cabinas prefabricadas.
- Sistemas de transformación BT/MT: instalados en los mismos centros de transformación con varios inversores cada uno que se conectan a un mismo transformador de 0,65/33 kV.
- Celdas de protección en Media Tensión.
- Sistemas Auxiliares.
- Líneas de Media Tensión, 30 kV uniendo la estación de potencia con el centro de seccionamiento.
- Cableado interior de los aerogeneradores
- Línea de media tensión en 30 kV de interconexión entre los aerogeneradores.

7.8.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Las paredes de las zanjas y de los taludes se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Comunicación walkie talkie.
- Se emplearan elementos de protección de altura en el aerogenerador.
- El personal del interior del fuste utilizara línea de vida.
- Las herramientas deberán estar bien sujetas para evitar su caída a nivel inferior.
- El trabajo se realizará en equipos de como mínimo dos personas.
- Las operaciones de tendido del cable serán realizadas por personal especializado y se indicará la zona de seguridad antes de llevarlas a cabo.
- La tensión nominal de las herramientas portátiles no excederá de:
    - Las de tipo portátil de accionamiento manual con alimentación de corriente continua o alterna monofásica: 250V.
    - Las de otras características: 440 V.
- En cualquier caso, la tensión no excederá de 250 voltios con relación a tierra. Las herramientas portátiles a mano llevarán incorporado un interruptor debiendo responder a las siguientes prescripciones:

- Estarán sometidas a la presión de un soporte, de forma que obligue al utilizador de la herramienta a mantener, en la posición de marcha, constantemente presionado este interruptor.
- El interruptor estará situado de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva de la herramienta, cuando no sea utilizada.

- Cuando sea necesario realizar comprobaciones de los mecanismos de protección como magnetotérmicos y diferenciales se avisará a todos los trabajadores que estuvieran utilizando conexiones al cuadro eléctrico, motivo de la rescisión, para que no utilicen las herramientas portátiles, maquinaria, etc...
- Se comprobará de forma periódica el funcionamiento de los mecanismos de protección (magneto térmicos y diferenciales), conexiones y toma de tierra de los cuadros eléctricos y maquinaria.
- Los cuadros eléctricos en servicio deberán permanecer cerrados con la cerradura de seguridad de triángulos (o la llave).
- Los cuadros eléctricos estarán provistos de señalización indicativa de riesgo (eléctrico) e indicación que la manipulación interior solo puede ser realizada por personal especializado y autorizado.
- No se permitirá la utilización de fusibles rudimentarios. Se utilizarán fusibles normalizados.
- Durante el montaje de la instalación se tomarán las medidas necesarias para impedir que nadie pueda conectar la instalación a la red, es decir, ejecutando como última fase de la instalación, el cableado desde el cuadro general al de la compañía y guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para efectuar la conexión en el cuadro (fusibles y accionadores), que se instalarán poco antes de concluir la instalación.
- Antes de proceder a la conexión se avisará al personal de que se van a iniciar las pruebas de tensión instalando carteles y señales de "Peligro de electrocución".
- Antes de hacer las pruebas con tensión se ha de revisar la instalación, cuidando de que no queden accesibles a terceros, uniones, empalmes y cuadros abiertos, comprobando la correcta disposición de fusibles, terminales, protección diferencial, puesta a tierra, cerradura y manguera en cuadros y grupos eléctricos.
- Siempre que sea posible se enterrarán las mangueras eléctricas; a modo de señalización y protección para reparto de cargas, se establecerán sobre las zonas de paso sobre manguera, una línea de tablones señalizados en los extremos del paso con señal de "Peligro de electrocución". Dentro de la edificación las mangueras deberán ir colgadas mediante elementos aislantes del techo y a una altura que no provoque el contacto con las personas u objetos que estas transporten. Deberá evitarse su tendido por el suelo.

- Los mangos de las herramientas manuales estarán protegidos con doble aislamiento a base de materiales dieléctricos, quedando prohibida su manipulación u alteración. Si el aislamiento está deteriorado se retirará la herramienta.
- Los montajes y desmontajes eléctricos serán efectuados por personal especializado.
- Todo el personal que manipule conductores y aparatos accionados por electricidad estará dotado de guantes aislantes y calzado de goma.
- Se tendrán en cuenta las medidas preventivas que están incluidas en el capítulo de medios auxiliares que hace referencia a escaleras portátiles y andamios.
- No se conexionarán cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- Para la realización del cableado, cuelgue y conexionado de la instalación eléctrica puntuales, se procederá con una plataforma elevadora o un castillete con ruedas.

7.8.2. Identificación de riesgos

- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Cortes o golpes por manejo de objetos o herramientas manuales
- Cortes o pinchazos por manejo de vías y conducciones.
- Proyección de fragmentos o partículas fundamentalmente en la apertura de rozas.
- Incendio por ser incorrecta la instalación de la red eléctrica.
- Ruido
- Electrocución o quemaduras graves por mala protección de cuadros o grupos eléctricos.
- Electrocución o quemaduras graves por maniobras en líneas o aparatos eléctricos por personal inexperto.
- Electrocución o quemaduras graves por utilización de herramientas, (martillos, alicates, destornilladores, etc.) sin el aislamiento.
- Electrocución o quemaduras graves por falta de aislamiento protector, en líneas y/o cuadros (disyuntores diferenciales).
- Electrocución o quemaduras graves por falta de protección en fusibles, protecciones diferenciales puesta a tierra, mala protección de cables de alimentación, interruptores, etc.

- Electrocución o quemaduras graves por establecer puentes que anulen las protecciones.
- Electrocución o quemaduras graves por conexiones directas (sin clavijas).

7.8.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Instalación eléctrica	
Protección Colectiva	Para la realización de trabajos en altura se utilizarán andamios con barandillas de 0,90 m. de altura, con listón superior, listón intermedio y rodapié. Recipientes con productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según legislación vigente. La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible y sencilla mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra. Se saneará el frente de trabajo antes de realizar el tendido de los cables en las zanjas. Se colocarán topes de seguridad para los camiones hormigonera en las proximidades de las zanjas. Las zanjas y huecos estarán correctamente señalizadas para evitar caídas del personal a su interior, estando protegidas con barandilla rígida en el caso de existir riesgo de caída a distinto nivel (más de 2 m de profundidad) Las zanjas y los huecos se entibarán de forma adecuada si así lo requiere la profundidad de las mismas y el estado del terreno circundante.
EPIs	Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE. Casco de seguridad de polietileno. Mono de trabajo. Guantes aislantes. Arnes de seguridad Dispositivo anticaidas Botas aislantes. Cinturón de seguridad para trabajos en altura. Banqueta o alfombra aislante. Comprobadores de tensión. Herramientas con doble aislamiento.
Señalización	Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representan, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.

Tabla 11. Medios de protección durante la actividad

7.9. Puesta en marcha

Esta actividad consiste en la realización de las pruebas de comisionado de la Instalación.

7.9.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Los operarios que realicen la maniobra de puesta en marcha de la Instalación poseerán una titulación acorde con sus labores.
- Se guardarán las distancias de seguridad preceptivas a los elementos que estén en tensión.
- No se conectará ningún elemento sin haber comprobado que no exista persona alguna en sus proximidades.

7.9.2. Identificación de riesgos

- Incendio por ser incorrecta la instalación de la red eléctrica.
- Ruido
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de objetos a distinto nivel
- Desplome estructuras.
- Incendios.
- Electrocución o quemaduras graves por mala protección de cuadros o grupos eléctricos.
- Electrocución o quemaduras graves por maniobras en líneas o aparatos eléctricos por personal inexperto.
- Electrocución o quemaduras graves por utilización de herramientas, (martillos, alicates, destornilladores, etc.) sin el aislamiento.
- Electrocución o quemaduras graves por falta de aislamiento protector, en líneas y/o cuadros (disyuntores diferenciales).
- Electrocución o quemaduras graves por falta de protección en fusibles, protecciones diferenciales puesta a tierra, mala protección de cables de alimentación, interruptores, etc.
- Electrocución o quemaduras graves por establecer puentes que anulen las protecciones.
- Electrocución o quemaduras graves por conexiones directas (sin clavijas).

7.9.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Puesta en marcha	
Protección Colectiva	Se tendrá en todo momento un kit de salvamento eléctrico completo cuando se realicen trabajos con tensión. Este estará compuesto, como mínimo, por: pértiga de salvamento, verificador de tensión, cizalla

Puesta en marcha	
	cortacables, baqueta aislante, guantes aislantes, chanclas aislantes, frasco de sales reanimadoras y cartel de primeros auxilios. Se protegerán adecuadamente todos aquellos extremos de piezas y aristas que presenten un riesgo para las personas. Linea de vida
EPIs	Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE. Casco de seguridad de polietileno. Mono de trabajo. Guantes aislantes. Arnés de seguridad Dispositivo anticaidas. Botas aislantes. Cinturón de seguridad para trabajos en altura. Banqueta o alfombra aislante. Comprobadores de tensión. Herramientas con doble aislamiento.
Señalización	Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representan, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.

Tabla 12. Medios de protección durante la actividad

8. Análisis de máquinas y equipos

En este apartado se analizarán los riesgos asociados al uso de las diferentes máquinas y equipos que se utilizarán durante las obras de construcción de este Proyecto.

8.1. Máquinas y equipos

Las principales maquinarias y equipos que se prevén para la ejecución de las obras son:

Maquinaria y Equipos previstos para el Proyecto	
Máquinas	Bulldozer Retroexcavadora

Maquinaria y Equipos previstos para el Proyecto	
	Apisonadora Bañera y camión volquete Camión hormigonera Camión grúa Camión con pluma Dumper Autohormigonera Zanjadora Máquina hincapostes
Equipos	Compresor neumático Martillo neumático Sierra circular portátil Instalación eléctrica auxiliar Escaleras Plataformas de trabajo / andamios Estrobos, cables y cuerdas

Tabla 13. Principales maquinaria y equipos

Identificación de Riesgos

La siguiente tabla indica una relación de los riesgos principales asociados al trabajo con las máquinas y equipos durante la ejecución de las obras.

Identificación de los Principales Riesgos asociados a Máquinas y Equipos
Atropellos y colisiones.
Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
Deslizamientos y desprendimientos de tierras.
Caídas de personas al mismo o distinto nivel.
Caídas de material desde las máquinas.
Proyección de partículas.
Explosiones e incendios.
Desprendimientos y corrimientos de tierras.
Ruido puntual y ambiental.
Aplastamientos y atrapamientos.
Vibraciones.
Accidentes debidos a las condiciones meteorológicas.
Cortes y amputaciones.
Pinchazos.
Sobreesfuerzos.
Quemaduras.
Golpes.

Tabla 14. Identificación de principales riesgos asociados a máquinas y herramientas

En los apartados 1.7.5 y 1.7.5.9 se definen los principales riesgos asociados al uso de cada maquinaria y equipo de forma más específica.

8.2. Normas básicas de seguridad y salud

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad aplicables a toda la maquinaria mencionada en este apartado:

- Los operarios que manejen la maquinaria deberán estar en posesión de los permisos o carné necesarios para ocupar este puesto, estando la empresa a la que pertenezcan al corriente en los pagos a la Seguridad Social.
- Toda la maquinaria a emplear en las obras deberá poseer la correspondiente declaración de conformidad o la adecuación al Real Decreto 1215/1997, modificado por el real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, manual de usuario y su libro de mantenimiento actualizado.
- Las máquinas que así lo exija la legislación, tendrán vigente su correspondiente póliza de responsabilidad civil.
- Se prohíbe transportar personal fuera de la cabina de las máquinas o en un número superior a las plazas permitidas.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima nominal de los vehículos, así como superar los esfuerzos máximos para los que están previstas las máquinas.
- Se prohíbe la utilización de la maquinaria y los elementos auxiliares para cometidos diferentes para los que han sido diseñados y está prevista su utilización.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta al conductor en caso de falta de visibilidad del área de trabajo.
- Las paredes de los taludes se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Se evitará la superposición de los tajos.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando objetos que impidan el paso.
- No se realizará acopio de materiales en las proximidades de las zanjas ni en lugares elevados sin el correspondiente aseguramiento de los mismos.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- El acceso a la máquina se realizará utilizando los medios de los que está provista para tal fin, sin saltar ni realizar maniobras bruscas.
- No se empleará innecesariamente la alta velocidad, especialmente cuando no haya buena visibilidad, o cuando las condiciones del terreno sean adversas.

- En general, se utilizarán velocidades moderadas.
- No se trabajará en pendientes excesivamente pronunciadas susceptibles de producir vuelco.
- Ante la presencia de conductores eléctricos bajo tensión se impedirá el acceso de la maquinaria a puntos donde pudiese entrar en contacto.
- Asegurar firmemente los objetos que situados en la parte externa de la máquina.
- No se procederá a reparaciones sobre la máquina con el motor en marcha.
- Los cambios de circulación interna se señalizarán con claridad para evitar colisiones o roces.
- No se realizarán ni mediciones ni replanteos en las zonas donde estén trabajando máquinas de movimiento de tierras hasta que estén paradas y en lugar seguro de no ofrecer riesgo de vuelcos o desprendimientos de tierra.
- Para abrir el tapón del radiador, se eliminará previamente la presión interior y se tomarán precauciones para evitar quemaduras.
- No se abandonará la máquina sin antes haber parado el motor, quitado la llave de contacto y puesto el freno.
- Antes de subir a la máquina para iniciar la marcha, se comprobará que no hay nadie en las inmediaciones, así como la posible existencia de manchas que indiquen perdidas de fluidos.
- Cuando se tenga que circular por superficies inclinadas, se hará siempre según la línea de máxima pendiente.
- Se comprobará periódicamente el estado de los frenos, mandos y luces.
- Se podrá bloquear la dirección cuando se esté parado.
- Se mantendrán en cualquier caso las preceptivas distancias de seguridad a los elementos en tensión.

8.3. Equipos de protección

Equipos de Protección	
Protección colectiva	Señalización acústica automática para la marcha atrás. Faros de desplazamientos hacia delante o hacia atrás. Servofreno y frenos de seguridad. Retrovisores a cada lado. Equipadas con extintor.
EPIs	Casco, preferiblemente con barbuquejo (uso fuera de la cabina). Ropa de trabajo (funda o chaquetilla y pantalón como mínimo.)

Equipos de Protección	
	Botas de seguridad. Traje de agua (en condiciones húmedas). Cinturón de seguridad en desplazamientos. Protectores auditivos (exposición al ruido). Guantes de protección frente a riesgos mecánicos. Faja antivibración (exposición a vibraciones de la maquinaria).

Tabla 15. Equipos de protección para máquinas y equipos

8.4. Maquinaria

8.4.1. Bulldozer

Durante el uso del Bulldozer se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- La hoja deberá estar bajada para desplazarse con seguridad, tanto hacia delante como hacia atrás.
- No se abandonará la máquina sin antes haber dejado reposada en el suelo la cuchilla, parado el motor, quitada la llave de contacto y puesto el freno.
- Cuando se quiten obstáculos como troncos de árboles, piedras de gran tamaño, etc. no se cargará contra ellos a alta velocidad, se eliminarán haciendo la excavación a modo de palanca.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, se corresponden con los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4 respectivamente.

8.4.2. Retroexcavadora

Durante el uso de la Retroexcavadora se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- Cuando no están trabajando, deben estar paradas con los frenos puestos. Las máquinas con ruedas deben tener estabilizadores.
- Se colocarán de manera que las ruedas o las cadenas estén a 90° respecto a la superficie de trabajo, siempre que sea posible. Esto permite mayor estabilidad y un rápido retroceso.
- Si se utiliza la retroexcavadora sobre cadenas, con pala frontal, deben quedar las ruedas cabillas detrás, para que no puedan sufrir ningún daño, debido a la caída fortuita de materiales.
- En operaciones con pala frontal, sobre masas de una cierta altura, se empezará atacando las capas superiores para evitar derrumbamientos.

- Cuando haya varias máquinas trabajando a diversos niveles, se hará que la máquina ensanche suficientemente su corte antes de comenzar otro más bajo, esto impide que caigan sobre la máquina inferior rocas o tierras. Se evitará que la situada en la parte inferior excave bajo la plataforma superior.
- Cuando sea necesario trabajar en una pendiente, se hará hacia arriba, así el agua no se introducirá en la excavación.
- Cuando se suba o baje por un camino con una pendiente pronunciada, es necesario situar la cuchara a una altura que no choque con los posibles obstáculos, pero lo suficientemente baja como para actuar de soporte de la máquina en caso de que ésta fuese a volcar. Otro método, cuando se sube por una pendiente, será llevar el brazo y la cuchara hacia delante y baja, actuando así de contrapeso.
- La cuchara no debe usarse nunca para golpear rocas, especialmente si están medio desprendidas.
- Cuando se circula con retroexcavadora de orugas deben de actuar las ruedas cabillas en la parte trasera para que las cadenas, en contacto con el suelo, estén en tensión.
- Por la razón antes mencionada cuando se usa cucharón excavador, las ruedas cabillas deben estar en la parte delantera (extremo de trabajo).
- Se debe cargar el material en los camiones de manera que la cuchara nunca pase por encima de la cabina del camión o del personal de tierra.
- Siempre que se cambien accesorios, nos aseguraremos de que el brazo esta abajo y parado. Cuando sea necesario, en algunas operaciones de mantenimiento, por ejemplo, trabajar con el brazo levantado, utilizaremos puntales para evitar que vuelque. Esta advertencia también es válida para las palas cargadoras.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, adicionalmente a los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4, se consideran los siguientes:

Riesgos más frecuentes:

- Atropello.
- Deslizamiento de la máquina.
- Máquinas en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina y bloquear los frenos).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible para la circulación de la retroexcavadora).
- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Choque contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.

- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o de electricidad).
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamientos (trabajos de mantenimiento).
- Proyección de objetos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Riesgos higiénicos de carácter pulverulento.
- Sobreesfuerzos.

EPIs:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Gafas antiproyecciones para las operaciones de mantenimiento.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera del vehículo.
- Guantes de cuero, goma o P.V.C. para las labores de mantenimiento.
- Faja antivibratoria y cinturón de seguridad.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C. para los desplazamientos fuera del vehículo en temporada de barros y lluvias.
- Mascarillas con filtro mecánico recambiable antipolvo.
- Protectores auditivos en caso de no disponer de cabina insonorizada.

8.4.3. Apisonadora

En cuanto a las normas básicas de seguridad, además de lo indicado en los apartados 1.7.2, 1.7.3 y 1.7.4:

- El operador permanecerá en su puesto de trabajo, sin abandonar éste hasta que el rodillo esté parado.

- Vigilará especialmente la estabilidad del rodillo cuando circule sobre superficies inclinadas, así como de la consistencia mínima del terreno, necesaria para conservar dicha estabilidad.
- Las reparaciones y operaciones de mantenimiento se harán con la máquina parada.

Riesgos más frecuentes:

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Máquina en marcha fuera de control.
- Vuelco (por fallo del terreno o inclinación excesiva).
- Caída por pendientes.
- Choque contra otros vehículos (camiones, máquinas).
- Incendios (mantenimiento).
- Quemaduras (mantenimiento).
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Los derivados de trabajos continuados y monótonos.
- Los derivados del trabajo realizado en condiciones meteorológicas duras.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (al bajar de la máquina).
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes.
- Protectores anti-ruidos.

8.4.4. Bañera y camión volquete

Durante el uso de la Bañera y el Camión Volquete se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- La operación de carga no se realizará por encima de la cabina.

- Se prohibirá la permanencia de operarios dentro del radio de acción del camión.
- Si la cabina no está reforzada, el conductor abandonará la cabina, colocándose fuera del área peligrosa durante el proceso de carga.

Nunca se pondrá el camión en movimiento con la caja en posición elevada.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, se corresponden con los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4 respectivamente.

8.4.5. Camión hormigonera

Durante el uso del Camión Hormigonera se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- Se fijarán firmemente todos los elementos situados en el exterior del camión.
- Se procurará no llenar en exceso la cuba para evitar vertidos innecesarios durante el transporte de hormigón.
- Se evitará la limpieza de la cuba y canaletas en la proximidad de los tajos.
- Los operarios que manejen las canaletas desde la parte superior de las zanjas evitarán en lo posible permanecer a una distancia inferior a los 60 cm. del borde de la zanja.
- Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del camión hormigonera a una distancia inferior a los 2 m del borde de las zanjas. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento del camión hormigonera, dotándose además al lugar de un tope firme para la rueda trasera del camión, para evitar caídas y deslizamientos.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, adicionalmente a los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4, se consideran los siguientes:

Riesgos más frecuentes:

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión.
- Atrapamientos.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Atropello de personas (entrada, circulación interna y salida).
- Choque o golpe contra objetos u otros vehículos.
- Sobreesfuerzos (mantenimiento).
- Afecciones dérmicas por contacto con cemento.

EPIs:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera de la cabina.
- Guantes de goma finos para manipulación de cementos.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Faja anti vibratoria y cinturón de seguridad en el camión.

8.4.6. Camión grúa y camión con pluma

Durante el uso del Camión Grúa y el Camión con Pluma se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- Se fijarán firmemente todos los elementos situados en el exterior del camión.
- Se asegurará la estabilidad del camión, antes de realizar los trabajos.
- Antes de comenzar la maniobra se comprobará el peso exacto de la pieza, y que tanto la máquina como los elementos auxiliares necesarios para efectuar el izado, son capaces de resistir la carga, y que se encuentren en perfecto estado de conservación y funcionamiento.
- Cuando se trabaje con un conjunto de grúas, el peso del elemento elevado no debe superar la carga nominal de elevación de ninguna de las mismas.
- El conductor no abandonará la máquina mientras existan cargas suspendidas.
- Al circular lo hará con el mástil plegado.
- Al finalizar el trabajo el mástil quedará plegado.
- Se evitará dar golpes a los grilletes, así como soldar sobre ellos o calentarlos. Las mismas precauciones se adoptarán con las poleas.
- Las zonas de izado de material se acotarán y señalizarán convenientemente para evitar que nadie se sitúe inadvertidamente bajo cargas suspendidas.
- Se comprobará, antes de comenzar la maniobra, que el camino que ha de recorrer la pieza está libre de obstáculos.
- El personal que ordene las maniobras deberá estar especializado. Se evitarán los cambios del personal dedicado a estas tareas.
- El personal dedicado habitualmente a la ejecución de maniobras dispondrá de tablas e instrucciones que le permitan seleccionar correctamente los elementos adecuados a cada maniobra.

- Las maniobras importantes estarán calculadas y supervisadas por un técnico capacitado.
- El izado de la carga se hará vertical y no en sentido oblicuo.
- Se prohíbe el traslado de personal sobre cargas, ganchos o eslingas vacías.
- Se prohíbe terminantemente situarse sobre las piezas suspendidas.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, adicionalmente a los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4, se consideran los siguientes:

- Riesgos más frecuentes: Contactos eléctricos.
- EPIs: Gafas de sol (cuando sea necesario).

8.4.7. Dumper

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- El dumper deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- No se realizarán reparaciones ni operaciones de mantenimiento con la máquina en funcionamiento.
- Se indicarán los movimientos que se realicen.
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor colocando la velocidad en sentido contrario al de la pendiente.
- El conductor no abandonará la máquina mientras existan cargas suspendidas.
- El personal permanecerá fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos, golpes y caídas de material sobre personas.
- En caso de falta de visibilidad las maniobras serán guiadas por un operario.
- Al circular lo hará con el mástil plegado y la carga lo más baja posible.
- Al finalizar el trabajo el mástil quedará plegado.
- El operario de la máquina dispondrá en todo momento: Casco de seguridad, ropa de trabajo adecuada y botas antideslizantes. Este limpiará el barro cada vez que entre en la máquina para no resbalar con los pedales.
- No se sobrepasará la carga nominal del dumper.
- No se situará la carga de forma que impida la visión del operario.

Riesgos más frecuentes:

- Choque con elementos fijos o móviles de obra.
- Atropello y/o aprisionamiento de personas en operaciones de maniobra, descarga y mantenimiento.
- Vuelcos al circular por pendientes excesivas, realizar maniobras bruscas, o llevar exceso de carga.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas impermeables de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C. (mantenimiento).

8.4.8. Autohormigonera

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- La autohormigonera deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- Se comprobará de forma periódica el dispositivo de bloqueo de la cuba, así como el estado de los cables, palancas y accesorios.
- Al terminar la operación de hormigonado o al terminar los trabajos, el operador dejará la cuba reposando o en posición elevada, completamente inmovilizada.
- La hormigonera está provista de toma de tierra, con todos los órganos que puedan dar lugar a atrapamientos convenientemente protegidos, el motor con carcasa y el cuadro eléctrico aislado y cerrado permanentemente.
- En operaciones de vertido manual de las hormigoneras (vertido por carretillas), la superficie por donde pasen estará limpia y sin obstáculos.
- No se introducirán las extremidades o elementos extraños en la cuba, sin haber parado y desconectado previamente la máquina.
- Se utilizarán guantes de goma finos para evitar el contacto de la piel con el cemento.

8.4.9. Zanjadora

Normas preventivas:

- Nunca se debe saltar de la máquina. Utilizar los medios instalados para tal fin y emplear ambas manos para sujetarse.
- En los trabajos de mantenimiento y reparación aparcar la máquina en suelo firme, colocar todas las palancas en posición neutral y parar el motor quitando la llave de contacto.
- Antes de cada intervención en el circuito hidráulico hay que accionar todos los mandos auxiliares en ambas direcciones con la llave en posición de contacto para eliminar presiones dinámicas.
- Nunca ponga la máquina en marcha antes de asegurar las piezas sueltas, comprobar si falta alguna señal de aviso.
- No realice modificaciones ampliaciones o montajes de equipos adicionales en la máquina, que perjudiquen la seguridad.
- En previsión de vuelcos, la cabina ha de estar en todo momento libre de objetos pesados.
- Mantenga su máquina limpia de grasa y aceite y en especial los accesos a la misma.
- Permanezca separado de todas las partes giratorias o móviles.
- Nunca trabaje debajo del equipo mientras éste no se encuentre apoyado adecuadamente en el suelo.
- No use cables defectuosos y utilice los guantes. Durante el giro del motor tenga cuidado que no se introduzcan objetos en el ventilador.
- Utilizar guantes y gafas de seguridad para efectuar trabajos
- Desconectar el motor al repostar y no fumen mientras lo hacen.
- Controlar la existencia de fugas en mangueras, racores... si existen, elimínelas inmediatamente.
- No utilice nunca ayuda de arranque en frío a base de éter cerca de fuentes de calor.
- No transporte personal en la máquina sino está debidamente autorizado para ello.

Riesgos más frecuentes:

- Caída a distinto nivel.
- Aplastamiento.
- Vibraciones.
- Proyección de partículas.
- Quemaduras.

- Incendio. Explosión. Cortes.
- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Vuelco (por fallo del terreno o inclinación excesiva).
- Caída por pendientes.
- Choque contra otros vehículos (camiones, máquinas).
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Ruido.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (al bajar de la máquina).
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes.
- Protectores anti ruidos.

8.4.10. Maquina hincapostes

Normas Preventivas:

- Deben utilizarse pilotadoras de fabricación de pilotes mediante máquina taladradora rotatoria que prioritariamente dispongan de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones o que se hayan sometido a puesta en conformidad de acuerdo con lo que especifica el RD 1215/97.
- Se recomienda que la pilotadora esté dotada de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash
- Estar dotada de avisador acústico de marcha atrás.
- Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, es necesario comprobar que la persona que la conduce tiene la autorización, dispone de la formación y de la información específicas de PRL que fija el RD 1215/97, de 18 de julio, artículo 5 o el Convenio Colectivo General del sector de la Construcción, artículo 156, y ha leído el manual de instrucciones correspondiente.
- Las operaciones de pilotaje han de estar dirigidas por un especialista.
- Revisar el cableado antes de iniciar los trabajos.

- Evitar el acceso a personas ajenas de la excavación en la zona de los pilotes.
- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la pilotadora responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.
- Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres.
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
- Asegurar la máxima visibilidad de la pilotadora mediante la limpieza de retrovisores, parabrisas y espejos.
- Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.
- Subir y bajar de la pilotadora únicamente por la escalera prevista por el fabricante.
- Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara a la pilotadora.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.
- Verificar la existencia de un extintor en la pilotadora.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

Riesgos más frecuentes:

- Caída de personas a diferente nivel.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.

- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: polvo.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (al bajar de la máquina).
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes.
- Protectores anti ruidos.

8.5. Equipos

8.5.1. Compresor neumático

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- El compresor deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- Se deberán comprobar los conductos de presión periódicamente.
- Se deberá hacer uso de la protección auditiva en sus proximidades.

8.5.2. Martillo neumático

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- El martillo deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- Se deberán comprobar los conductos de presión periódicamente.
- Se deberá hacer uso de la protección auditiva en sus proximidades.
- El operario que maneje el martillo deberá estar equipado con gafas de protección.

- Se deben utilizar todos los medios posibles para evitar la transmisión de vibraciones a los operarios (guantes antivibración, buen estado del martillo, etc.).

8.5.3. Sierra circular portátil

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- La sierra circular deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos por los órganos móviles.
- Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, para evitar proyecciones e incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.
- Se utilizarán gafas de protección contra impactos, cuando se utilice esta máquina.
- Se utilizarán guantes de protección contra cortes, cuando se utilice esta máquina.

8.5.4. Instalación eléctrica auxiliar

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- Todos los elementos que componen la instalación eléctrica auxiliar de obra deben tener su correspondiente marcado CE, exceptuando las clavijas de conexión.
- Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).
- Los portátiles dispondrán de mando aislante y protector metálico para la lámpara. La tensión de alimentación será de 24 V en todos los casos.
- Los cuadros serán de intemperie, dotados de puerta hermética, tendrán toma de corriente e interruptores diferenciales.
- El calibre o sección del cableado será el especificado en planos y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.
- Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal de 1000 V como mínimo y sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.
- La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta), se efectuará mediante canalizaciones enterradas.

- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, este se realizará a una altura mínima de 2 m en los lugares peatonales y de 5 m en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra, como ya se ha indicado anteriormente, se efectuará enterrado. Se señalizará el "paso del cable" mediante una cubrición permanente de tablones que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del "paso eléctrico" a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima será entre 40 y 50 cm; el cable ira además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido corrugado.
- Caso de tener que efectuar empalmes entre mangueras se tendrá en cuenta:
- Siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.
- Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad.
- Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
- La interconexión de los cuadros secundarios en planta baja se efectuará mediante canalizaciones enterradas, o bien mediante mangueras, en cuyo caso serán colgadas a una altura sobre el pavimento en torno a los 2 m, para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras del suelo.
- Las mangueras de "alargadera":
- Si son para cortos periodos de tiempo, podrán llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los parámetros verticales.
- Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termorrectráctiles, con protección mínima contra chorros de agua (protección recomendable IP 55).
- Las mangueras que canalizarán por lugares en los que estén resguardadas de golpes o cortes. Se atenderá muy especialmente al mantenimiento en perfecto estado del aislamiento y que no interfieran con cables de izado, de andamios colgantes o cables de soporte provisional de piezas.
- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, y preferentemente en posesión de carnet profesional correspondiente.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rotulo correspondiente en el cuadro de gobierno.

- La maquinaria eléctrica, será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.
- Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables solo la efectuarán los electricistas.
- Se colocará la señal de riesgo eléctrico en los lugares que sea necesario.
- Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos).
- La instalación poseerá todos los interruptores automáticos definidos en los planos como necesarios: su cálculo se ha efectuado siempre minorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad; es decir, antes de que el conductor al que protegen llegue a la carga máxima admisible.
- Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación a las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico, tal y como queda reflejado en el esquema unifilar.
- Los circuitos generales estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magnetotérmicos.
- Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo mediante disyuntores diferenciales.
- Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
- 300 mA - (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA - (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA - Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.
- La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la Instrucción MIBT.039 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como todos aquellos aspectos especificados en la Instrucción MIBT.023 mediante los cuales pueda mejorarse la instalación.

- Caso de tener que disponer de un transformador en la obra, será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación.
- Cuando la toma general de tierra definitiva del edificio se halle realizada, será esta la que se utilice para la protección de la instalación eléctrica provisional de obra.
- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos. Únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo de 35 mm2 de sección como mínimo en los tramos enterrados horizontalmente y que serán considerados como electrodo artificial de la instalación.
- La red general de tierra será única para la totalidad de la instalación, incluidas las uniones a tierra de los carriles para estancia o desplazamiento de las grúas.
- Caso de que las grúas pudiesen aproximarse a una línea eléctrica de media o alta tensión carente de apantallamiento aislante adecuado, la toma de tierra, tanto de la grúa como de sus carriles, deberá ser eléctricamente independiente de la red general de tierra de la instalación eléctrica provisional de obra.
- Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos, carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referenciación a tierra. El resto de las carcasas de motores o maquinas se conectarán debidamente a la red general de tierra.
- Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma, que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar de hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.
- El punto de conexión de la pica (placa o conductor), estará protegido en el interior de una arqueta practicable.

8.5.5. Escaleras manuales

En el uso de escaleras portátiles se observarán las normas siguientes:

- Si son de madera, los largueros serán de una sola pieza, y los peldaños estarán bien ensamblados y no solamente clavados.

- Las escaleras de madera no deberán pintarse, salvo con barniz transparente.
- Se prohíbe empalmar dos escaleras, salvo que en estructura cuenten con dispositivos expresamente preparados para ello.
- Las escaleras de mano simples no deben salvar más de 5 m, a menos que estén reforzadas en su centro, quedando su uso prohibido para alturas superiores a 7 m. Para alturas mayores de 7 m será obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles a ser fijadas sólidamente a su cabeza y su base, y para su utilización será preceptivo el cinturón de seguridad y línea de vida.
- Se apoyarán en superficies planas y sólidas, y en su defecto, sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.
- Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante en su pie y de ganchos de sujeción en la parte superior.
- Para el acceso a lugares elevados sobrepasarán en 1 m los puntos superiores de apoyo.
- El ascenso, descenso y trabajo se harán siempre de frente a las mismas.
- Cuando se apoyen en postes, se emplearán abrazaderas de sujeción.
- No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.
- Se prohíbe el transporte manual de materiales sobre las escaleras.
- La distancia entre los pies y la vertical del punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta el punto de apoyo.
- Las escaleras de tijera estarán provistas de cables o cadenas que impidan su apertura al ser utilizadas, y de topes en su extremo superior.
- Las escaleras se fijarán en sus extremos cuando se vayan a utilizar durante un tiempo prolongado.

Riesgos más frecuentes:

- Caída a distinto nivel, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o incorrecto apoyo, vuelco lateral por apoyo irregular.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, escaleras cortas para la altura a salvar, etc).
- Sobreesfuerzos.

Protecciones individuales:

- Mono de trabajo.

- Casco de seguridad.
- Zapatos con suela antideslizante.

8.5.6. Andamios y plataformas de trabajo

Los andamios reunirán las siguientes características:

- Los tablones del piso serán metálicos o de madera seca, sin nudos ni grietas y con el espesor adecuado al vano. Se colocarán juntos, de manera que formen un piso uniforme y estarán adecuadamente sujetos para impedir su vuelco o caída. Se comprobará la resistencia de los tablones antes de ser utilizados.
- Todos los andamios que se utilicen con alturas superiores a 2 m tendrán barandillas resistentes de 0,9 m de altura como mínimo, barandilla intermedia y rodapié.
- El piso del andamio tendrá como mínimo tres tablones de 20 cm de ancho cada uno y 5 cm de grueso.
- El ancho mínimo de las plataformas de trabajo será de 60 cm.
- Sobre los andamios sólo se almacenará el material imprescindible para asegurar la continuidad del trabajo.
- El orden y la limpieza en el andamio serán perfectos.

Riesgos más frecuentes:

- Atropellos.
- Golpes.
- Vibraciones.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de materiales.
- Choques con elementos fijos de obra.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera del vehículo.
- Botas de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes de cuero.
- Faja de protección lumbar.

- Ropa de trabajo.

8.5.7. Estrobos, cables y cuerdas

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- Estos elementos tendrán indicada su resistencia máxima, la cual no se sobrepasará en ninguna circunstancia.
- Se emplearán, preferentemente, estrobos construidos en fábrica, de los cuales habrá existencia de reserva en el almacén, de diferentes diámetros y longitudes para poder adaptarse adecuadamente a las exigencias en peso y dimensiones de las cargas a elevar.
- Los estrobos y cables se protegerán con cantoneras cuando hayan de doblarse o rozar con aristas vivas.
- Se desecharán por inútiles cuando el número de hilos rotos alcance el límite superior establecido en las normas, haya rotura de un cordón o del alma, presente fuertes oxidaciones, o tenga vicios u otros defectos que hagan dudar de su resistencia.

8.6. Instalaciones provisionales

El Contratista pondrá una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:

- Vestuario que dispondrá de percheros, sillas y calefacción.
- Servicios higiénicos que dispondrán de lavamanos, ducha con agua caliente y fría, inodoro, espejos y calefacción.
- Comedor que dispondrá de mesa, sillas, calentador de comidas y recipientes para basuras.
- Estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.
- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.
- La conexión del servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, pero antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.

En función del número máximo de operarios que se pueden encontrar en fase de obra, se determinarán la superficie y los elementos necesarios para las instalaciones de salubridad e higiene. Las proporciones a la hora de determinar el material sanitario serán las siguientes:

- 1 inodoro/25 trabajadores.
- 1 ducha/10 trabajadores.

- 1 lavabo/10 trabajadores.
- 1 espejo/25 trabajadores.

Complementados por los elementos auxiliares necesarios: toalleros, jaboneras, etc., se deberá disponer de agua caliente y fría en las duchas y lavabos.

Los vestuarios estarán provistos de asientos y taquillas individuales con llave para guardar ropa y calzado.

La superficie de los servicios será la correspondiente a unos 2 m2 por trabajador, la altura libre de suelo a techo no deberá ser inferior a 2,30 m, con una superficie para cada uno de los retretes de 1 x 1,20 m.

Existirá como mínimo, un botiquín de primeros auxilios que se revisará mensualmente, siendo repuesto inmediatamente el material consumido. Se tendrá permanentemente una camilla en la obra para el traslado de posibles accidentados.

El comedor tendrá una superficie correspondiente a 1 m2/trabajador, con iluminación artificial y natural suficiente, ventilación adecuada, sillas, mesas, calentador de comida, pileta de agua corriente y recipiente para recoger basuras.

En la oficina de obra se instalará un extintor de polvo seco polivalente de eficacia 21 A.

Córdoba, Noviembre de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Pliego de condiciones

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

1. Legislación

Seguidamente, se facilita una relación de la normativa vigente básica de seguridad y la de desarrollo de prevención de riesgos laborales, que aplica a los trabajos objeto del proyecto:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, De 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el 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.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo en los puntos no derogados (O.M. 09/03/1971)
- Orden de 28 de agosto de 1979 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica en los puntos no derogados.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril Seguridad y Salud en los locales de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo Utilización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 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.
- R.D. 1435/1992 de 27 de noviembre por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/932/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas (complementado por el R.D. 56/1995 y R.D. 1849/2000).
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 5/2000 de 4 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- R.D. 2001/1983 sobre regulación de jornadas de trabajo especiales y descansos.
- R.D. 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas

- R.D. 1316/1989 de 27 de octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1504/1990 de 23 de noviembre modifica Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/1979).
- Real Decreto 2486/1994 de 23 de diciembre modifica el R.D. 1495/1991 sobre recipientes a presión simples.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero las modificaciones del R.D. 1435/1992 de aproximación de las legislaciones sobre los equipos de protección individual.
- Resolución de 10 de septiembre de 1998 que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- Resolución de 16 de junio de 1998 por el que se desarrolla el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Orden de 29 de abril de 1999, modifica Orden de 6 de mayo de 1988 sobre requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Resolución de 8 de abril de 1999 sobre delegación de Facultades en materia de Seguridad y salud en las obras de construcción. (complementa al R.D. 1627/1997)
- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.
- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de Productos Industriales.
- Ley 19/2001 de 19 de diciembre de reforma del texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por R.D. legislativo 339/1990.
- Real Decreto 222/2001 por el que se dictan las disposiciones de aplicación a la Directiva 1999/36/CE relativa a equipos a presión transportables.
- Real Decreto 379/2001 por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus ITC´s.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Ley 33/2002 de 5 de julio de modificación del art. 28 del texto refundido de la Ley del estatuto de los trabajadores.
- Orden 06-06-2003, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.

2. Consideraciones de los equipos de protección colectiva

- Las diversas protecciones colectivas a utilizar en la obra tendrán una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.

- Las protecciones colectivas se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes.
- Todos los elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose al término del mismo.
- Si por cualquier circunstancia, sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento de protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil.
- Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva.
- Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.

3. Consideraciones de los equipos de protección individual

Los equipos de protección tanto individual como colectiva que se utilicen, deberán reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y en particular relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento.

Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca "CE", según las normas de Equipos de Protección Individual.
- Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo:

Utilización de equipos de protección individual.

- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto primero de este apartado, tienen autorizado su uso durante su periodo de vigencia.
- Todo equipo de protección individual en uso que este deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.
- Se recuerda, que, en aplicación de los Principios de Acción Preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.

4. Señalización de obra

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla los

preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

5. Equipos de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos

De acuerdo con el art. 41 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas obtendrán de los fabricantes y proveedores todas las especificaciones técnicas, normas y material impreso que incluyan las correspondientes características técnicas de toda la maquinaria, equipos, herramientas, dispositivos y equipos de protección personal a utilizar en las obras. La información facilitada por los fabricantes y proveedores deberá incluir:

- Instrucciones sobre los procedimientos para el funcionamiento y uso de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Procedimientos de mantenimiento y conservación de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Los contratistas mantendrán en todo momento en la base de operaciones de su zona de obras copias de los manuales y especificaciones impresas (en adelante, la información técnica) especificadas en el párrafo anterior.
- Todos los empleados de los contratistas recibirán información y formación sobre el contenido de los manuales técnicos pertinentes al trabajo que realizan.
- Cada contratista facilitará a todos sus empleados el equipo de protección seguridad y salud mínimo recogido en las normas que anteceden. Asimismo, deberá mantener copias de dichas normas en la base de operaciones de la obra.
- El Encargado de la obra será el responsable de la recepción de la maquinaria y medios auxiliares, comprobando a su llegada a obra el buen estado de los mismos, con todos sus componentes y de acuerdo con lo solicitado, verificando además que cumple la legislación vigente en materia de seguridad y salud que le afecte.
- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.
- El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.
- Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.
- Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca "CE", cada contratista adjudicatario, en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e intentar incluirlos, porque son por sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

6. Formación e información a los trabajadores

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen

trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo, todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo.

El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del R.D. 614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

7. Acciones a seguir en caso de accidente laboral

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible:

- A la asistencia médica más cercana.
- Al jefe de obra del contratista y/o a la Dirección Facultativa.

El jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones. Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

Cada contratista adjudicatario, en cumplimiento del Anexo IV, punto 14, del R.D. 1.627/1.997, tendrá en cuenta los siguientes principios sobre primeros auxilios:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes de carácter eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia. Se evitarán en lo posible, según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
- Cada contratista adjudicatario comunicará, a través del Plan de seguridad y Salud que elabore, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados.

- Cada contratista adjudicatario instalará carteles informativos en la obra que suministren a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes concertada, etc.

8. Comunicaciones inmediatas en caso de accidente

En caso que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata) está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente:

Accidentes de tipo leve

Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa).

A la Mutua de Accidentes de Trabajo.

Accidentes de tipo grave, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores

Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a las Dirección Facultativa).

A la Autoridad laboral en el plazo de 24 horas. Esta comunicación se realizará con especificación de los siguientes datos: razón social, domicilio y teléfono de empresa, nombre del trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción del mismo.

9. Seguridad de la obra

Presencia de recursos preventivos en obra

Se aplicará por parte de cada contratista lo establecido en el artículo séptimo "Coordinación de actividades empresariales en las obras de construcción" de la Ley 54/2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Según dicho artículo se establece que:

- Lo dispuesto en el art. 32 bis de la Ley de Prevención de Riesgos laborales es aplicable a las obras de construcción del presente proyecto, ya que para dichas obras aplica el R.D. 1627/1997. Por tanto, la preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.
- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales según se definen en el R.D. 1627/1997.
- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de lo incluido en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud del contratista y comprobar la eficacia de las medidas incluidas en este.

- Se consideran recursos preventivos, a los que el contratista podrá asignar la presencia, los siguientes:
    - Uno o varios trabajadores designados de la empresa
    - Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa
    - Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa

- El contratista podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a realizar por la empresa en el emplazamiento y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico. En este supuesto, tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del contratista.
- Los recursos preventivos deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia (periodo de ejecución de los trabajos considerados como riesgo especial).

10. Plan de Seguridad y Salud

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra. El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud. El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos.

La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc., 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.

11. Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de Seguridad y Salud

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un Estudio Básico de seguridad cumpliendo con el R. D. 1.627/1.997 de 24 de octubre, que respetara el nivel de prevención definido en todos los documentos de este Estudio de Seguridad y Salud.
- Presentar el plan de seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/u observaciones que este pueda sugerirle.
- Formar e informar sobre el contenido del plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.
- Proporcionará a sus trabajadores equipos de protección individual adecuado para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios.
- Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
- Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
- Colaborar con el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnico preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante el transcurso de la obra.
- Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

12. Coordinador de Seguridad y Salud

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que podrá recaer en la misma persona que redacte el Proyecto.

El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:

- Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultáneamente o sucesivamente.
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de 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 solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

13. Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por:

a) El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

b) La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán 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, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen en el apartado 1.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia

a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de este.

14. Seguridad de responsabilidad civil y patronal

La empresa contratista se responsabilizará de cumplir y hacer cumplir cuantas disposiciones legales relativas a seguridad y salud, medio ambiente y otras en general, les sean de aplicación en el desarrollo de las actividades contratadas.

El contratista concertará a sus expensas, y por la cantidad necesaria (mínimo 600.000 €), el seguro de Responsabilidad Civil que cubra los posibles daños a la promotora, su personal e instalaciones, y a terceros, derivados de la realización de las obras contratadas, así como la responsabilidad legalmente exigible por los daños ocasionados por el error o negligencia en la gestión de la seguridad.

Igualmente, habrá que concertar el de Responsabilidad Civil Patronal (mínimo 150.000 € por victima) que cubra a su propio personal y al de sus subcontratistas, comprometiéndose a ampliar el alcance de los mismos si en opinión de la promotora se hiciera preciso.

Los vehículos de propulsión mecánica autorizados a circular por vías públicas, estarán obligatoriamente asegurados, como mínimo, con la garantía de Responsabilidad Civil ilimitada durante su permanencia en el recinto de la obra.

En caso de tratarse de camiones deberá contratarse una póliza que cubra la Responsabilidad Civil de la carga o en su defecto, deberá presentarse copia de la Póliza de responsabilidad civil general de la empresa propietaria del camión, en la que se garantice dicha cobertura.

15. Subcontratación

Sin previa autorización escrita de la empresa promotora el contratista no podrá ceder o traspasar a terceros obligaciones o derechos nacidos del pedido o contrato. Para la cesión, la empresa promotora dará su conformidad a la selección del subcontratista.

El contratista será responsable único ante la promotora de la realización de la obra en su totalidad, independientemente de las responsabilidades que él pueda exigir a sus suministradores o subcontratistas. Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista sobre como representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.

Córdoba, Noviembre de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

Presupuesto

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
Protecciones Individuales				
Protecciones para la Cabeza				
30,00	Ud	Casco de seguridad homologado.	3,05 €	91,50 €
10,00	Ud	Pantalla de seguridad para soldadura, homologada	19,83 €	198,30 €
10,00	Ud	Pantalla contra partículas, homologada.	8,41 €	84,10 €
15,00	Ud	Gafas contra impactos, homologadas.	18,03 €	270,45 €
15,00	Ud	Gafas antipolvo, homologadas	4,21 €	63,15 €
30,00	Ud	Mascarillas antipolvo, homologadas.	2,54 €	76,20 €
30,00	Ud	Filtro recambio mascarilla, homologado	1,21 €	36,30 €
30,00	Ud	Protectores auditivos, homologados.	12,28 €	368,40 €
Protecciones para el Cuerpo				
30,00	Ud	Mono de trabajo, homologado.	21,52 €	645,60 €
30,00	Ud	Impermeable de trabajo, homologado.	18,95 €	568,50 €
10,00	Ud	Mandil de cuero para soldador, homologado.	18,02 €	180,20 €
15,00	Ud	Cinturón de seguridad clase A (sujeción), homologado.	31,56 €	473,40 €
15,00	Ud	Cinturón portaherramientas, homologado.	31,56 €	473,40 €
Protecciones para las Manos				
30,00	Ud	Pares de Guantes de goma.	1,31 €	39,30 €
30,00	Ud	Pares de Guantes de uso general.	2,79 €	83,70 €
15,00	Ud	Pares de guantes para soldador, homologados.	5,61 €	84,15 €
15,00	Ud	Pares de guantes aislantes para electricista, homologados.	45,85 €	687,75 €
Protecciones para los Pies				
30,00	Ud	Pares de botas de agua, homologadas.	19,42 €	582,60 €
30,00	Ud	Pares de botas de seguridad con puntera y plantillas metálicas homologadas.	35,75 €	1.072,50 €
15,00	Ud	Pares de botas aislantes para electricista, homologadas.	42,12 €	631,80 €
15,00	Ud	Par de polainas para soldador, homologadas.	11,26 €	168,90 €
Protecciones Anticaídas				
15,00	Ud	Arnés amarre dorsal y torsal	54,62 €	819,30 €
15,00	Ud	Arnés amarre dorsal/torsal con doble regulación	62,33 €	934,95 €
15,00	Ud	Cinturón de sujeción y retención	19,56 €	293,40 €
15,00	Ud	Distanciador de sujeción con regulador 2m. 16 mm	23,10 €	346,50 €
15,00	Ud	Eslinga amarre de 12 mm. 1 m. anillo más mosquetón	23,56 €	353,40 €

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

15,00	Ud	Eslinga amarre de 12 mm. 2 m. anillo más mosquetón	25,00 €	375,00 €
Total Protecciones Individuales				**10.002,75 €**
Protecciones Colectivas				
Señalizaciones				
15,00	Ud	Señal de STOP tipo octogonal de D=600 mm normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incl. parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	76,23 €	1.143,45 €
15,00	Ud	Cartel indicativo de riesgo de 0,3x0,3 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	73,00 €	1.095,00 €
Balizamiento				
2.500,00	Ud	Valla de obra de 800x200mm de una banda con trípode, terminación en pintura normal, dos colores rojo y blanco, colocación y desmontado.	6,81 €	17.025,00 €
10.000,00	ml	Cinta corrida de balizamiento plástica pintada, dos colores roja y blanca, i. colocación y desmontado.	0,20 €	2.000,00 €
Total Protecciones Colectivas				**21.263,45 €**
Protección Contra Incendios				
10,00	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 21A/113B, de 6 kg.	33,21 €	332,10 €
10,00	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/144B, de 9 kg.	45,35 €	453,50 €
10,00	Ud	Placa de señalización interior para indicación de medidas de salvamento y vías de evacuación.	8,74 €	87,40 €
15,00	Ud	Luminaria de emergencia con difusor de policarbonato y cuerpo de ABS, con lámparas de bajo consumo y alto rendimiento luminoso.	61,10 €	916,50 €
15,00	Ud	Bloque autónomo de luminaria de emergencia, incluyendo baterías, lámparas, reactancias, y demás equipos necesarios.	50,96 €	764,40 €
Total Protección Contra Incendios				**2.553,90 €**
Formación y Seguridad				
Formación				
100,00	h	Servicio de prevención de seguridad y salud.	13,65 €	1.365,00 €
150,00	h	Formación en seguridad y salud en el trabajo.	13,65 €	2.047,50 €
24,00	Ud	Reunión mensual del comité de seguridad y salud en el trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formada por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de especialista u oficial 2ª y un vigilante con categoría de oficial 1ª.	65,01 €	1.560,24 €
Medidas Preventivas de Seguridad y Equipamiento Sanitario				
25,00	Ud	Reconocimiento médico obligatorio.	63,36 €	1.584,00 €
10,00	Ud	Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco con contenidos mínimos obligatorios. Colocado	102,12 €	1.021,20 €
6,00	Ud	Reposición del material sanitario del botiquín de urgencia	63,23 €	379,38 €
3,00	Ud	Jabonera de uso industrial con dosificador de jabón, colocada.	36,50 €	109,50 €

1,00	Ud	Camilla portátil de evacuaciones, colocada.	120,00 €	120,00 €
Total Formación y Seguridad				**8.186,82 €**

Total Presupuesto General de Seguridad y Salud	**42.006,92 €**
Gastos generales (13%)	**5.460,90 €**
Beneficio Industrial (6%)	**2.848,07 €**
IVA (21%)	**10.566,34 €**
TOTAL	**60.882,23 €**

Córdoba, Noviembre de 2023

El Ingeniero Técnico Superior

Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

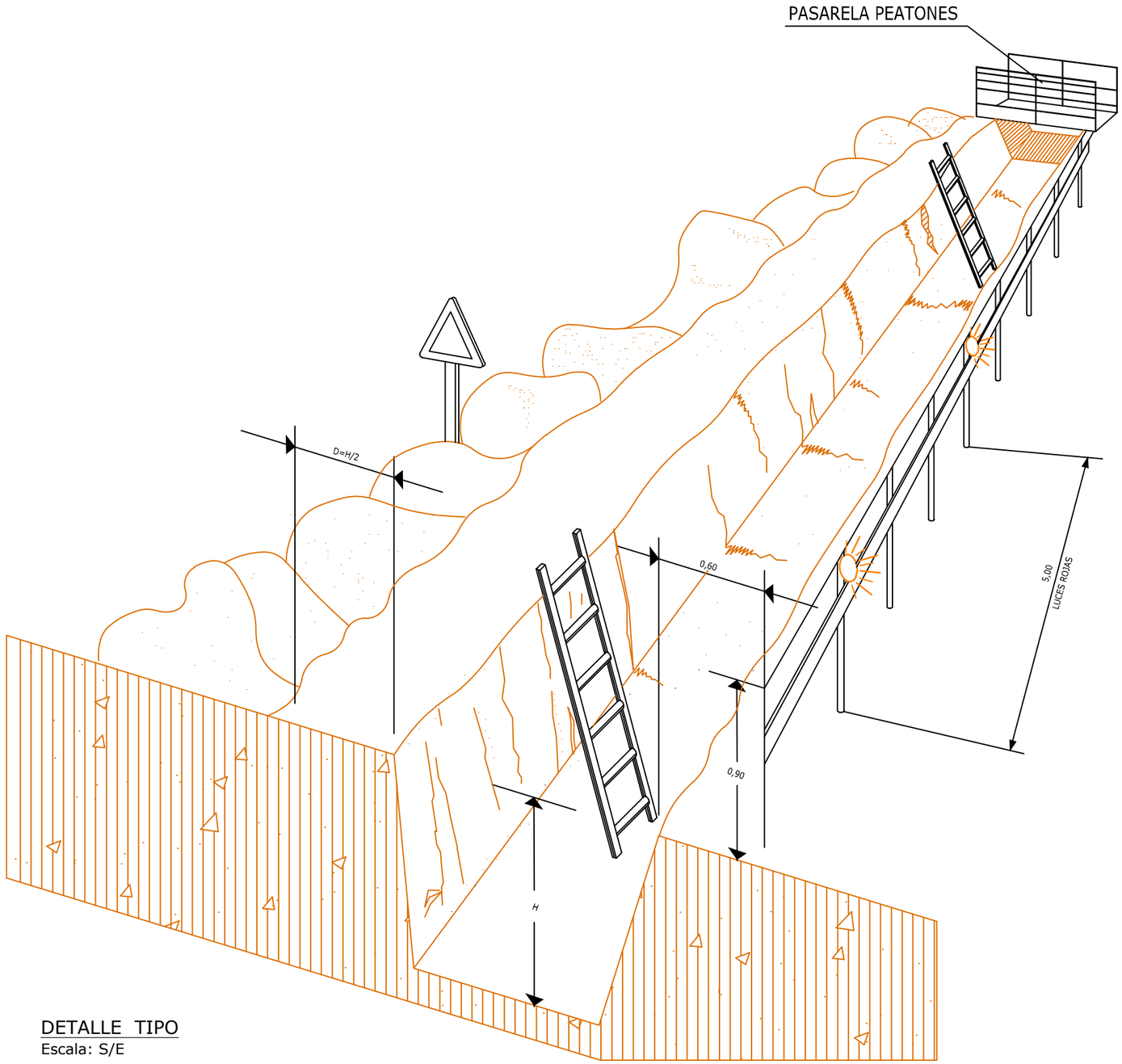
El Ingeniero Industrial

Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

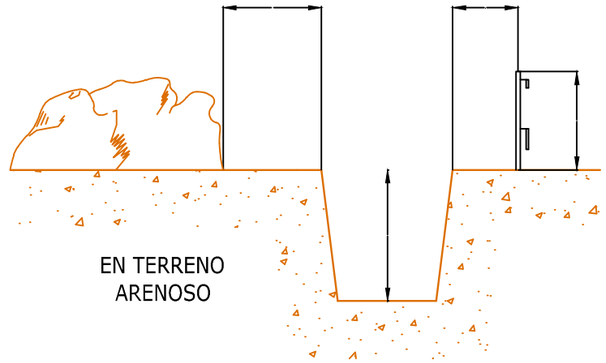
Planos

Índice de Planos:

- Plano nº 1: Protección en Zanjas
- Plano nº 2: Elementos Auxiliares y Maquinarias
- Plano nº 3: Código de Señales de Maniobras
- Plano nº 4: Señales de Advertencia de Peligro
- Plano nº 5: Señales de Obligación / EPIs
- Plano nº 6: Señales de Prohibición
- Plano nº 7: Señales de Información de Seguridad



DETALLE TIPO
Escala: S/E



SECCIÓN TIPO
Escala: S/E

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:		
1	Protección de zanjas	S/E		
Hoja 1 de 1	ingnova PROYECTOS / bogaris	PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.	Nov. 2023	INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO / INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Pala mixta)

NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.

- No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

- Se prohibirá que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.

- Se prohibirá que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.

- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.

- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.

- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

- Se prohibirá transportar personas en el interior de la cuchara.

- Se prohibirá izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.

- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al ida.

- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

- Se prohibirá arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.

- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.

- Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina. Se prohíbe en la zona la realización de trabajos o la permanencia de personas.

- Se prohibirá en esta obra utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.

- Se prohibirá realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.

- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.

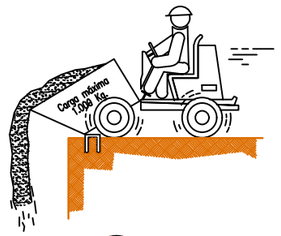


ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA







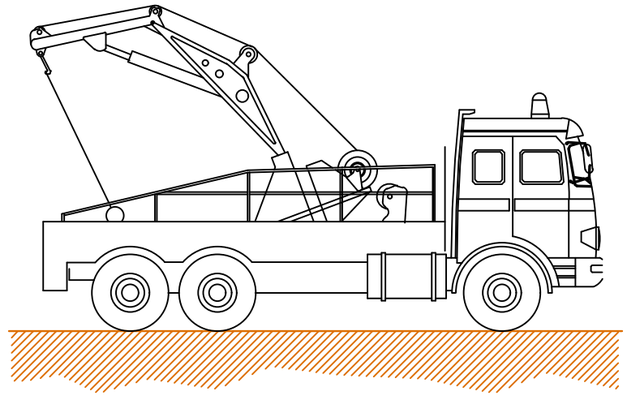






NO **SI**

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Camión grúa de carga-descarga)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Las maniobras en la grúa serán dirigidas por un especialista.

- Los ganchos de la grúa tendrán cerradura de seguridad.

- Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.

- El gruista tendrá en todo momento la carga suspendida a la vista. Si eso no es posible las maniobras serán dirigidas por un especialista.

- Las rampas de circulación no superarán en ningún caso una inclinación superior al 20%

- Se prohibirá estacionar el camión a menos de 2 metros del borde superior de los taludes.

- Se prohibirá arrastrar cargas con el camión.

- Se prohibirá la permanencia de personas a distancias inferiores a los 5 metros del camión.

- Se prohibirá la permanencia de operarios bajo las cargas en suspensión.

- El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.

- Se extremarán las precauciones durante las maniobras de suspensión de objetos estructurales para su colocación en obra, ya que habrán operarios trabajando en el lugar, y un pequeño movimiento inesperado puede provocar graves accidentes. .

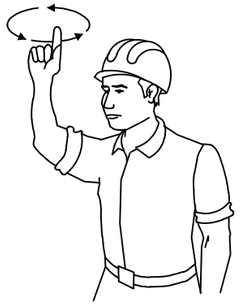
- No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km./h.

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

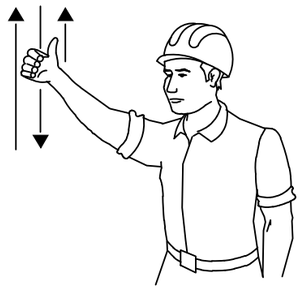
PLANO: 2 Hoja 1 de 1	PLANO DE: Elementos auxiliares y maquinaria	ESCALA: S/E	
ingnova PROYECTOS / bogaris	PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.	Nov. 2023	INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO / INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

CÓDIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

1 LEVANTAR LA CARGA



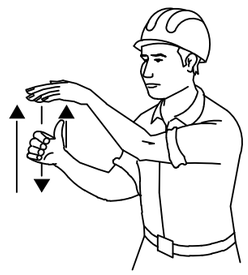
2 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA



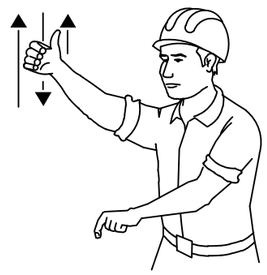
3 LEVANTAR LA CARGA LENTAMENTE



4 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE



5 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA Y BAJAR LA CARGA



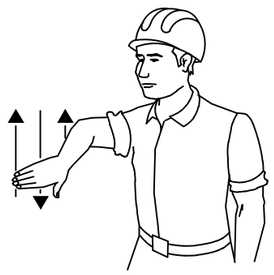
6 BAJAR LA CARGA



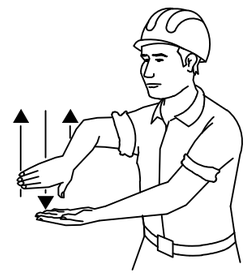
7 BAJAR LA CARGA LENTAMENTE



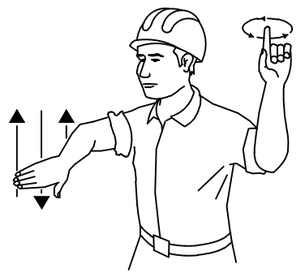
8 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA



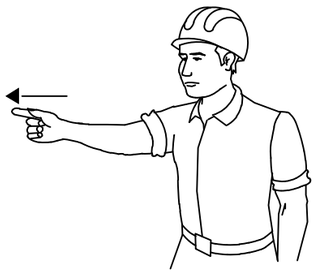
9 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE



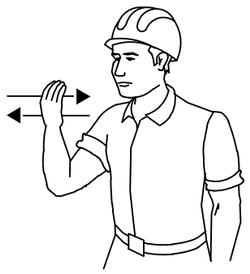
10 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA Y LEVANTAR LA CARGA



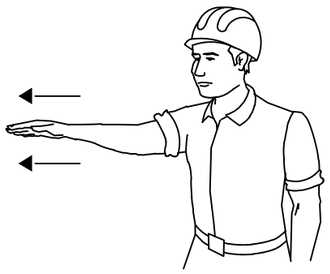
11 GIRAR EL AGUILÓN EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL DEDO



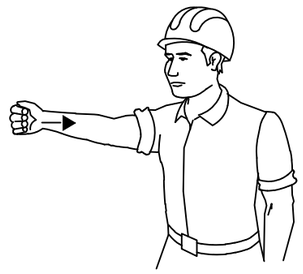
12 AVANZAR EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL SEÑALISTA



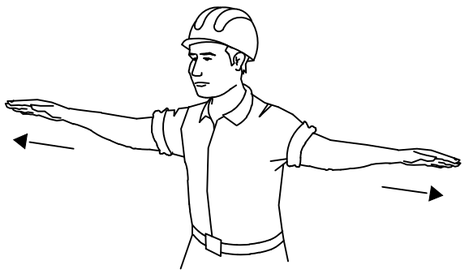
13 SACAR PLUMA



14 METER PLUMA



15 PARAR



PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 3 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Códigos de señales de maniobras

ESCALA: 1/1.000

ingnova PROYECTOS

bogaris

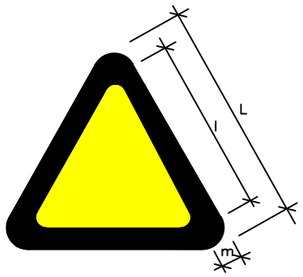
PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO



COLOR DE FONDO: AMARILLO (*)
BORDE: NEGRO (*) (EN FORMA DE TRIÁNGULO)
SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)

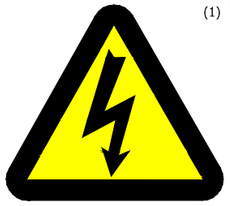
(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

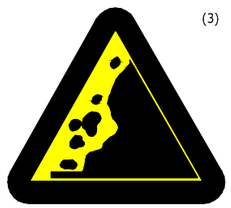
DIMENSIONES (mm.)		
L	l	m
594	492	30
420	348	21
297	246	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5

NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

SEÑAL	(1) 	(1) 	(1) 	(1) 	(1) 	(1) 
Nº	B-3-1	B-3-2	B-3-3	B-3-4	B-3-5	B-3-6
REFERENCIA	PRECAUCION	PRECAUCION PELIGRO DE INCENDIO	PRECAUCION PELIGRO DE EXPLOSION	PRECAUCION PELIGRO DE CORROSION	PRECAUCION PELIGRO DE INTOXICACION	PRECAUCION PELIGRO DE SACUDIDA ELECTRICA
CONTENIDO GRAFICO	SIGNO DE ADMIRACION	LLAMA	BOMBA EXPLOSIVA	LIQUIDO QUE CAE GOTA A GOTA SOBRE UNA BARRA Y SOBRE UNA MANO	CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS	FLECHA QUEBRADA (SIMBOLO N 5036 DE LA PUBLICACION 417B DE LA CEI)(=UNE 20-557/1)

SEÑAL	(3) 	(3) 	(3) 	(3) 	(3) 	
Nº	B-3-7	B-3-8	B-3-9	B-3-10	B-3-11	
REFERENCIA	PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO	PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO	PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL	PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL	PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS	PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
CONTENIDO GRAFICO	DESPRENDIMIENTO EN TALUD	MAQUINA EXCAVADORA	CAIDA AL MISMO NIVEL	CAIDA A DISTINTO NIVEL	OBJETOS CAYENDO	CARGA SUSPENDIDA

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 4 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Señales de advertencia de peligro

ESCALA: S/E

ingnova PROYECTOS

bogaris

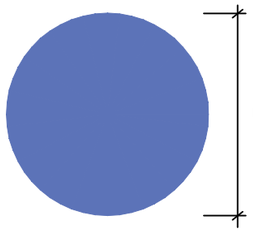
PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACIÓN



COLOR DE FONDO: AZUL (*)
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

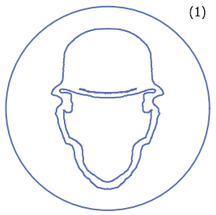
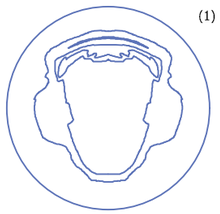
DIMENSIONES (mm.)
D
594
420
297
210
148
105

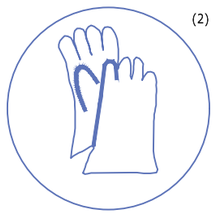
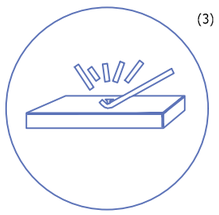
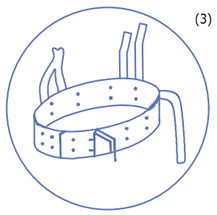
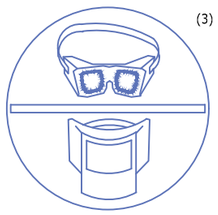
NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO

(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRÁFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

SEÑAL	(1) 	(1) 	(2) 	(1) 	(1) 
N°	B-2-1	B-2-2	B-2-3	B-2-4	B-2-5
REFERENCIA	OBLIGACION EN GENERAL	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA	PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO
CONTENIDO GRAFICO	SIGNO DE ADMIRACION	CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS	CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO	CABEZA PROVISTA DE CASCO	CABEZA PROVISTA DE CASCOS AURICULARES

SEÑAL	(2) 	(2) 	(3) 	(3) 	(3) 
N°	B-2-6	B-2-7	B-2-8	B-2-9	B-2-10
REFERENCIA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES	ELIMINACION OBLIGATORIA DE PUNTAS	USO OBLIGATORIO CINTURON DE SEGURIDAD	USO DE GAFAS O PANTALLAS
CONTENIDO GRAFICO	GUANTES DE PROTECCION	CALZADO DE SEGURIDAD	TABLON DEL QUE SE EXTRAE UNA PUNTA	CINTURON DE SEGURIDAD	GAFAS Y PANTALLA



SILBAR OBREROS
LETRA S LEYENDA INDICADORA OBREROS EN VÍA

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 5 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Señales de obligación

ESCALA: S/E

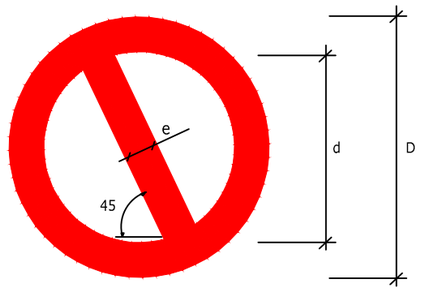
PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE PROHIBICIÓN.



DIMENSIONES (mm.)		
D	d	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8

COLOR DE FONDO: BLANCO (*)
BORDE Y BANDA TRANSVERSAL: ROJO (*)
SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115
Y UNE 48-103

SEÑAL	(1) 	(1) 	(2) 	(1) 	(3) 	(3) 
Nº	B-1-1	B-1-2	B-1-3	B-1-4	B-1-5	B-1-6
REFERENCIA	PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO HACER FUEGO Y LLAMAS NO PROTEGIDAS; PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO EL PASO A PEATONES	PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA
CONTENIDO GRAFICO	CIGARRILLO ENCENDIDO	CERILLA ENCENDIDA	PERSONA CAMINANDO	AGUA VERTIDA SOBRE FUEGO	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA

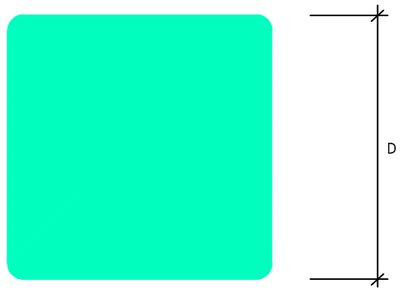
NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO
(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRÁFICO
POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

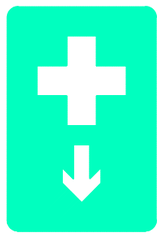
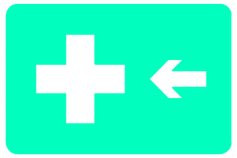
PLANO: 6 Hoja 1 de 1
PLANO DE: Señales de prohibición
ESCALA: S/E
PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.
Nov. 2023
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO
INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.



COLOR DE FONDO: VERDE (*)
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115
Y UNE 48-103

SEÑAL	(1) 	(1) 	(3) 	(3) 
N º	B-4-1	B-4-2	B-4-3	B-4-4
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACION GENERAL DE DIRECCION HACIA...	LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRAFICO	CRUZ GRIEGA	FLECHA DE DIRECCION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCION

NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO
(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRÁFICO
POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 7 Hoja 1 de 1
PLANO DE: Señales de información
ESCALA: S/E
PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.
Nov. 2023
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO
INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

Anejo 9: Fichas técnicas equipos

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

1. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA..... 3

2. INSTALACIÓN EÓLICA..... 4

1. Instalación fotovoltaica

www.jinkosolar.com

Building Your Trust in Solar

Tiger Neo N-type 72HL4-BDV

560-580 Watt

BIFACIAL MODULE WITH DUAL GLASS

N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018
Occupational health and safety management systems



Key Features

SMBB Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.

Hot 2.0 Technology

The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID.

PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.

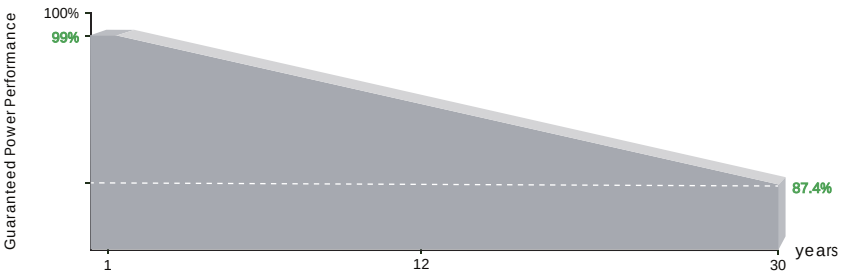
Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

Higher Power Output

Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

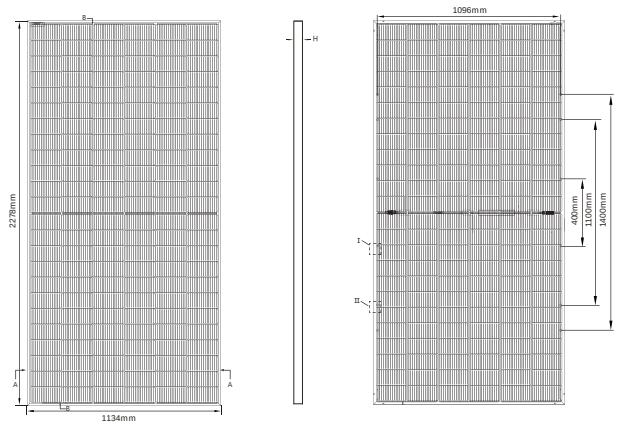


12 Year Product Warranty

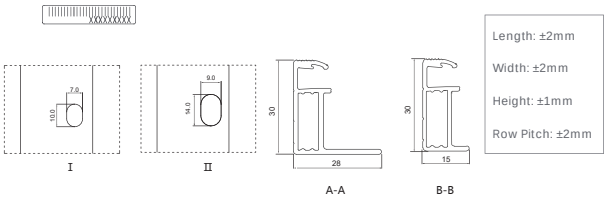
30 Year Linear Power Warranty

0.40% Annual Degradation Over 30 years

Engineering Drawings



Front Side Back

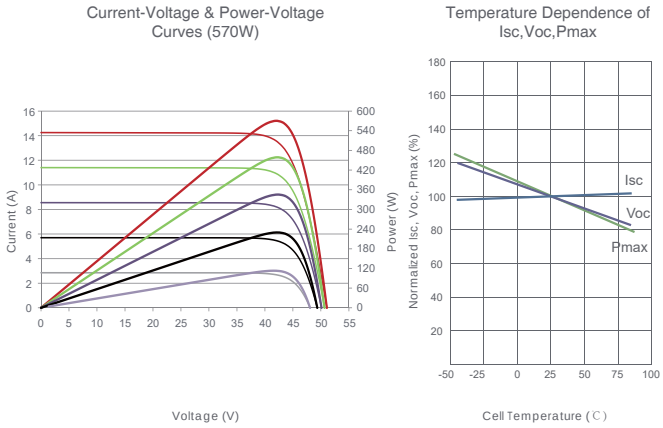


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

36pcs/pallets, 72pcs/stack, 720pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	144 (2×72)
Dimensions	2278×1134×30mm (89.69×44.65×1.18 inch)
Weight	32 kg (70.55 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm² (+): 400mm , (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM560N-72HL4-BDV		JKM565N-72HL4-BDV		JKM570N-72HL4-BDV		JKM575N-72HL4-BDV		JKM580N-72HL4-BDV	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	560Wp	421Wp	565Wp	425Wp	570Wp	429Wp	575Wp	432Wp	580Wp	436Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.95V	39.39V	42.14V	39.52V	42.29V	39.65V	42.44V	39.78V	42.59V	39.87V
Maximum Power Current (Imp)	13.35A	10.69A	13.41A	10.75A	13.48A	10.81A	13.55A	10.87A	13.62A	10.94A
Open-circuit Voltage (Voc)	50.67V	48.13V	50.87V	48.32V	51.07V	48.51V	51.27V	48.70V	51.47V	48.89V
Short-circuit Current (Isc)	14.13A	11.41A	14.19A	11.46A	14.25A	11.50A	14.31A	11.55A	14.37A	11.60A
Module Efficiency STC (%)	21.68%		21.87%		22.07%		22.26%		22.45%	
Operating Temperature(℃)	-40℃~+85℃									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/℃									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/℃									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/℃									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2℃									
Refer. Bifacial Factor	80±5%									

BIFACIAL OUTPUT-REARSIDE POWER GAIN

5%	Maximum Power (Pmax)	588Wp	593Wp	599Wp	604Wp	609Wp
	Module Efficiency STC (%)	22.76%	22.97%	23.17%	23.37%	23.57%
15%	Maximum Power (Pmax)	644Wp	650Wp	656Wp	661Wp	667Wp
	Module Efficiency STC (%)	24.93%	25.15%	25.37%	25.60%	25.82%
25%	Maximum Power (Pmax)	700Wp	706Wp	713Wp	719Wp	725Wp
	Module Efficiency STC (%)	27.10%	27.34%	27.58%	27.82%	28.07%

*STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

©2022 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.
Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

MONOLINE 2V

BIFACIAL
OPTIMIZED

IN-HOUSE
MANUFACTURING
* providing local content if required

WIND
TUNNEL TEST
Specially prepared for areas with extreme wind

ADAPTED TO
XXL MODULES

MADE WITH
Magnelis®
*Optional

PV CLEANER
TESTED
Certified by module manufacturer



PVH

cpp UL 3703

MONOLINE 2V

GENERAL SPECIFICATIONS

Tracker	Independent-row horizontal single-axis
Maximum length	34 m.
Maximum width	4.4 m.
Module configuration	2 modules in portrait
Rotational range	E-W: +/-60
Motor per MWp (500 Wp modules)	29
Ground cover ratio	30-50%
Modules supported	All major types of PV modules
Slope tolerance	N-S: up to 14% E-W: unlimited
Module attachment	By bolts and nuts, rivet or clamps for frameless modules
Allowable wind load	Tailored to site specific conditions
Wind alarm	Controlled by ultrasonic anemometer
Prepared for XXL modules	

COMMUNICATIONS & CONTROL

Solar tracking method	Astronomical algorithm
Controller electronics	Central control units connected to Scada plant Wireless communication: Redundancy of wireless gateways to guarantee communication Self-powered
SCADA interface	Modbus TCP or OPC-UA
Communication Network	Wireless (LoRaWAN)
Nigthttime stow	Configurable
Backtracking	Backtracking 3D optional

INSTALLATION & SERVICE

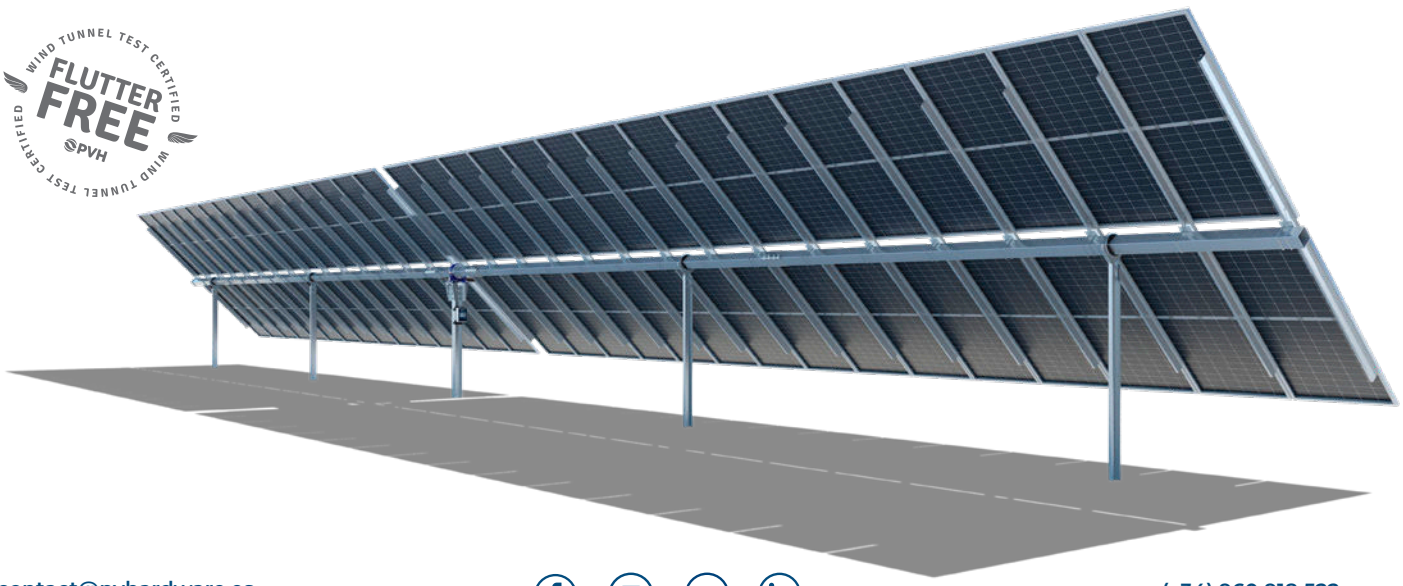
On-site training and commissioning

Warranty
Structure: 10 years
Electromechanical components: 5 years

PV Cleaner Optional

Certifications UL 3703, IEC 62817

WIND TUNNEL TEST CERTIFIED FLUTTER FREE PVH WIND TUNNEL TEST CERTIFIED



contact@pvhardware.es

(+34) 960 918 522

Please note that all pictures shown are for illustration purposes only and actual products may vary due to product enhancement or change.Contents subject to change without notice.

INGECON SUN

Power Serie B
1.500 Vdc

INVERSORES CENTRALES SIN TRANSFORMADOR CON UN ÚNICO BLOQUE DE POTENCIA

Hasta 1800 kVA con tecnología de 1500 V

Máxima densidad de potencia
Estos inversores FV centrales despliegan mayor potencia por metro cúbico y, gracias al uso de componentes de alta calidad, rinden al más alto nivel posible.

Electrónica de última generación
Los inversores Serie B integran una innovadora tarjeta de control que funciona más rápido y permite un control del inversor más eficiente y sofisticado, ya que utiliza un procesador de señales digitales de última generación. Además, el hardware de la tarjeta de control permite medidas más precisas y un mayor grado de protección.

Estos inversores soportan huecos de tensión y también presentan un menor consumo de potencia gracias a una tarjeta de suministro de potencia más eficiente.

Conexión AC mejorada
La conexión de salida ha sido diseñada para facilitar la conexión directa por pletinas con el transformador de media tensión.

Protección máxima
Estos equipos trifásicos disponen de un seccionador DC de apertura en carga motorizado para desacoplar el generador fotovoltaico del inversor. Además, incorporan un seccionador magneto-térmico motorizado. Opcionalmente pueden incorporar fusibles, kit de puesta a tierra y monitorización de corrientes de entrada.

Máximos valores de eficiencia
El uso de novedosas topologías de conversión electrónica permite alcanzar valores de eficiencia de hasta el 98,9%. Gracias a un sofisticado algoritmo de control, este equipo puede garantizar la máxima eficiencia en función de la potencia FV disponible.

Prestaciones mejoradas
La nueva gama de inversores INGECON®SUN Power presenta una envolvente renovada y mejorada que, junto a un novedoso sistema de refrigeración por aire, permite aumentar la temperatura de trabajo.



www.ingeteam.com
solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam

Hasta 1800 kVA con tecnología de 1500 V

Diseño duradero
El diseño de estos equipos, junto a las pruebas de estrés a las que son sometidos, permite garantizar una larga vida útil. Garantía estándar de 5 años, ampliable hasta 25 años.

Soporte de red
La familia INGECON® SUN Power Serie B está preparada para cumplir los requerimientos de conexión a red de los diferentes países, contribuyendo a la calidad y estabilidad del sistema eléctrico. Así, por ejemplo, son capaces de soportar huecos de tensión, inyectar potencia reactiva incluso por la noche y controlar la potencia activa inyectada a la red. Además, pueden operar en redes débiles con un bajo SCR (short-circuit ratio).

Fácil mantenimiento
Todos los elementos pueden ser reemplazados o retirados directamente desde la parte frontal del inversor, gracias a su novedoso diseño.

Manejo sencillo
Los inversores INGECON® SUN Power disponen de una pantalla LCD que permite visualizar de forma sencilla y cómoda el estado del inversor, así como diferentes variables internas.

Además, el display dispone de varios LEDs que indican el estado de funcionamiento del inversor y avisan de cualquier incidencia mediante una indicación luminosa, lo cual simplifica y facilita las tareas de mantenimiento del equipo.

Monitorización y comunicación
Comunicación Ethernet integrada de serie. Incluye sin coste las aplicaciones INGECON® SUN Manager, INGECON® SUN Monitor y su versión para smart-phone iSun Monitor para la monitorización y registro de datos del inversor a través de internet. Permite monitorizar las variables internas de funcionamiento (alarmas, producción en tiempo real, etc.), así como el histórico de datos de producción.

Disponibles dos puertos de comunicación (uno para monitorización y otro para el control de planta), permitiendo un control de planta rápido y simultáneo.

PROTECCIONES

- Polarización inversa DC.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Anti-isla con desconexión automática.
- Vigilante de aislamiento DC.
- Hasta 15 pares de porta-fusibles.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC y AC, tipo II.
- Interruptor DC motorizado para desconectar el inversor del campo FV.
- Seccionador magneto-térmico AC motorizado.
- Soporta huecos de tensión.
- Protección del hardware vía firmware.
- Protección adicional para la electrónica de potencia, gracias a un circuito cerrado de ventilación.

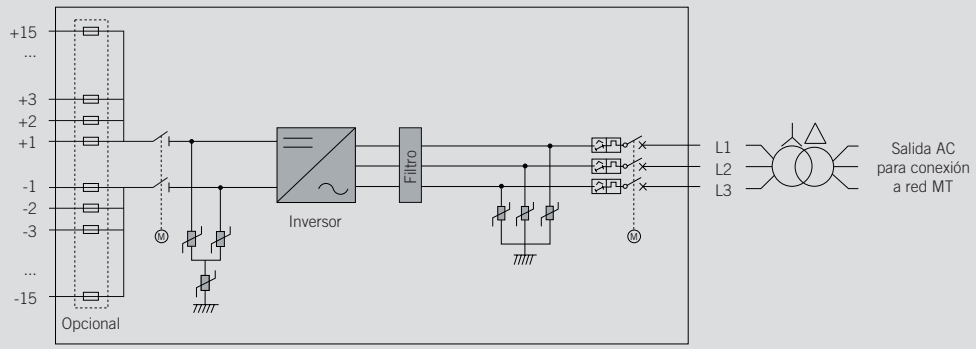
ACCESORIOS OPCIONALES

- Kit para alimentar servicios auxiliares.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC, tipo I+II.
- Kit de puesta a tierra.
- Kit para trabajar hasta -30 °C de temperatura ambiente.
- Fusibles DC.
- Monitorización de las corrientes de agrupación de la entrada DC.
- Vatímetro en el lado AC.
- Kit despolarizador nocturno (previene el PID: Potential Induced Degradation).
- Inyección de potencia reactiva nocturna.
- Kit atrapa-arenas.
- Caja de agrupamiento DC integrada.

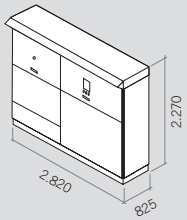
VENTAJAS DE LA SERIE B

- Mayor densidad de potencia.
- Electrónica de última generación.
- Protección electrónica más eficiente.
- Alimentación nocturna para comunicar con el inversor por la noche.
- Mayor rendimiento.
- Mantenimiento sencillo gracias al diseño de su nueva envolvente.
- Piezas de recambio más ligeras.
- Permite aterrar el campo fotovoltaico.
- Componentes fácilmente reemplazables.

Power B Series

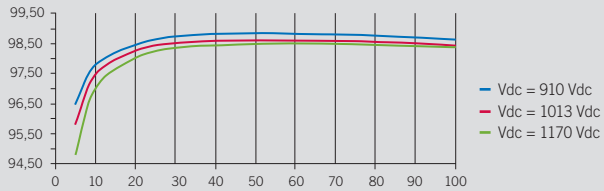


Dimensiones y peso (mm)



1.710 kg.

Rendimiento INGECON® SUN 1640TL B630



	1170TL B450	1400TL B540	1500TL B578	1560TL B600	1600TL B615
Valores de Entrada (DC)					
Rango pot. campo FV recomendado[1]	1.157 - 1.520 kWp	1.389 - 1.824 kWp	1.487 - 1.952 kWp	1.543 - 2.026 kWp	1.582 - 2.077 kWp
Rango de tensión MPP[2]	645 - 1.300 V	769 - 1.300 V	822 - 1.300 V	853 - 1.300 V	873 - 1.300 V
Tensión máxima[3]	1.500 V				
Corriente máxima	1.870 A				
Nº entradas con porta-fusibles	Desde 6 hasta 15 (hasta 12 con la Combiner Box integrada)				
Dimensiones fusibles	Fusibles de 63 A / 1.500 V a 500 A / 1.500 V (opcional)				
Tipo de conexión	Conexión a las barras de cobre				
Bloques de potencia	1				
MPPT	1				
Corriente máxima para cada entrada	De 40 A a 350 A, en los polos positivo y negativo				
Protecciones de Entrada					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC tipo II (opcional tipo I+II)				
Interruptor DC	Seccionador en carga DC motorizado				
Otras protecciones	Hasta 15 pares de fusibles DC (opcional) / Monitorización de aislamiento / Protección anti-aislamiento / Seta de emergencia				
Valores de Salida (AC)					
Potencia IP54 @30 °C / @50 °C	1.169 kVA / 1.052 kVA	1.403 kVA / 1.263 kVA	1.502 kVA / 1.352 kVA	1.559 kVA / 1.403 kVA	1.598 kVA / 1.438 kVA
Corriente IP54 @30 °C / @50 °C	1.500 A / 1.350 A				
Potencia IP56 @27 °C / @50 °C[4]	1.169 kVA / 1.035 kVA	1.403 kVA / 1.242 kVA	1.502 kVA / 1.330 kVA	1.559 kVA / 1.380 kVA	1.598 kVA / 1.415 kVA
Corriente IP56 @ 27°C / @ 50°C[4]	1.500 A / 1.328 A				
Tensión nominal[5]	450 V Sistema IT	540 V Sistema IT	578 V Sistema IT	600 V Sistema IT	615 V Sistema IT
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz				
Factor de Potencia ajustable	Si, 0-1 (leading / lagging)				
THD (Distorsión Armónica Total)[6]	<3%				
Protecciones de Salida					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo II				
Interruptor AC	Seccionador magneto-térmico AC con mando a puerta y disparo remoto o motorizado				
Protección anti-isla	Sí, con desconexión automática				
Otras protecciones	Cortocircuitos y sobrecargas AC				
Prestaciones					
Eficiencia máxima	98,9%				
Euroeficiencia	98,5%				
Máx. consumo servicios aux.	4.700 W (25 A)				
Consumo nocturno o en stand-by[7]	90 W				
Consumo medio diario	2.000 W				
Datos Generales					
Temperatura de funcionamiento	-20 °C a +57 °C				
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100%				
Grado de protección	IP54 (IP56 con el kit atrapa-arenas)				
Protección contra la corrosión	Protegido contra la corrosión externa				
Altitud máxima	4.500 m (para instalaciones por encima de 1.000 m, contacten con el departamento comercial solar de Ingeteam)				
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada con control térmico (suministro de 230 V fase + neutro)				
Rango de caudal de aire	0 - 7.800 m^3/h				
Caudal de aire promedio	4.200 m^3/h				
Emisión acústica (100% / 50% carga)	<66 dB(A) a 10m / <54.5 dB(A) t 10m				
Marcado	CE				
Normativa EMC y de seguridad	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Normativa de conexión a red	IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, P.O.12.2, CEI 0-16, VDE AR N 4120 …), G99, South African Grid code, Mexican Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai) Grid code, Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code				

Notas: [1] Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica. Datos para condiciones STC [2] Vmpp.min es para condicionales nominales (Vac=1 p.u. y Factor de Potencia=1) y sistemas flotantes [3] Considerar el aumento de tensión de los paneles 'Voc' a bajas temperaturas [4] Con el kit atrapa-arenas [5] Otras tensiones y potencias AC disponibles [6] Para P_{AC}>25% de la potencia nominal y tensión según IEC 61000-3-4 [7] Consumo desde el campo fotovoltaico cuando hay potencia FV disponible.

	1640TL B630	1675TL B645	1715TL B660	1755TL B675	1800TL B690
Valores de Entrada (DC)					
Rango pot. campo FV recomendado[1]	1.620 - 2.128 kWp	1.659 - 2.179 kWp	1.698 - 2.229 kWp	1.723 - 2.280 kWp	1.775 - 2.331 kWp
Rango de tensión MPP[2]	894 - 1.300 V	915 - 1.300 V	935 - 1.300 V	957 - 1.300 V	978 - 1.300 V
Tensión máxima[3]	1.500 V				
Corriente máxima	1.870 A				
Nº entradas con porta-fusibles	Desde 6 hasta 15 (hasta 12 con la Combiner Box integrada)				
Dimensiones fusibles	Fusibles de 63 A / 1.500 V a 500 A / 1.500 V (opcional)				
Tipo de conexión	Conexión a las barras de cobre				
Bloques de potencia	1				
MPPT	1				
Corriente máxima para cada entrada	De 40 A a 350 A, en los polos positivo y negativo				
Protecciones de Entrada					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC tipo II (opcional tipo I+II)				
Interruptor DC	Seccionador en carga DC motorizado				
Otras protecciones	Hasta 15 pares de fusibles DC (opcional) / Monitorización de aislamiento / Protección anti-aislamiento / Seta de emergencia				
Valores de Salida (AC)					
Potencia IP54 @30 °C / @50 °C	1.637 kVA / 1.473 kVA	1.673 kVA / 1.508 kVA	1.715 kVA / 1.543 kVA	1.754 kVA / 1.578 kVA	1.793 kVA / 1.613 kVA
Corriente IP54 @30 °C / @50 °C	1.500 A / 1.350 A				
Potencia IP56 @27 °C / @50 °C[4]	1.637 kVA / 1.449 kVA	1.676 kVA / 1.484 kVA	1.715 kVA / 1.518 kVA	1.754 kVA / 1.552,6 kVA	1.793 kVA / 1.587 kVA
Corriente IP56 @ 27°C / @ 50°C[4]	1.500 A / 1.328 A				
Tensión nominal[5]	630 V Sistema IT	645 V Sistema IT	660 V Sistema IT	675 V Sistema IT	690 V Sistema IT
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz				
Factor de Potencia ajustable	Si, 0-1 (leading / lagging)				
THD (Distorsión Armónica Total)[6]	<3%				
Protecciones de Salida					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo II				
Interruptor AC	Seccionador magneto-térmico AC con mando a puerta y disparo remoto o motorizado				
Protección anti-isla	Sí, con desconexión automática				
Otras protecciones	Cortocircuitos y sobrecargas AC				
Prestaciones					
Eficiencia máxima	98,9%				
Euroeficiencia	98,5%				
Máx. consumo servicios aux.	4.700 W (25 A)				
Consumo nocturno o en stand-by[7]	90 W				
Consumo medio diario	2.000 W				
Datos Generales					
Temperatura de funcionamiento	-20 °C a +57 °C				
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100%				
Grado de protección	IP54 (IP56 con el kit atrapa-arenas)				
Protección contra la corrosión	Protegido contra la corrosión externa				
Altitud máxima	4.500 m (para instalaciones por encima de 1.000 m, contacten con el departamento comercial solar de Ingeteam)				
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada con control térmico (suministro de 230 V fase + neutro)				
Rango de caudal de aire	0 - 7.800 m^3/h				
Caudal de aire promedio	4.200 m^3/h				
Emisión acústica (100% / 50% carga)	<66 dB(A) a 10m / <54.5 dB(A) a 10m				
Marcado	CE				
Normativa EMC y de seguridad	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Normativa de conexión a red	IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, P.O.12.2, CEI 0-16, VDE AR N 4120 …), G99, South African Grid code, Mexican Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai) Grid code, Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code				

Notas: [1] Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica. Datos para condiciones STC [2] Vmpp.min es para condicionales nominales (Vac=1 p.u. y Factor de Potencia=1) y sistemas flotantes [3] Considerar el aumento de tensión de los paneles 'Voc' a bajas temperaturas [4] Con el kit atrapa-arenas [5] Otras tensiones y potencias AC disponibles [6] Para P_{AC}>25% de la potencia nominal y tensión según IEC 61000-3-4 [7] Consumo desde el campo fotovoltaico cuando hay potencia FV disponible.

INGECON SUN

PowerStation FSK Serie B
1.500 Vdc

POWER STATION DE MEDIA TENSIÓN, PERSONALIZADA HASTA 7,2 MVA, CON TODOS LOS COMPONENTES SUMINISTRADOS SOBRE UNA BASE FULL SKID

Desde 1170 hasta 7200 kVA

Esta nueva solución de media tensión integra todos los elementos necesarios para desarrollar una planta solar multi-megavatio.

Maximice su inversión con el mínimo esfuerzo
La Power Station de Ingeteam es una solución compacta, flexible y personalizable, que puede ser configurada para adaptarse a cualquier tipo de necesidad técnica. Se suministra con hasta cuatro inversores fotovoltaicos centrales (dos duales). Todos sus elementos están pensados para facilitar su inmediata instalación a la intemperie, gracias a lo cual se puede prescindir de envolventes del tipo contenedor.

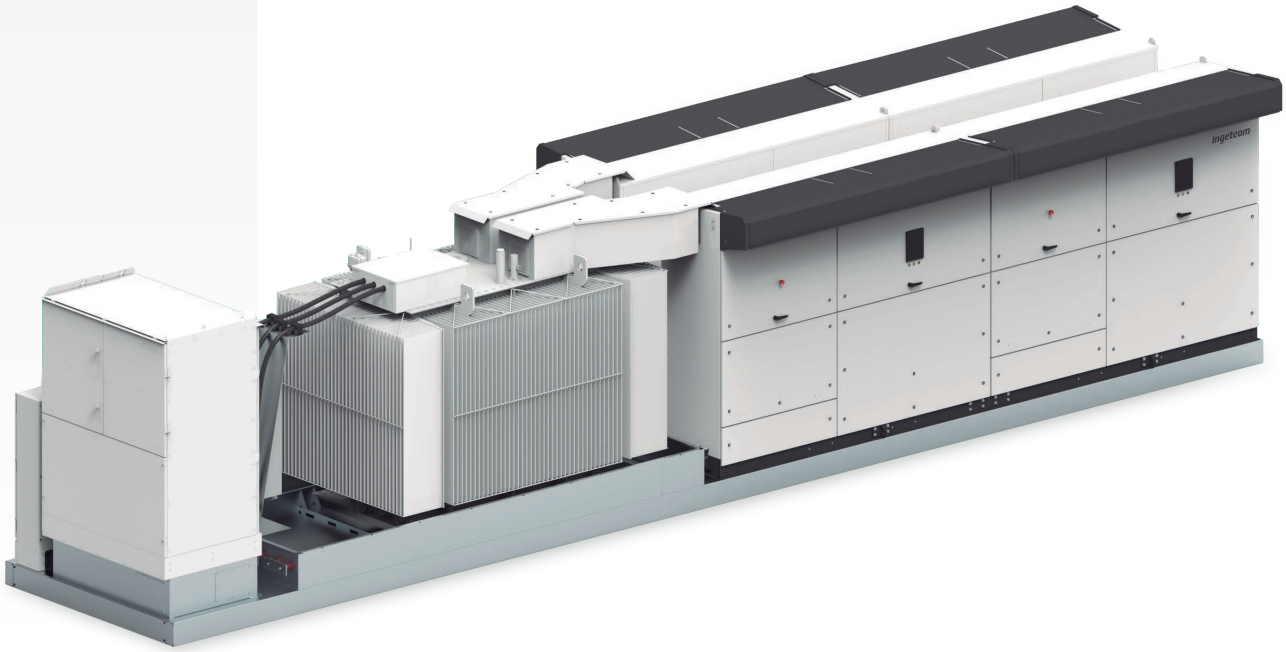
Mayor adaptabilidad y densidad de potencia
Esta solución tipo power station es más versátil, ya que presenta una plataforma metálica o skid de media tensión que integra todos los componentes de BT y MT, incluidos los inversores FV. Además, presenta una de las mayores densidades de potencia del mercado: 317 kW/m^3.

Tecnología Plug & Play
Esta solución en media tensión integra los equipos de conversión de potencia (hasta 7,2 MVA), transformador de aceite herméticamente sellado hasta 36 kV y toda la aparamenta de baja tensión. Una plataforma metálica o skid integra todos los elementos previamente ensamblados para una rápida conexión en campo, con hasta cuatro inversores centrales de la Serie B de Ingeteam.

Accesibilidad total
Gracias al uso de equipos de intemperie, el acceso a los inversores y al transformador se hace de forma directa. Además, el diseño de los inversores Power serie B ha sido pensado para facilitar las tareas de mantenimiento y reparación.

Protección máxima
Los inversores serie B de Ingeteam integran una electrónica de potencia de última generación y una protección electrónica mucho más eficiente. Aparte de eso, presentan las principales protecciones eléctricas y despliegan funciones de soporte de red, como la inyección de potencia reactiva, soporte de huecos de tensión o el control de la potencia activa inyectada.

Además, la conexión eléctrica entre los inversores y el transformador está totalmente protegida del contacto directo.



www.ingeteam.com
solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam

CONSTRUCCIÓN

- Plataforma metálica.
- Apta para ser colocada sobre losa o pilares.
- Diseño compacto que minimiza los costes logísticos.

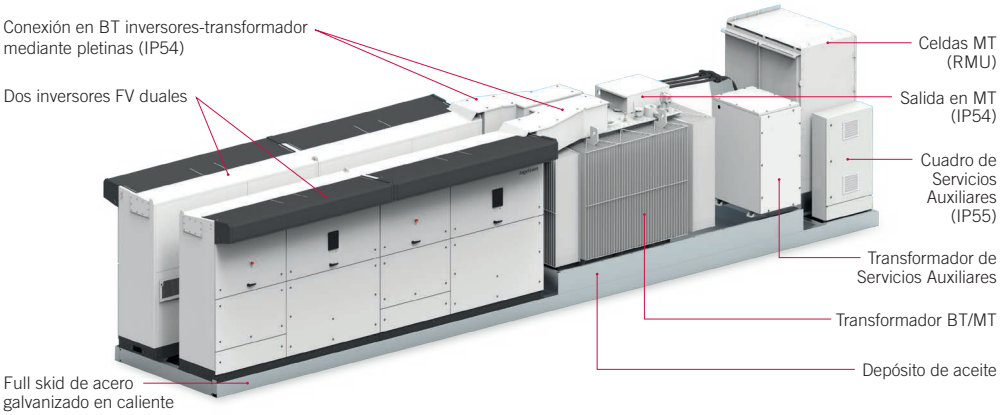
ACCESORIOS OPCIONALES

- Transformador de servicios auxiliares (hasta 50 kVA, Dyn11).
- UPS para monitorización (1,5 kVA, 30 min).
- Descargadores BT tipo I+II.
- Autoválvulas / descargadores de sobretensión en MT.
- Panel de distribución en baja tensión (IP55).
- Puesta en marcha de la planta.
- Sistema de comunicación de alta velocidad por Ethernet o fibra óptica, para una conexión Plug & Play con el SCADA o el control de planta.
- INGECON® SUN StringBox con 16, 24 o 32 strings de entrada. Cajas de strings inteligentes o pasivas.
- Medición de la energía consumida por los servicios auxiliares y de la energía producida.
- Relé de monitorización del aislamiento para sistemas IT.
- Regulación de la potencia reactiva cuando no hay potencia fotovoltaica.
- Puesta a tierra del campo FV.

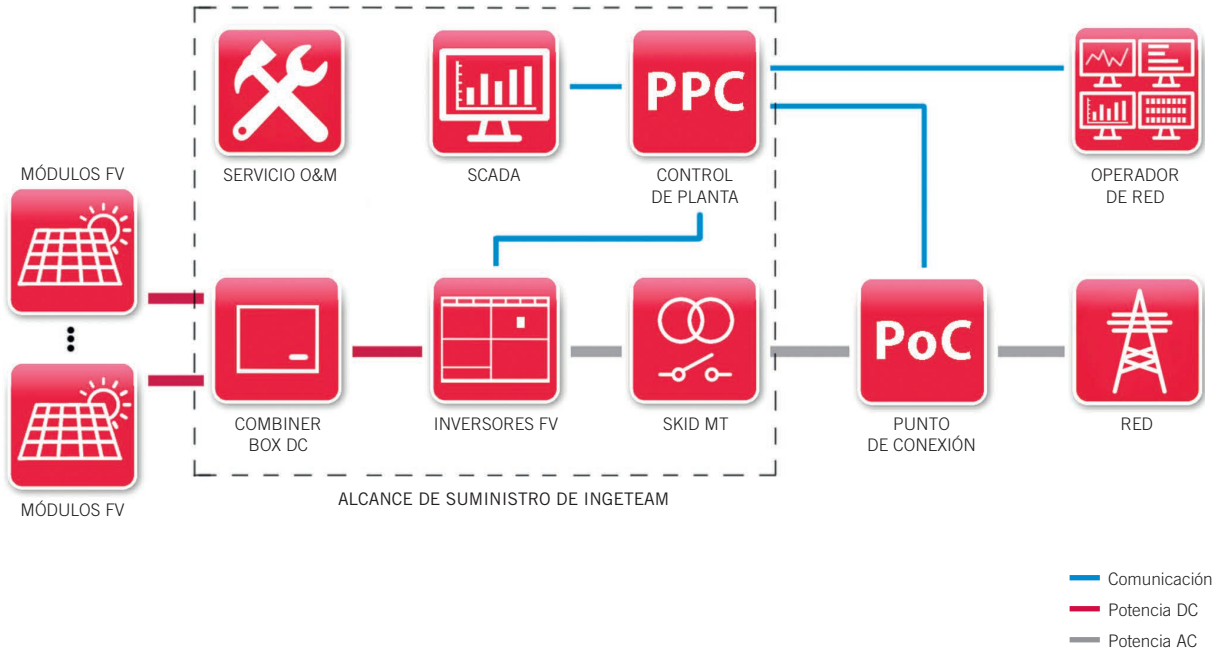
ELEMENTOS ESTÁNDAR

- Hasta cuatro inversores con una potencia de salida de 7,2 MVA.
- Transformador BT/MT de aceite herméticamente sellado hasta 36 kV.
- Celdas MT 1L1A (2L1A opcional).
- Depósito de aceite.
- Perfilería metálica para instalar equipos en BT.
- Mínimos trabajos de instalación en campo.

COMPONENTES



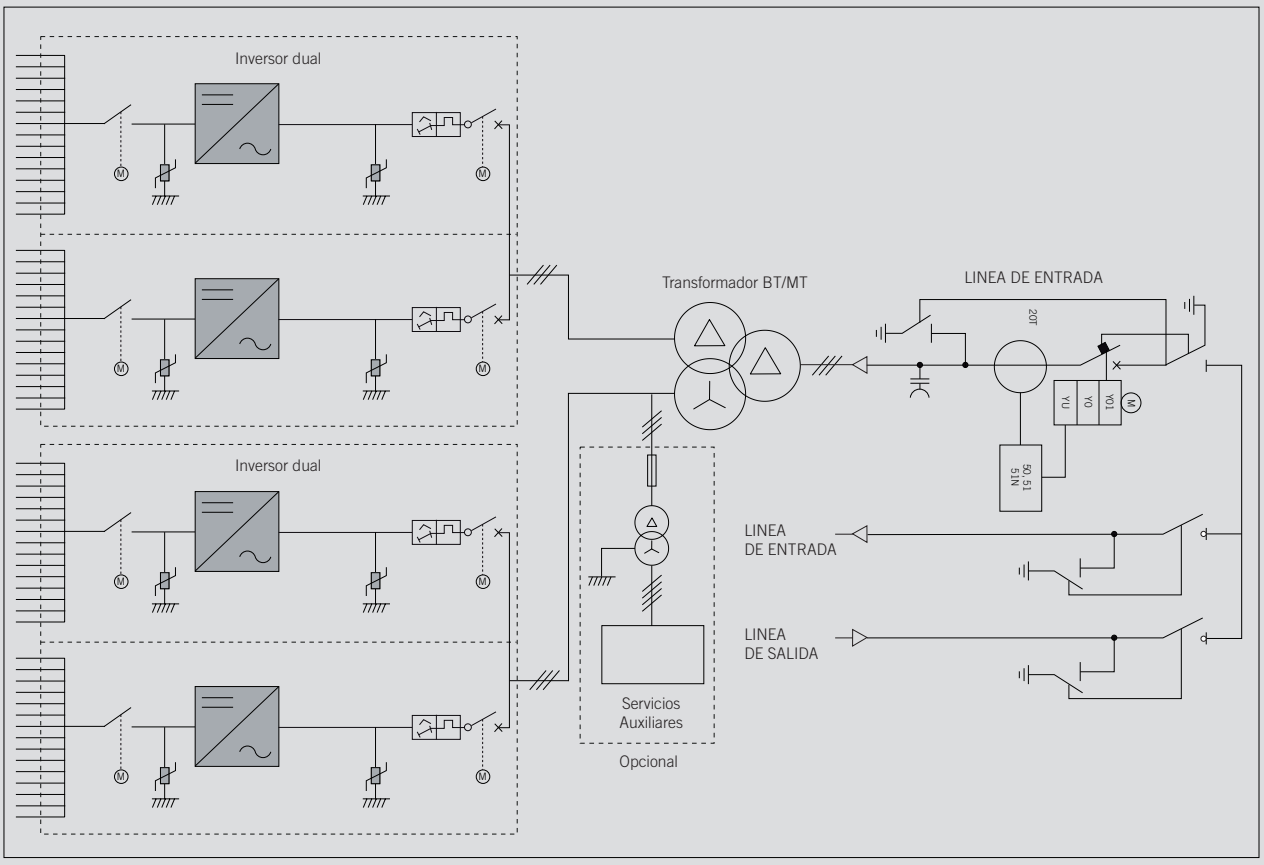
CONFIGURACIÓN DE PLANTA



	1800 FSK Serie B	3600 FSK Serie B	5400 FSK Serie B	7200 FSK Serie B
Información general				
Número de inversores	1	2	3	4
Potencia máx. @30 °C / 86 °F[1]	1.793 kVA	3.586 kVA	5.379 kVA	7.172 kVA
Rango de temperatura	desde -20 °C hasta +50 °C			
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100%			
Altitud máxima	3.000 msnm (limitación de potencia a partir de 1.000 msnm)			
Transformador BT / MT				
Media tensión	Desde 20 kV hasta 35 kV, 50-60 Hz			
Sistema de refrigeración	ONAN			
Mínimo PEI (Peak Efficiency Index)[2]	99,40%			
Grado de protección	IP54			
Celdas MT				
Media tensión	24 kV / 36 kV / 40,5 kV			
Corriente nominal	630 A			
Sistema de refrigeración	Ventilación natural			
Grado de protección	IP54			
Equipación				
Cuadro de servicios auxiliares	Versión estándar (sistema de monitorización opcional)			
Transformador BT/MT	Transformador inmerso en aceite herméticamente sellado			
Celdas MT	Celdas 1L1A (2L1A opcional)			
Información mecánica				
Tipo de estructura	Skid de acero galvanizado			
Dimensiones Full Skid (largo x ancho x alto)	8.570 x 2.100 x 2.460 mm	11.390 x 2.100 x 2.460 mm	11.390 x 2.100 x 2.460 mm	11.390 x 2.100 x 2.460 mm
Full Skid	13 T	16 T	19 T	25 T
Normativa	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1			

Notas: [1] Potencia máxima calculada con el modelo de inversor INGECON® SUN 1800TL B690. Para otros modelos de inversor, contacte con el departamento comercial del área Solar de Ingeteam
[2] Para instalaciones en Europa, diseño ECO según la norma EU 548/2014 y EU 2019/1783.

Configuración con cuatro inversores FV Serie B



CE

Ingeteam

Ingeteam Power Technology, S.A.
Avda. Ciudad de la Innovación, 13
31621 Sarriguren (Navarra) - España
Tel.: +34 948 288 000
Fax: +34 948 288 001
e-mail: solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam S.r.l.
Via Emilia Ponente, 232
48014 Castel Bolognese (RA) - Italia
Tel.: +39 0546 651 490
Fax: +39 054 665 5391
e-mail: italia.energy@ingeteam.com

Ingeteam SAS
La Naurouze B - 140 rue Carmin
31670 Labège - Francia
Tel.: +33 (0)5 61 25 00 00
Fax: +33 (0)5 61 25 00 11
e-mail: france@ingeteam.com

Ingeteam INC.
3550 W. Canal St.
Milwaukee, WI 53208 - EEUU
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190
Fax: +1 (414) 342 0736
e-mail: solar.us@ingeteam.com

Ingeteam, a.s.
Technologická 371/1
70800 Ostrava - Pustkovec
República Checa
Tel.: +420 59 747 6800
Fax: +420 59 732 6899
e-mail: czech@ingeteam.com

Ingeteam Shanghai, Co. Ltd.
Shanghai Trade Square, 1105
188 Si Ping Road
200086 Shanghai - China
Tel.. +86 21 65 07 76 36
Fax: +86 21 65 07 76 38
e-mail: shanghai@ingeteam.com

Ingeteam, S.A. de C.V.
Leibnitz Ext 13 Int 1102, Colonia Anzures
11590 - Miguel Hidalgo
Ciudad de México - México
Tel.: +52 81 8311 4858
Fax: +52 81 8311 4859
e-mail: northamerica@ingeteam.com

Ingeteam Ltda.
Rua Estácio de Sá, 560
Jd. Santa Genebra
13080-010 Campinas/SP - Brasil
Tel.: +55 19 3037 3773
e-mail: brazil@ingeteam.com

Ingeteam Pty Ltd.
Unit 2 Alphen Square South
16th Road, Randjiespark
Midrand 1682 - Sudáfrica
Tel.: +2711 314 3190
Fax: +2711 314 2420
e-mail: southafrica@ingeteam.com

Ingeteam SpA
Los militares 5890, Torre A, oficina 401
7560742 - Las Condes
Santiago de Chile - Chile
Tel.: +56 2 29574531
e-mail: chile@ingeteam.com

Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.
2nd Floor, 431
Udyog Vihar, Phase III
122016 Gurgaon (Haryana) - India
Tel.: +91 124 420 6491-5
Fax: +91 124 420 6493
e-mail: india@ingeteam.com

Ingeteam Sp. z o.o.
Ul. Koszykowa 60/62 m 39
00-673 Warszawa - Polonia
Tel.: +48 22 821 9930
Fax: +48 22 821 9931
e-mail: polska@ingeteam.com

Ingeteam Australia Pty Ltd.
iAccelerate Centre, Building 239
Innovation Campus, Squires Way
North Wollongong, NSW 2500 - Australia
Tel.: +61 429 111 190
e-mail: australia@ingeteam.com

Ingeteam Panama S.A.
Av. Manuel Espinosa Batista,
Ed. Torre Internacional
Business Center, Apto./Local 407
Urb.C45 Bella Vista
Bella Vista - Panamá
Tel.: +50 761 329 467

Ingeteam Service S.R.L.
Bucuresti, Sector 2,
Bulevardul Dimitrie Pompeiu Nr 5-7
Cladirea Hermes Business
Campus 1, Birou 236, Etaj 2
Rumanía
Tel.: +40 728 993 202

Ingeteam Philippines Inc.
Office 2, Unit 330, Milelong Bldg.
Amorsolo St. corner Rufino St.
1230 Makati
Gran Manila - Filipinas
Tel.: +63 0917 677 6039

Ingeteam Power Technology, S.A.
Level 1, Al Bateen Tower C6 Bainunah
ADIB Building, Street 34
PO BOX 30010 - Abu Dhabi
Emiratos Árabes Unidos
Tel.: +971 50 125 8244

Ingeteam Vietnam Ltd.
Spaces - 28A Tran Hung Dao Street
Phan Chu Trinh Ward
Hoan Kiem District
Ha Noi City - Vietnam
Tel.: +84 24 71014057
e-mail: vietnam@ingeteam.com

Ingeteam Uruguay, S.A.
Avenida 18 de Julio, 1474, Piso 12
11200, Montevideo - Uruguay
Tel.: +598 934 92064



TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV y EN.

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

CPR COMPLIANT
Construction Products Regulation
EN 50575

D_{ca} - s2, d2, a2

DISEÑO

Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible)

según UNE-EN 60228
e IEC 60228.

Aislamiento

Goma libre de halógenos

Cubierta

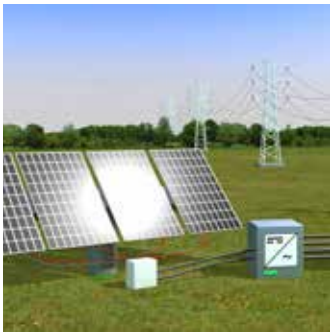
Goma libre de halógenos de color negro o rojo.

APLICACIONES

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








CARACTERÍSTICAS

Características eléctricas

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

Norma de referencia

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

Certificaciones

Certificados

CE
TÜV
EN
RoHS

D_{ca}- s2, d2, a2

Características térmicas

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

Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
Reacción al fuego CPR: D_{ca}- s2, d2, a2 según la norma EN 50575.

Características mecánicas

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

Características químicas

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

Resistencia a los rayos Ultravioleta

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

Presencia de agua

Presencia de agua: AD8 sumergida.

Vida útil

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

Otros

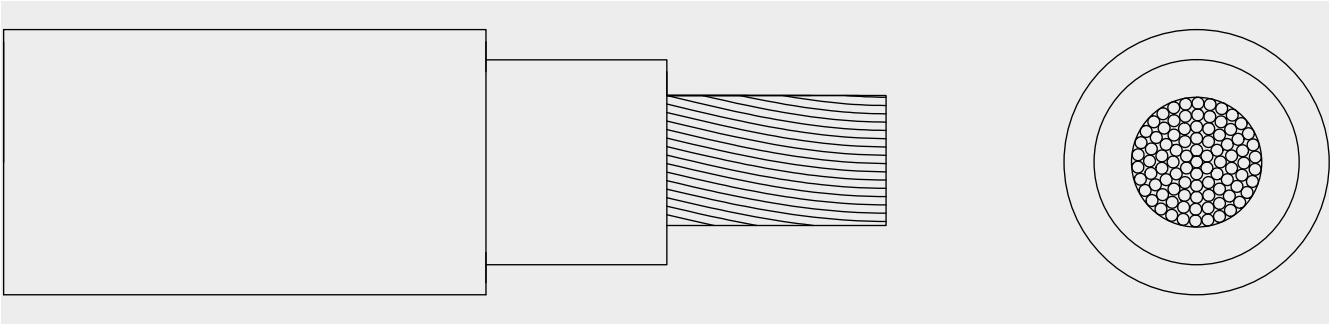
Marcaje: metro a metro.

Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.

Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.



DIMENSIONES

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

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

Para más información: ventas@topcable.com

TOPSOLAR® PV Al 1500 V

Aluminium PV cable.

ACCORDING TO: IEC 60502-1

100% Green Energy Cable Production



E_{ca}

APPLICATION

TOPSOLAR® PV DC Feeder Aluminium cable is suitable for all types of underground and open air solar installations. This cable is recommended for connections between string boxes and photovoltaic inverters in large scale rooftops or ground farms.

- Solar PV installations.
- Heavy impact and armoured versions also available.

CONSTRUCTION

Conductor

Aluminium conductor, class 2 according to EN 60228 and IEC 60228.

Insulation

Cross-linked polyethylene insulation, type XLPE according to IEC 60502-1. Natural colour.

Outer sheath

Special UV resistant PVC, type ST2 according to IEC 60502-1. Black colour.

CHARACTERISTICS

Electrical performance

Low voltage: 1,5/1,5 (1,8) kV DC according to EN 50618.

1,8/3 (3,6) kV AC according to IEC 60502-1.

Thermal performance

Maximum service temperature: 90°C.

Maximum short-circuit temperature: 250°C (max. 5 s).

Minimum service temperature: -40°C (fixed and protected installations).

Minimum installation and handling temperature: 0°C (on cable surface).

Fire performance

Flame non-propagation according to EN 60332-1 and IEC 60332-1.

Reaction to fire CPR: E_{ca}, according to EN 50575

Reduced halogen emission. Chlorine <15%.

Mechanical performance

Minimum bending radius: 5x cable diameter.

Impact resistance: AG2 Medium severity.

Environmental performance

Chemical resistance: Good.

Grease & mineral oils resistance: Good.

UV Resistant according to EN 50618 and HD 605/A1.

Water resistance: AD8 Submersion.

STANDARDS / COMPLIANCE

According to

IEC 60502-1

Standards and approvals

CE / RoHS.

CPR (Construction Products Regulation)

E_{ca}

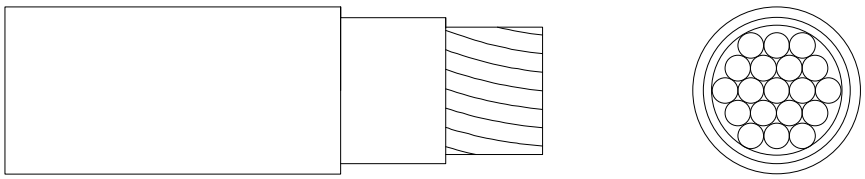
sales@topcable.com | www.topcable.com

© 2021 Top Cable - Version 15 - 09.06.2021 | Issued JAM

Top Cable reserves the right to carry out any modification to the data sheets whatsoever without giving previous notice. All renders, specifications and particulars of weights, size and dimensions contained in this documentation is indicative only and shall not be binding on Top Cable.

TOPSOLAR® PV
Al 1500 V

DIMENSIONES E INTENSIDADES ADMISIBLES



Sección (mm^2)	Diámetro (mm)	Peso (kg/km)	R_{20}°C (Ω/km)	Aire libre (A) [1]	Enterrado (A) [2]	Caída tensión (V/A · km)
1 x 16	11,1	140	1,910	87	76	4,894
1 x 25	12,2	175	1,200	121	98	3,075
1 x 35	13,4	215	0,868	150	117	2,225
1 x 50	14,5	255	0,641	184	139	1,643
1 x 70	16,6	340	0,443	237	170	1,135
1 x 95	17,7	425	0,320	289	204	0,820
1 x 120	19,3	520	0,253	337	233	0,648
1 x 150	20,7	610	0,206	389	261	0,528
1 x 185	22,5	740	0,164	447	296	0,420
1 x 240	24,9	930	0,125	530	343	0,320
1 x 300	27,0	1.095	0,100	613	386	0,256
1 x 400	30,0	1.395	0,0778	740	444	0,199
1 x 500	34,3	1.755	0,0605	856	510	0,155
1 x 630	38,4	2.225	0,0469	996	588	0,120
2 x 240	50,2	3.510	0,125	470	343	0,320
3 x 1 x 240	53,5	2.810	0,125	466	257	0,320
4 x 95	42,0	2.300	0,320	257	204	0,820
4 x 120	46,1	2.800	0,253	300	233	0,648
4 x 150	49,3	3.320	0,206	346	261	0,528
4 x 1 x 120	46,5	2.100	0,253	296	195	0,648
4 x 1 x 150	49,9	2.465	0,206	342	196	0,528
4 x 1 x 240	60,0	3.745	0,125	466	257	0,320

[1] Método de referencia F para cables unipolares y método E para cables multiconductores según IEC 60364-5-52 al aire libre a 30 °C de temperatura ambiente.
[2] Método de referencia D2 según IEC 60364-5-52. Directamente enterrados a 0,7 m de profundidad con una resistividad térmica del suelo de 2,5 K-m/W y 20°C de temperatura del suelo.
[3] A temperatura máxima de servicio y cosφ=1.
Para todos los cables se supone un circuito monofásico.

© 2021 Top Cable - Revisión 15 - 09.06.2021 | Emitido por JAM

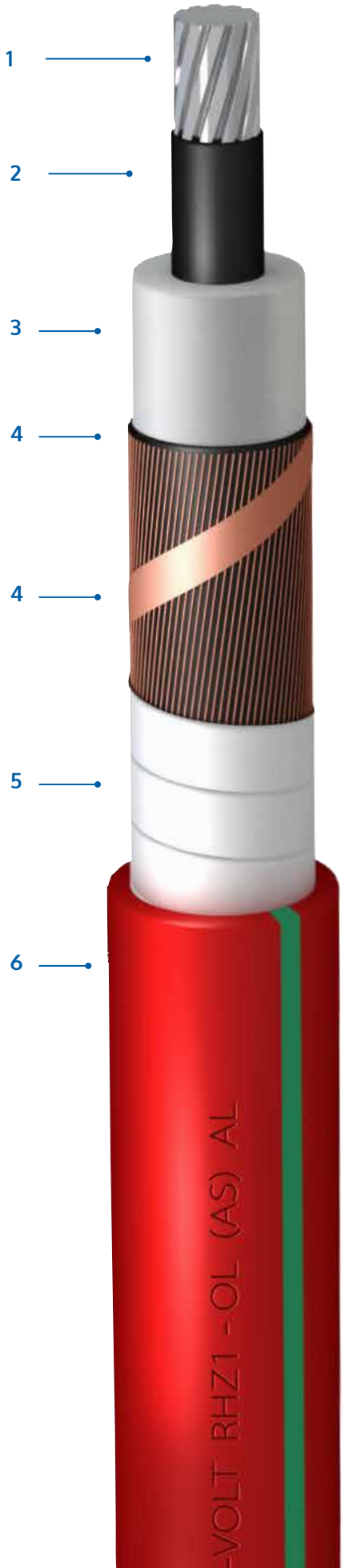
Top Cable se reserva el derecho de realizar cualquier modificación en las fichas técnicas sin previo aviso. Todos los rendimientos, especificaciones y datos de pesos, tamaños y dimensiones contenidos en esta documentación son meramente indicativos y no serán vinculantes para Top Cable.

Top Cable

X-VOLT RHZ1 (AS) AL/OL/2OL

Cable de Media Tensión de aluminio, con aislamiento de XLPE, libre de halógenos y no propagador del incendio.

Norma de referencia: UNE-HD 620-10E (tipo 10E-1) / IEC 60502-2.



DISEÑO

1. Conductor

Conductor de aluminio, clase 2, según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

Opcionalmente, con obturación longitudinal (cables tipo -2OL)."

2. Pantalla semiconductora interna

Material semiconductor termoestable aplicado sobre el conductor.

3. Aislamiento

Polietileno reticulado (XLPE), en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión.

4. Pantalla semiconductora externa

Material semiconductor aplicado sobre el aislamiento. Pelable.

4. Pantalla metálica

Corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección mínima de 16 mm2.

5. Obturación longitudinal

Cinta higroscópica recubriendo totalmente la pantalla (cables tipo –OL y -2OL).

(Capa adicional)

(Eventual, en función de las configuraciones.)

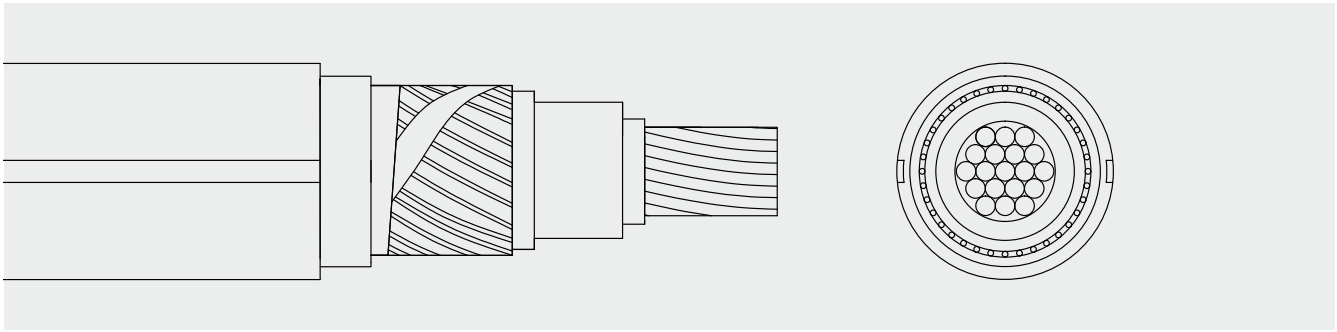
6. Cubierta exterior

Poliolefina ignifugada y libre de halógenos, de color rojo con dos franjas verdes.

APLICACIONES

Cable de aluminio para el transporte y distribución de energía en redes de media tensión. Libre de halógenos. Cable de alta seguridad (AS) no propagador del incendio.





CARACTERÍSTICAS

Características eléctricas

MEDIA TENSIÓN 6/10 kV, 8,7/15 kV, 12/20 kV y 18/30 kV.

Norma de referencia

UNE-HD 620-10E (tipo 10E-1) / IEC 60502-2.

Normas y certificaciones

Certificados

AENOR

Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 90°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -15 °C

Características frente al fuego

No propagación de la llama: según UNE-EN 60332-1.
No propagación del incendio:
según UNE-EN 60332-3-23 (cat.B)
Libre de halógenos: según UNE-EN 60754.
Baja emisión de humos: según UNE-EN 61034.

Características mecánicas

Radio de curvatura: 15 x diámetro exterior.
Resistencia a abrasión
Resistencia al desgarro

Características químicas

Resistencia a los rayos ultravioleta: UNE 211605.

Otros

Marcaje: metro a metro.

Condiciones de instalación

Al aire
Enterrado
Entubado
En galerías

Aplicaciones

Redes de distribución.



Intensidades máximas admisibles según UNE 211 435.
Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en la Norma UNE 211 435.
Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable.
Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com

DIMENSIONES

6 / 10 kV

Sección (mm2)	DIMENSIONES				DATOS ELÉCTRICOS		INTENSIDADES MÁXIMAS	
	Ø Cond. (mm)	Ø Ais. (mm)	Ø Ext. (mm)	Peso (Kg/Km)	X (Ω/km a 50 Hz)	C (µzF/km)	Al aire (40°C) (A)	Enterrados (25°C) (A)
1x50	8,3	16,5	30,6	967	0,141	0,245	170	140
1x70	9,8	18,0	32,1	1071	0,134	0,275	210	170
1x95	11,3	19,5	33,6	1183	0,128	0,304	255	205
1x120	12,6	20,8	34,9	1301	0,123	0,329	295	235
1x150	14,0	22,2	36,3	1407	0,119	0,357	335	260
1x185	15,6	23,8	38,9	1635	0,117	0,388	385	295
1x240	18,0	26,2	41,3	1859	0,111	0,434	455	345
1x300	20,3	28,5	43,6	2106	0,107	0,478	520	390
1x400	23,4	31,6	46,7	2436	0,103	0,538	610	445
1x500	27,0	35,2	50,3	2836	0,098	0,608	720	510
1x630	32,0	40,2	55,3	3449	0,094	0,704	840	580
1x800	34,0	42,2	57,3	3920	0,092	0,742	975	665
1x1000	39,0	47,2	62,3	4724	0,089	0,838	1130	755

8,7 / 15 kV

1x50	8,3	18,7	32,8	1070	0,145	0,199	170	140
1x70	9,8	20,2	34,3	1179	0,138	0,221	210	170
1x95	11,3	21,7	35,8	1295	0,132	0,243	255	205
1x120	12,6	23,0	37,5	1444	0,128	0,263	295	235
1x150	14,0	24,4	38,9	1555	0,123	0,283	335	260
1x185	15,6	26,0	41,1	1765	0,120	0,307	385	295
1x240	18,0	28,4	43,5	1997	0,115	0,342	455	345
1x300	20,3	30,7	45,8	2251	0,110	0,376	520	390
1x400	23,4	33,8	48,9	2590	0,105	0,421	610	445
1x500	27,0	37,4	52,5	3003	0,101	0,474	720	510
1x630	32,0	42,4	57,5	3631	0,096	0,547	840	580
1x800	34,0	44,4	59,5	4109	0,094	0,576	975	665
1x1000	39,0	49,4	64,5	4929	0,091	0,648	1130	755

12 / 20 kV

1x50	8,3	20,7	34,8	1169	0,149	0,172	170	140
1x70	9,8	22,2	36,7	1308	0,142	0,191	210	170
1x95	11,3	23,7	38,2	1431	0,136	0,209	255	205
1x120	12,6	25,0	40,1	1599	0,132	0,225	295	235
1x150	14,0	26,4	41,5	1716	0,127	0,242	335	260
1x185	15,6	28,0	43,1	1890	0,123	0,261	385	295
1x240	18,0	30,4	45,5	2128	0,117	0,290	455	345
1x300	20,3	32,7	47,8	2389	0,113	0,318	520	390
1x400	23,4	35,8	50,9	2737	0,108	0,355	610	445
1x500	27,0	39,4	54,5	3160	0,103	0,398	720	510
1x630	32,0	44,4	59,5	3803	0,098	0,458	840	580
1x800	34,0	46,4	61,5	4287	0,096	0,482	975	665
1x1000	39,0	51,4	66,5	5121	0,093	0,542	1130	755

18 / 30 kV

1x50	8,3	25,7	40,2	1472	0,158	0,134	170	140
1x70	9,8	27,2	42,3	1642	0,151	0,147	210	170
1x95	11,3	28,7	43,8	1776	0,145	0,160	255	205
1x120	12,6	30,0	45,1	1914	0,139	0,171	295	235
1x150	14,0	31,4	46,5	2041	0,135	0,183	335	260
1x185	15,6	33,0	48,1	2226	0,130	0,197	385	295
1x240	18,0	35,4	50,5	2482	0,124	0,217	455	345
1x300	20,3	37,7	52,8	2759	0,119	0,236	520	390
1x400	23,4	40,8	55,9	3130	0,114	0,262	610	445
1x500	27,0	44,4	59,5	3579	0,109	0,292	720	510
1x630	32,0	49,4	64,5	4257	0,103	0,333	840	580
1x800	34,0	51,4	66,5	4756	0,101	0,350	975	665
1x1000	39,0	56,4	71,5	5626	0,097	0,391	1130	755

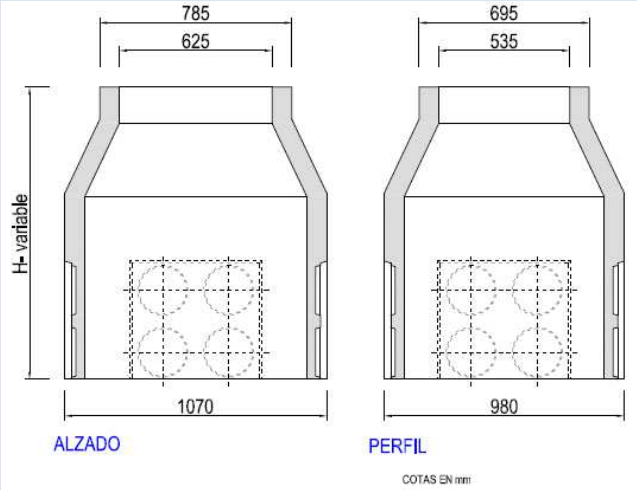
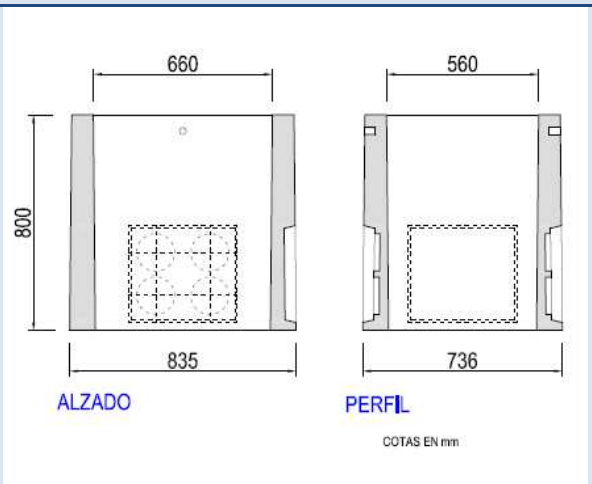
PREFABRICADOS SAN BLAS, S.A.
C.I.F. A-18047720

UNE EN ISO 9001
EMPRESA
CERTIFICADA
Nº DCA-1243-AQ-2002

SANBLAS Nº 80 • 18.650 DÚRCAL (GRANADA) TELÉF.: 958781072- • FAX: 958780304 www.prefabricadossanblas.com E-mail:info@prefabricadossanblas.com

FICHA DE CARACTERISTICAS TÉCNICA

ARQUETAS ELECTRICIDAD tipo A1

CROQUIS	MODELO	DIM. BOCA (mm)		PESO (kg)	USO
		Long.	Anch.		
	Tipo A-1 H-80	625	535	480	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 H-105	625	535	620	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 H-120	625	535	760	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 H-150	625	535	970	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 RECTA H-80	660	560	450	Canalizaciones subterráneas de MT y BT

Edición:	01	Fecha:	19/06/2013

Nota: Estas especificaciones pueden sufrir modificaciones como consecuencia de cambios en la normativa vigente o bien por mejoras de las mismas.

PREFABRICADOS SAN BLAS, S.A.

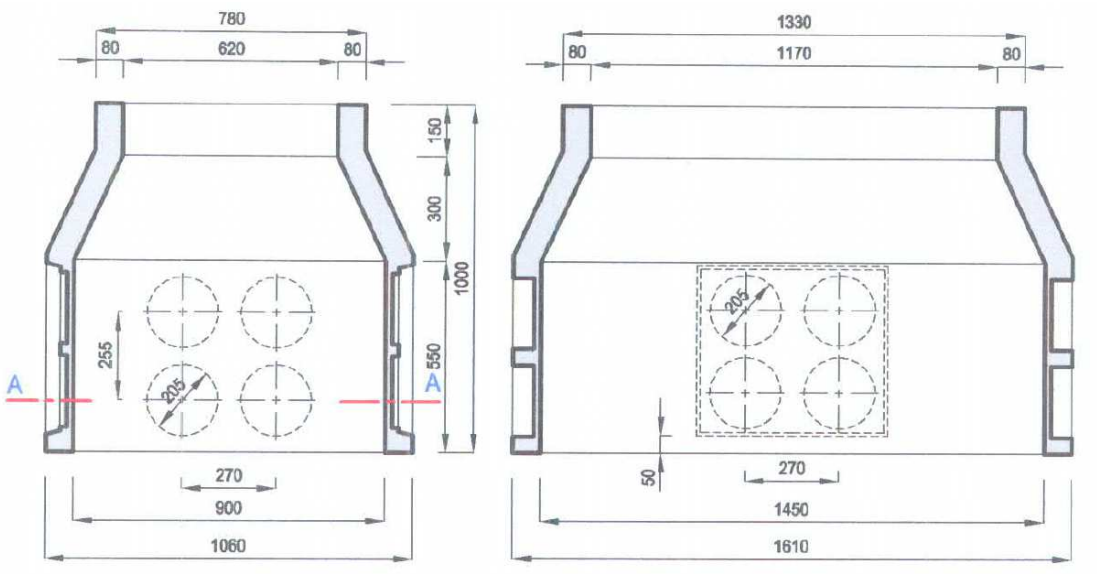
C.I.F. A-18047720

UNE EN ISO 9001
EMPRESA
CERTIFICADA

Nº DCA-1243-AQ-2002

SANBLAS Nº 80 • 18.650 DÚRCAL (GRANADA) TELÉF.: 958781072- • FAX: 958780304 www.prefabricadossanblas.com E-mail:info@prefabricadossanblas.com

FICHA DE CARACTERISTICAS TÉCNICAS



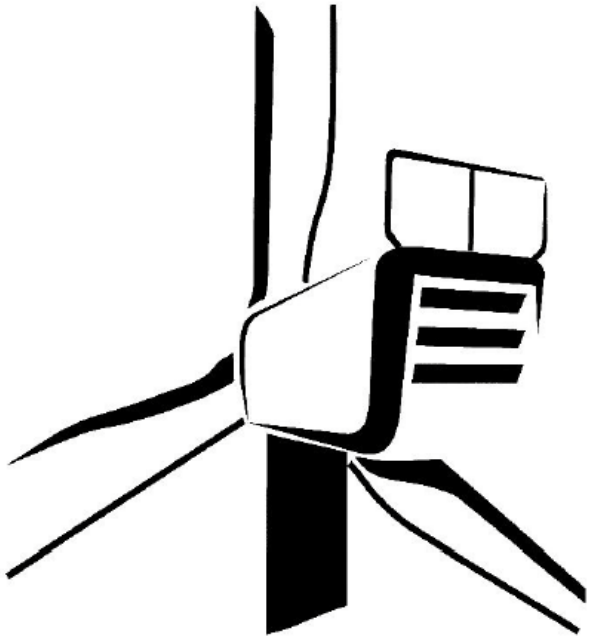


ARQUETA DE HORMIGON Tipo A-2

MODELO	USO	DIMENSIONES DE LA BOCA (mm)		PESO (kg)	RESISTENCIA CARACTERISTICA DEL HORMIGON
		Longitud	Anchura		
Tipo A-2 H-100	Canalizaciones subterraneas de MT y BT	1170	620	840	> 300 kg/cm2
Edición:	01		**Fecha:**	19/06/2013	

Nota: Estas especificaciones pueden sufrir modificaciones como consecuencia de cambios en la normativa vigente o bien por mejoras de las mismas.

2. Instalación Eólica



- Translation of the original document (2030462DE, rev. 01) -
This is a translation from German. In case of doubt, the German text shall prevail.

Language: EN - English
Department: Engineering/CPS/Processes & Documents

Done	Reviewed	Approved
KDE 16-03-2023	A.G.L. 16-03-2023	JIL 16-03-2023

© 2023 NORDEX GROUP. All rights reserved.

This document, including any presentation of its contents in whole or in part, is the intellectual property of Nordex Energy SE & Co. KG. The information contained in this document is intended exclusively for Nordex employees and employees of trusted partners and subcontractors of Nordex Energy SE & Co. KG, Nordex SE and their affiliated companies as defined in section 15 et seq. of the German Stock Corporation Act (AktG) and must never (not even in extracts) be disclosed to third parties.

All rights reserved.

Any disclosure, duplication, translation or other use of this document or parts thereof, regardless if in printed, handwritten, electronic or other form, without the explicit approval of Nordex Energy SE & Co. KG is prohibited.

© 2023 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Manufacturer's address as per Machinery Directive:

Nordex Energy SE & Co. KG

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburg

Germany

Phone: +49 (0)40 300 30 -1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

http://www.nordex-online.com

Validity

Turbine generation	Product series	Product
Delta	Delta4000	N175/6.X

1. Structure 5
1.1 Tower 5
1.2 Rotor 6
1.3 Nacelle 6
1.4 Auxiliary systems 7
1.4.1 Automatic lubrication system 7
1.4.2 Heaters 7
1.4.3 E-chain hoist and crossbeam 7
1.4.4 Cooling system 8
2. Control and electrical system 9
2.1 Safety systems 9
2.2 Lightning/overvoltage protection, electromagnetic compatibility (EMC) 10
2.3 Medium-voltage system 10
2.4 Low-voltage grid types 11
2.5 Auxiliary power of the wind turbine 11
3. Options 12
4. Technical data 13
4.1 Technical design 13
4.2 Towers 14
4.3 Rotor and rotor blades 14
4.4 Nacelle 14
4.4.1 Rotor shaft 15
4.4.2 Brake and gearbox 15
4.4.3 E-chain hoist and crossbeam 15
4.5 Electrical system 16
4.5.1 Transformer 16
4.5.2 Medium-voltage switchgear 17
4.5.3 Generator 18
4.6 Cooling system 18
4.7 Pitch system 18
4.8 Yaw system 19
4.9 Corrosion protection 19
4.10 Automation systems 19

1. Structure

The Nordex N175/6.X wind turbine (WT) is a speed-variable wind turbine with a rotor diameter of 175 m and a nominal power of 6220 kW, which can be adapted dependent on location. The wind turbine is designed for class S in accordance with IEC 61400-1 or wind zone S in accordance with DIBt 2012 and is available in 50 Hz and 60 Hz variants.

A Nordex N175/6.X wind turbine consists of the following main components:

- Rotor with rotor hub, three rotor blades and the pitch system
- Nacelle with rotor shaft and bearing, gear, generator, Yaw system, medium voltage transformer and converter
- Tubular steel tower or hybrid tower with medium-voltage switchgear.

1.1 Tower

The wind turbine N175/6.X can be erected on a steel tower or on a hybrid tower. The tubular steel tower consists of several conical or cylindrical sections. This tower is bolted to the anchor cage embedded in the foundation. The bottom part of the hybrid tower consists of a concrete tower and the top part of a tubular steel tower.

A climbing assistance, e. g a service lift or a climb assist, the vertical ladder with fall protection system as well as resting and working platforms inside the tower allow for a weather-protected ascent to the nacelle.

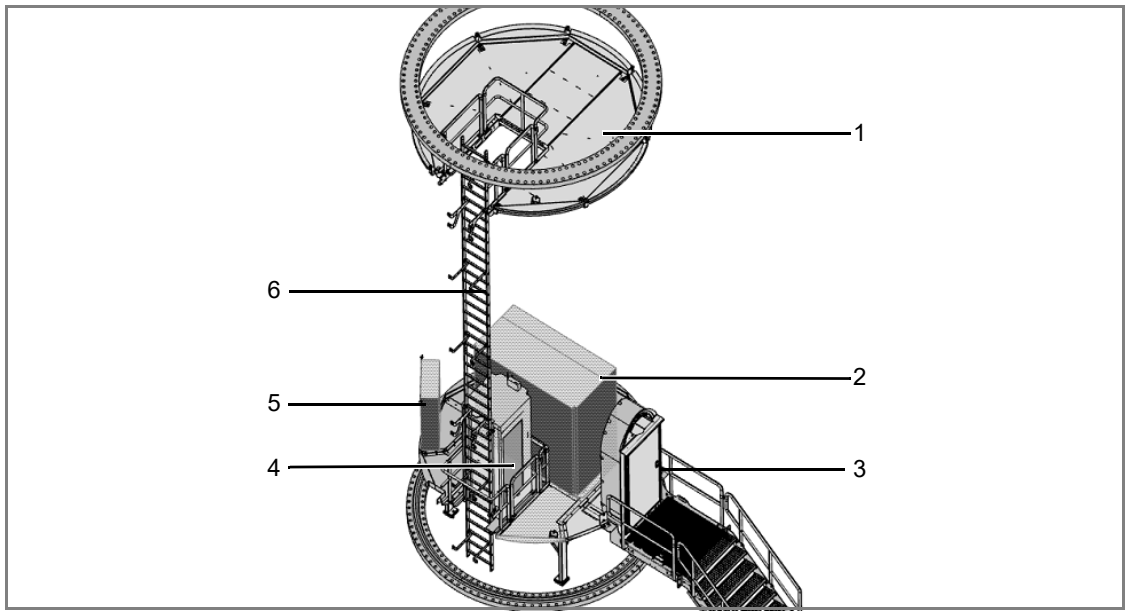


Fig. 1: Overview of installations in the bottom section of the steel tube tower with a vertical ladder (in case of a climb assist different image)

1 Flange platform
2 MV switchgear
3 Tower access
4 Tower service lift
5 Control cabinet
6 Ladder path

The foundation structure of all towers depends on the soil conditions at the intended location.

1.2 Rotor

The rotor consists of the rotor hub with three slewing bearings, the pitch system for blade adjustment and three rotor blades.

The **rotor hub** consists of a base element with support system and spinner. The base element consists of a stiff cast structure, on which the pitch bearings and the rotor blades are assembled. The rotor hub is covered with the spinner which enables the direct access from the nacelle into the rotor hub.

The **rotor blades** are made from high quality fiber glass- and carbon-fiber reinforced plastic. The rotor blade is tested statically and dynamically according to IECRE OD501 and OD501-1 with IEC 61400-23:2014.

The **pitch system** serves to adjust the pitch angle of the rotor blades set by the control system. For each individual rotor blade the pitch system comprises an electromechanical drive with rotary current motor, planetary gear and drive pinion, as well as a control unit with frequency converter and emergency power supply. Power supply and signal transfer are realized through a slip ring in the nacelle.

1.3 Nacelle

The nacelle contains essential mechanical and electric components of the wind turbine.

The **rotor shaft** transmits the rotary motion of the rotor to the gearbox and is mounted in the **rotor bearing** in the nacelle. A rotor lock is integrated in the rotor bearing housing, with which the rotor can be reliably locked in place mechanically.

With the mechanical **rotor brake** the rotor is locked during maintenance work. For this, a sufficient oil pressure is generated by the hydraulic pump.

The **gearbox** increases the rotor speed until it reaches the speed required for the generator. The bearings and gearings are continuously lubricated with oil. A combination filter element with coarse, fine and ultrafine filter retains solid particles. The control system monitors the contamination of the filter element. The gear oil used for lubrication also cools the gearbox. The temperatures of the gearbox bearings and the oil are continuously monitored. If the optimum operating temperature is not yet reached, a thermal bypass directs the gear oil directly back to the gearbox. Only when the gear oil temperature reaches a predetermined value is the transmission oil cooled by an oil / water cooler, which is located directly on the gearbox. As a result, the gear oil temperature is kept in a narrow temperature range during operation.

The **coupling** acts as force-transmitting connection between the gearbox and the generator.

The **generator** is a 6-pole doubly-fed induction machine. The generator has a built-on air-water heat exchanger and is connected to the cooling circuit.

The **converter** connects the electrical grid to the generator which means the generator can be operated with variable rotational speeds.

The **transformer** converts the low voltage of the generator-converter system into medium voltage of the wind farm grid. The transformer is cooled by the connection to the cooling circuit.

In the **switch cabinet**, all electrical components required for the control and supply of the turbine are located.

The cooling water is re-cooled by a **passive cooler** on the nacelle roof.

The **yaw drives** optimally rotate the nacelle into the wind. The yaw drives are located on the machine frame in the nacelle. A yaw drive consists of an electric

motor, multi-stage planetary gear, and a drive pinion. The drive pinions mesh with the external gearing of the yaw bearing. In the aligned position the nacelle is held with the yaw drives.

All nacelle assemblies are protected against wind and weather conditions by means of a **nacelle housing**.

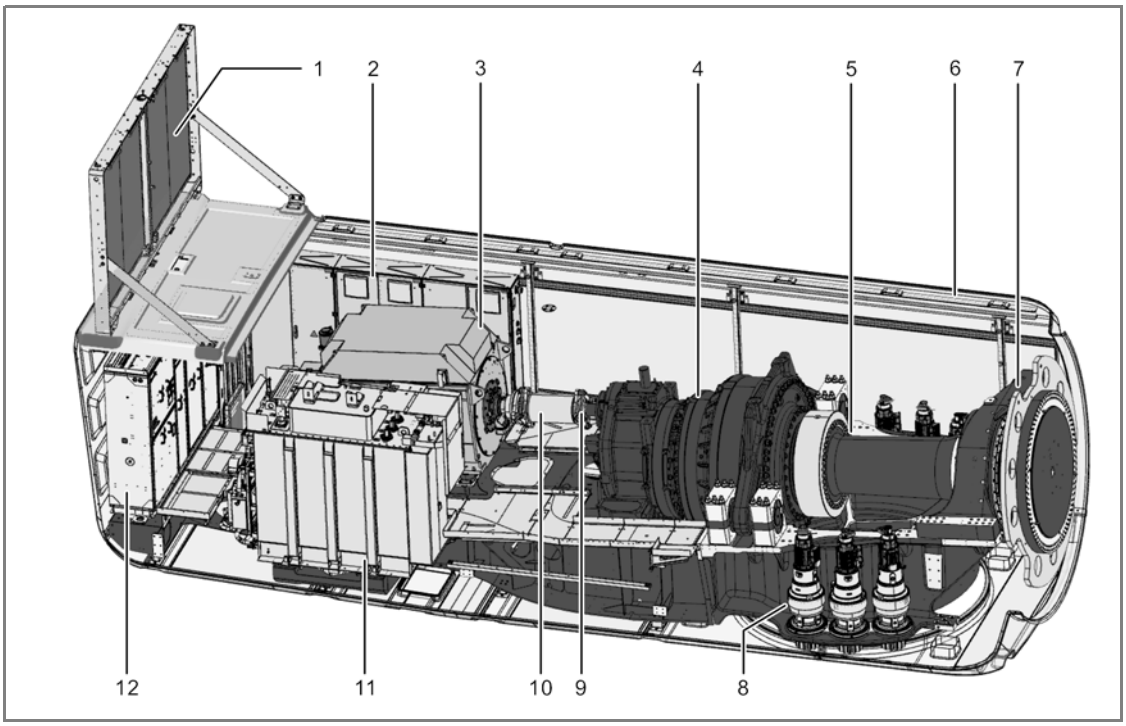


Fig. 2: Schematic diagram of the nacelle, example

1 Passive cooler
2 Switch cabinet
3 Generator
4 Gearbox
5 Rotor shaft
6 Nacelle housing
7 Rotor bearing
8 Yaw drives
9 Rotor brake
10 Coupling
11 Transformer
12 Converter

1.4 Auxiliary systems

1.4.1 Automatic lubrication system

Generator bearing, gearing of the pitch bearings, rotor bearing and gearing of the yaw bearing are each equipped with an **automatic lubrication system**.

1.4.2 Heaters

Gearbox, generator, cooling circuit and all relevant switch cabinets are equipped with **heaters**.

1.4.3 E-chain hoist and crossbeam

An electric **chain hoist** is installed in the nacelle which is used for lifting tools, components and other work materials from the ground into the nacelle.

A crossbeam including a sliding trolley is prepared for the use of a manual chain hoist to move the materials within the nacelle.

1.4.4 Cooling system

Two separate cooling circuits ensure cooling of the large components. Converter and gearbox are cooled in one cooling circuit and generator and transformer in the other.

Both cooling circuits are connected to passive coolers on the nacelle roof, in which the water is recooled.

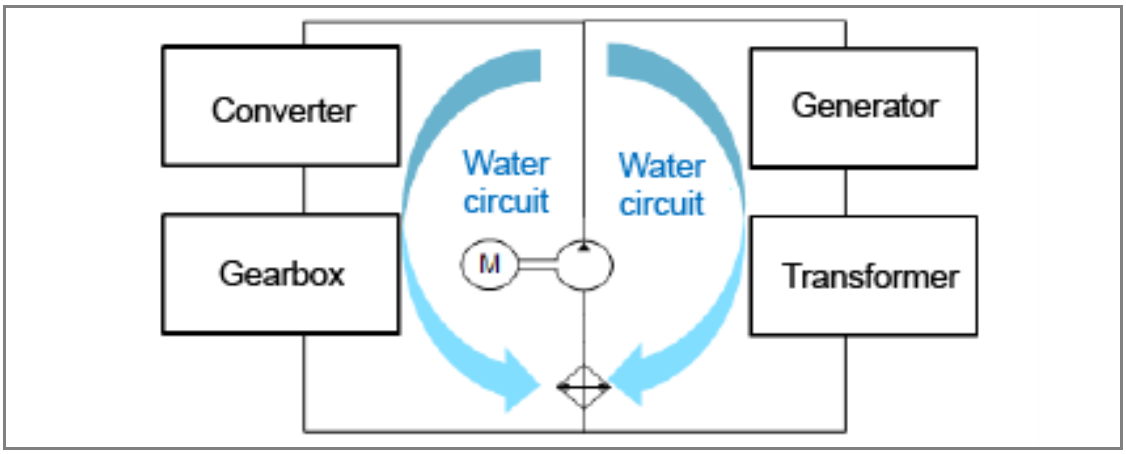


Fig. 3: Schematic representation of the cooling circuit

2. Control and electrical system

The WT operates automatically. A programmable logic controller (PLC) continuously monitors the operating parameters using various sensors, compares the actual values with the corresponding setpoints and issues the required control signals to the WT components. The operating parameters are specified by Nordex and are adapted to the individual location. The controller is located in a control cabinet in the tower base.

When there is no wind the WT remains in idle mode. Only various auxiliary systems are operational or activated as required: e.g., heaters, gear lubrication or PLC, which monitors the data from the wind measuring system. All other systems are switched off and do not use any energy. The rotor idles. When the cut-in wind speed is reached, the WT changes to the "ready for operation" condition. Now all systems are tested, the nacelle turns into the wind and the rotor blades turn into the wind. When a certain speed is reached, the generator is connected to the grid and the WT produces electrical energy.

At low wind speeds the WT operates at part load. The rotor blade remain turned into wind to the maximum extent. The power produced by the WT depends on the wind speed.

When the nominal wind speed is reached, the WT switches over to the nominal load range. If the wind speed continues to increase, the speed control changes the rotor blade angle so that the rotor speed and thus the power output of the WT remain constant.

The yaw system ensures that the nacelle is always optimally aligned to the wind. To this end two separate wind measuring systems on the nacelle measure the wind direction. Only one wind measuring system is used for the control system, while the second system monitors the first and takes over in case the first system fails. If the wind direction measured deviates too much from the nacelle alignment, the nacelle is yawed into the wind.

The wind energy absorbed from the rotor is converted into electrical energy using a doubly-fed induction machine with slip ring rotor. Its stator is connected directly, and the rotor via a specially controlled frequency converter, to the MV transformer which connects the turbine to the grid. Only part of the power needs to be routed via the converter, permitting low electrical system losses.

2.1 Safety systems

Nordex wind turbines are equipped with technical equipment and devices that protect people and systems and ensure permanent operation. The entire turbine is designed in accordance with the Machinery Directive 2006/42/EC and certified as per IEC 61400.

Safety-relevant parameters in the system control are monitored continuously. Here, the sensor data of the safe sensors are transmitted via a safe bus system to the safe controller for evaluation. If specified parameters are exceeded, the system is stopped via actuators and set to a safe state.

Depending on the cut-out cause, different brake programs are triggered. In event of external causes, such as excessive wind speeds or below operating temperatures, the wind turbine is gently braked by means of rotor blade adjustment. Other safety functions are used to stop drives safely for maintenance work.

2.2 Lightning / overvoltage protection, electromagnetic compatibility (EMC)

The lightning/surge protection of the wind turbine is based on the EMC-compliant lightning protection zone concept, which comprises the implementation of internal and external lightning/surge protection measures under consideration of the standard IEC 61400-24. The wind turbine is designed according to lightning protection class I.

The wind turbine with the electrical equipment, consumers, the measurement, control, protection, information and telecommunication technology meets the EMC requirements according to IEC 61400-1.

2.3 Medium-voltage system

The medium voltage components are used to connect a WT to the wind farm medium-voltage grid or the local grid operator. The tower base contains the **MV switchgear**. It consists of a transformer field with circuit breakers and at least one ring cable field as default and up to three ring cable fields as an option (dependent on the wind farm configuration). The transformer panel consists of a vacuum circuit breaker and the disconnector with ground switch. The ring cable panel consist of a switch disconnector with a ground switch. The entire MV switchgear is assembled on a support/adapter frame.

Further characteristics of the MV switchgear:

- Routine tests of each switchgear in compliance with IEC 62271-200
- Type tested, SF6 insulation
- Internal switchgear for self-contained electrical systems (min. IP2X)
- SF-6 tank: metal-clad, metal-enclosed (min. IP65), independent of environmental influences
- Switch positions shown "On - Off - Grounded"
- Test terminal strip for secondary test
- Low-maintenance in accordance with class E2 (IEC 62271-100)

In case of technical availability Nordex can as an alternative to traditional SF6 insulated switchgear also supply SF6-free switchgear. This option is to be agreed upon with Nordex in advance.

The system protection of the MV switchgear is achieved by the following items:

- Improved personal safety and system protection in case of arcing by type testing in compliance with IEC 62271-200
- Protection device supplied with converter current and stabilized for inrush current as DMT protection relay (independent maximum current protection)
- Actuating openings for switchgear are interlocked to preclude operation of more than one simultaneously, and can be locked as an option
- Corrosion protection of the switchgear cells through hot-dip galvanization and painted surfaces
- Pressure relief by pressure absorber duct in case of arcing. Alternatively, for the USA, an arc suppressor can be installed in the tank and in the cable connection compartment.

Transformer and **converter** are located in the nacelle. The transformer has been specified in accordance with IEC 60076-16.

The steel components at the transformer are dimensioned for corrosion protection class C3 (H). Additional protection measures:

- Grounded tank (Ester transformer)
- Overtemperature protection with temperature sensor and relay
- Hermetic protection (leakage) and overpressure protection for ester transformer

2.4 Low-voltage grid types

The **950 V low voltage grid** is the primary wind turbine low voltage energy system. It is insulated from the ground as an IT grid and three phase AC network.
The elements of the electrical operating and measuring devices of this network are grounded directly or via separate protective equipotential bonding cables. A central insulation monitor has been installed as another protective measure for personal and turbine safety in the 950-V-IT system.

The **400 V / 230 V low voltage grid** is the auxiliary wind turbine low voltage system. It has its neutral point grounded directly in the supplying grid transformers as a TN system and three-phase system. The equipment grounding conductor PE and the neutral conductor are available separately. The bodies of electrical equipment and consumers, including the additional protective equipotential bonding, are connected directly, through protective earthing conductor connections, straight to the neutral points of the supply grid transformers.

2.5 Auxiliary power of the wind turbine

The auxiliary low voltage required by the wind turbine in stand-by mode and feed-in mode is requested by the following consumers:

- System control including main converter control
- 400 V/230 V auxiliary power of the main converter
- 230 V AC UPS supply including 24 V DC supply
- Yaw system
- Pitch system
- Auxiliary drives such as pumps, fans and lubrication units
- Heating and lighting
- Auxiliary systems such as service lift, obstacle lights

Long-term measurements show that the average annual base load of the low-voltage auxiliary power plant in WT feed-in operation is approx. 15 kW in the average 10-min average value and the maximum 10-min average value can reach up to 25 kW/32kVA. These values are already included in the power curves.
For locations with an average annual wind speed of 6.5 m/s approx. 10 MWh auxiliary consumption arise, however, this value is greatly dependent on location.

Auxiliary consumption is defines as the energy consumption of the WT from the grid for a period during which the WT does not supply current to the grid.

3. Options

Various options are available upon request as additional equipment for Nordex wind turbines.

The option of optional equipment must be coordinated with Nordex in advance.

4. Technical data

4.1 Technical design

Technical design	
Survival temperature (Design temperature)	NCV: -20°C to +45°C CCV: -40°C to +45°C
Operating temperature range of the Normal Climate Version	-20°C to +40°C[1)]
Operating temperature range of the Cold Climate Version	-30°C to +40°C[1)]
Stop	Standard: -20°C, restart at -18°C CCV: -30°C, restart at -28°C
Max. height above MSL	2000 m[1)]
Certificate	in accordance with IECRE-OD501 with IEC 61400 and DIBt 2012
Type	3-blade rotor with horizontal axis Up-wind turbine
Output control	Active single blade adjustment
Nominal power	up to 6220 kW[1)]
Rated power at wind speed (at an air density of 1.225 kg/m3)	Approx. 11.5 m/s
Operating speed range of the rotor	5.31 min^{-1} to 10.85 min^{-1}
Nominal speed	9.025 min^{-1}
Cut-in wind speed	3 m/s
Cut-out wind speed	20 m/s[2)]
Cut-back-in wind speed	19.5 m/s[2)]
Calculated service life	≥ 25 years

[1)] Nominal output is achieved depending on the power factor and the installation altitude up to defined temperature ranges.

[2)] Depending on the project, the cut-out wind speed can be decreased to safeguard the structural stability.

4.2 Towers

Towers	TS112-00	TS142-00	TCS179-00
Hub height*	112.0 m	142.0 m	179.0 m
Tower type	Tubular steel tower		Hybrid tower
Wind class	IEC B DIBt B	IEC S	IEC S DIBt S
Surface finish	Color system coating		**

* Includes foundation height above ground level

** Steel section: Color system coating; Concrete part: Fair-faced concrete

4.3 Rotor and rotor blades

Rotor	
Rotor diameter	175.0 m
Swept area	24053 m^2
Nominal power/area	259 W/m^2
Rotor shaft inclination angle	5 °
Blade cone angle	5.5 °

Rotor blade	
Material	fiber glass and carbon fiber reinforced plastic
Total length	85.7 m

Rotor hub	
Material of the rotor hub body	Casting
Material spinner	glass-fiber reinforced plastic

4.4 Nacelle

Nacelle	
Support structure	welded steel structure
Cladding	glass-fiber reinforced plastic
Machine frame	Casting
Generator frame	welded steel construction

4.4.1 Rotor shaft

Rotor shaft / rotor bearing	
Type	Forged hollow shaft
Material	42CrMo4 or 34CrNiMo6
Bearing type	Spherical roller bearing
Lubrication	Regularly using lubricating grease

4.4.2 Brake and gearbox

Mechanical brake	
Type	Actively actuated disk brake
Location	On the high-speed shaft
Number of brake calipers	1
Brake pad material	Organic pad material

Gearbox	
Type	Multi-stage planetary gear + spur gear stage
Gear ratio	50 Hz: i = 130 60 Hz: i = 156
Lubrication	Forced-feed lubrication
Oil quantity including cooling circuit	max. 800 l
Oil type	VG 320
Max. oil temperature	Approx. 77 °C
Oil change	Change, if required

4.4.3 E-chain hoist and crossbeam

E-chain hoist and lifting beam	
Electrical chain hoist max load	 Min. 850 kg
Crossbeam max load	Sliding trolley to accommodate a manual chain hoist 1000 kg

4.5 Electrical system

Electrical system *	
Nominal power P_{nG}	6220
Nominal voltage	3 x AC 950 V ± 10% (specific to grid code)
Nominal current during full reactive current feed-in I_{nG} at S_{nG}	4414 A
Nominal apparent power S_{nG} at P_{nG}	7263 kVA
Frequency	50 and 60 Hz

*) All data are maximum values. The values may deviate depending on the rated voltage, rated apparent power and WT active power.

4.5.1 Transformer

Transformer*	**50 Hz**	**60 Hz**
Total weight	approx. 10 t	
Insulation medium	Ester	
Rated voltage OV, U_r	950 V	
Maximum rated voltage OS, dependent on MV grid, U_r	20 kV/30 kV/34 kV	
Taps, overvoltage side	20 kV and 30 kV: + 4 x 2.5% 34 kV: + 4 x 0.5 kV	
Grid voltage OS	20; 20.5; 21; 21.5; 22 kV 30; 30.75; 31.5; 32.25; 33 kV 34; 34.5; 35; 35.5; 36 kV	
Rated frequency, f_r	50 Hz	60 Hz
Vector group	Dy5	
Installation altitude (above MSL)	Up to 2000 m	
Rated apparent power, S_r	7800 kVA	
Impedance voltage, U_z	9% ± 10 % tolerance	
Minimum peak efficiency index, η, (EU) 2019/1783, 548/2014	99.590%	–
Inrush current	≤ 5.5 x I_N (peak value)	
Power loss[1)] No-load losses Short circuit losses	 3050 W 80000 W	 4300 W 80700 W

*) The values are, if not specified otherwise, maximum values. The values may deviate depending on the rated voltage, rated apparent power and WT active power.

1) Guide values

4.5.2 Medium-voltage switchgear

Medium-voltage switchgear	
Rated voltage (dependent on MV grid)	24; 36; 38 or 40.5 kV
Rated current	50 Hz: 630 A 60 Hz: 600 A
Rated short-circuit duration	1 s
Rated short circuit current	24 kV: 16 kA (20 kA optional) 36/38/40.5 kV: 20 kA (25 kA optional)
Minimum/maximum ambient temperature during operation	NCV: -25°C to +40°C
	CCV: -30°C to +40°C
Connection type	External cone type C according to EN 50181 USA: External cone type E according to IEEE 386
Circuit breaker	
Number of switching cycles with rated current	E2
Number of switching cycles with short-circuit breaking current	E2
Number of mechanical switching cycles	M1
Switching of capacitive currents	Min. C1 - low
Switch disconnector	
Number of switching cycles with rated current	E3
Number of switching cycles with short-circuit breaking current	E3
Number of mechanical switching cycles	M1
Disconnector	
Number of mechanical switching cycles	M0
Ground switch	
Switching number with rated short-circuit inrush current	E2
Number of mechanical switching cycles	≥ 1000

4.5.3 Generator

Generator	
Type	6-pole doubly-fed induction machine
Degree of protection	IP 54 (slip ring box IP 23)
Nominal voltage	950 V
Frequency	50 and 60 Hz
Speed range	50 Hz: 650 to 1500 min^{-1} 60 Hz: 780 to 1800 min^{-1}
Poles	6
Weight	approx. 13.5 t

4.6 Cooling system

Cooling system	
Gearbox	
Type	Oil circuit with oil/water heat exchanger and thermal bypass
Filters	Coarse filter 50 µm / fine filter 10 µm / ultrafine filter <5 µm
Generator	
Type	Water circuit with water/air heat exchanger and thermal bypass
Coolant	Water/glycol-based coolant
Converter	
Type	Water circuit with water/air heat exchanger and thermal bypass
Coolant	Water/glycol-based coolant
Transformer	
Coolant	Water/glycol-based coolant
Cooling circuit	Ester circuit with ester/water heat exchanger

4.7 Pitch system

Pitch system	
Pitch bearing	Double-row four-point contact bearing
Gearing/raceway lubrication	Regular lubrication with grease
Drive	Electric motors incl. spring-loaded brake and multi-stage planetary gear
Emergency power supply	Batteries

4.8 Yaw system

Yaw system	
Yaw bearing	Double-row four-point contact bearing
Gearing/raceway lubrication	Regular lubrication with grease
Drive	Electric motors incl. spring-loaded brake and four-stage planetary gear
Number of drives	6 to 8
Yaw speed	Approx. 0.4 °/s

4.9 Corrosion protection

Corrosion protection*	Inside	Outside
Nacelle	C3	C4
Hub, including material spinner	C3	C4
Tower	C3	C4
Steel sections	Color system coating	Color system coating
Concrete components	Fair-faced concrete	Fair-faced concrete

* Categories of corrosion protection according to ISO 12944-2

4.10 Automation systems

Automation system	
Field bus system	Profinet
Safe fieldbus system	Profisafe via Profinet
Turbine control	Profinet system control
Safety control	Integrated safety control

© 2023 by Nordex Energy SE & Co. KG

Anejo 10: Cronograma

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA..... 3

2. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN INSTALACIÓN EÓLICA..... 4

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

1. Cronograma de ejecución instalación fotovoltaica

	MES	1				2				3				4				5				6				7				8			
#	SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	**Trabajos Previos**																																
1.1	Ingeniería de detalle																																
1.2	Desbroce																																
1.3	Vallado perimetral																																
2	**Obra Civil**																																
2.1	Acceso principal																																
2.2	Viales internos																																
2.3	Sistema de drenaje																																
2.4	Zanjas MT y BT																																
3	**Instalación Mecánica y Eléctrica**																																
3.1	Montaje de seguidores																																
3.2	Montaje de módulos FV																																
3.3	Instalación eléctrica de BT																																
3.4	Centros de transformación e inversores																																
3.5	Instalación eléctrica de MT																																
3.6	Centro de seccionamiento																																
3.7	Sistema de monitorización y control																																
3.8	Sistema de seguridad y videovigilancia																																
4	**Puesta en Marcha**																																
4.1	Pruebas en frio																																
4.2	Puesta en marcha																																
4.3	Pruebas en caliente																																

2. Cronograma de ejecución instalación eólica

	MES	1				2				3				4				5				6				7				8				9			
#	SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	**Obra civil**																																				
1.1	Replanteo y estaquillado																																				
1.2	Acceso, viales y plataformas																																				
1.3	Excavación zapatas																																				
1.4	Encofrado, ferralla y virola																																				
1.5	Hormigonado zapatas																																				
2	**Canalizaciones MT**																																				
2.1	Excavación zanjas																																				
2.2	Tendidos conductores, comunicación y tierras																																				
2.3	Relleno y elementos de señal y protección																																				
2.4	Hitos señalización																																				
2.5	Sistema de monitorización y control																																				
3	**Aerogeneradores**																																				
3.1	Suministro de equipos																																				
3.2	Montaje de aerogeneradores																																				
3.3	Conexión red MT																																				
4	**Línea de evacuación 15 kV**																																				
4.1	Excavaciones de apoyos																																				
4.2	Puesta a tierra																																				
4.3	Cimentaciones																																				
4.4	Armado e izado de apoyos																																				
4.5	Montaje de cadena de aisladores de suspensión																																				
4.6	Montaje de cadena de aisladores de amarre																																				
4.7	Montaje de caja de empalme de FO																																				
4.8	Tendido, regulado y fijación de conductor de fase																																				
4.9	Tendido, regulado y fijación de conductor de tierra																																				
5	**Pruebas y puesta en Marcha**																																				
5.1	Aerogeneradores																																				
5.2	Líneas de MT																																				

Anejo 11: Estudio de Gestión de Residuos

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor: **Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE 3

2. LEGISLACIÓN NACIONAL 4

2.1. RESIDUOS 4

2.2. VERTIDOS 4

2.3. EMISIONES 5

2.4. GENERAL 5

3. DEFINICIONES 6

4. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO 10

5. REQUISITOS AMBIENTALES 13

5.1. REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL 13

5.2. CONDICIONADOS DE LOS ORGANISMOS DE LA ADMINISTRACIÓN 13

5.3. ÁREAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL O DE TRASIEGO DE COMBUSTIBLE 13

5.4. CAMBIOS DE ACEITES Y GRASAS 13

5.5. CAMPAMENTO DE OBRA 14

5.6. GESTIÓN DE RESIDUOS 14

5.7. INCIDENTES CON CONSECUENCIAS AMBIENTALES 14

5.8. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL 14

5.9. ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA 15

6. RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA 15

7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR 16

8. REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS 18

9. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS 20

10. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR 22

11. PRESCRIPCIONES A INCLUIR EN EL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO . 26

1. Justificación y alcance

El presente Estudio de Gestión de Residuos se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (B.O.E N.º 38 del 13 de febrero de 2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Conforme a su Disposición transitoria única, dicho Real Decreto es de aplicación a aquellos proyectos de obras de titularidad pública cuya aprobación se produzca pasado un año desde la fecha de su entrada en vigor (14 de febrero de 2008).

El citado Real Decreto establece como obligación del productor de residuos la inclusión, en el Proyecto de Ejecución de las obras, de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del Proyecto.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra. considerando básicamente las fracciones:
  - Hormigón.
  - Ladrillos, tejas, cerámicos.
  - Metal
  - Madera
  - Vidrio
  - Plástico
  - Papel y cartón
- Croquis de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del Proyecto en capítulo independiente.

2. Legislación nacional

2.1. Residuos

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 717/2010 de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 208/2005, de 25 de Febrero, sobre aparatos electrónicos y la gestión de sus residuos.
- Real Decreto 653/2003, de 30 de mayo, sobre incineración de residuos.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 782/1998, de 30 de Abril, para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de Envases y Residuos de envases.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de Junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de Mayo, básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de Julio.
- Ley 11/1997, de 24 de Abril, de Envases y Residuos de Envases. (BOE 1 de Mayo de 1997)
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Legislación específica Autonómica y local.

2.2. Vertidos

- Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.
- Real Decreto 29/2011, de 14 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas, y el Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo, por el que se definen los ámbitos territoriales de los Organismos de cuenca y de los planes hidrológicos.

- Real Decreto 9/2005, de 14 de Enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y criterios y estándares para declaración suelos contaminados.
- Real Decreto 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 2116/1998, de 2 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Legislación específica Autonómica y local.

2.3. Emisiones

- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Ley 13/2010, de 5 de julio, por la que se modifica la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, para perfeccionar y ampliar el régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo.
- LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. (BOE 16 de noviembre 2007)
- Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas.
- Real Decreto 1264/2005, de 21 de octubre, por el que se regula la organización y funcionamiento del Registro nacional de derechos de emisión.
- Ley 1/2005, de 9 de Marzo por la que se regula el régimen del Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero. (BOE 10 de Marzo de 2005).
- Legislación específica Autonómica y local.

2.4. General

- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por Real Decreto legislativo 1/2008, de 11 de Enero.

- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. (BOE 24 octubre 2007).
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- Ley 8/2007, de 28 de mayo, de suelo.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Real Decreto 509/2007, de 20 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.
- Ley 27/2006, de 18 de Julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE).
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Ley 16/2002, de 1 de Julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (BOE 2 de Julio de 2002).
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. (BOE 24 de Julio de 2001).
- Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas (BOE 29 de Julio de 1988).
- Legislación específica Autonómica y local.

3. Definiciones

- Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.
- Residuos domésticos: residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.

Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.

- Residuos comerciales: residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.

- Residuos industriales: residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.

- Residuo peligroso: residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.

- Aceites usados: todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.

- Biorresiduo: residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos.

- Residuo de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo de la Ley 22/2011, de 28 de julio, se genere en una obra de construcción o demolición.

- Residuo inerte: aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

- Obra de construcción o demolición: Actividad consistente en:

  1. La construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.

2. La realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otros análogos, con exclusión de aquellas actividades a las que sea de aplicación la Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas.

Se considerará parte integrante de la obra toda instalación que dé servicio exclusivo a la misma, y en la medida en que su montaje y desmontaje tenga lugar durante la ejecución de la obra o al final de la misma, tales como:

- Plantas de machaqueo,
- Plantas de fabricación de hormigón, grava-cemento o suelo-cemento,
- Plantas de prefabricados de hormigón,
- Plantas de fabricación de mezclas bituminosas,
- Talleres de fabricación de encofrados,
- Talleres de elaboración de ferralla,
- Almacenes de materiales y almacenes de residuos de la propia obra y
- Plantas de tratamiento de los residuos de construcción y demolición de la obra.

- Obra menor de construcción o reparación domiciliaria: obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados.

- Residuos urbanos o municipales: los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

- Residuos peligrosos: aquéllos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en el Real Decreto 952/1997, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.

- Prevención: el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos.

- Productor de residuos de construcción y demolición:

La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración

de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.

La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

- Poseedor de residuos de construcción y demolición: la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

- Gestor: la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

- Gestión: la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.

- Reutilización: el empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.

- Reciclado: la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines.

- Valorización: todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

- Tratamiento previo: proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.

- Eliminación: todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

- Recogida: toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.

- Recogida selectiva: el sistema de recogida diferenciada de materiales orgánicos fermentables y de materiales reciclables, así como cualquier otro sistema de recogida

diferenciada que permita la separación de los materiales valorizables contenidos en los residuos.

- Almacenamiento: el depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores.
- Vertedero: instalación de eliminación que se destine al depósito de residuos en la superficie o bajo tierra.
- Suelo contaminado: todo aquél cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se establecen en el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

4. Características del proyecto

La Instalación híbrida renovable PE-IFV "Clavel", se localiza en el término municipal de El Puerto de Santa María (Cádiz). El fin de la instalación es la generación de energía eléctrica e inyección a la red en el nudo de distribución SET Areasur 15 kV.

Las coordenadas de referencia de la ubicación de las instalaciones son las siguientes:

Instalación	Coordenadas UTM Huso 29	
	X	Y
Instalación fotovoltaica	750.660	4.059.803
Aerogenerador WTG01	750.886	4.059.875

Tabla 1. Coordenadas de emplazamiento

Las parcelas catastrales en las que se ubicará la instalación son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (m^2)	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	9	3	548.282	11027A00900003
El Puerto de Santa María	9	7	443.366	11027A00900007

Tabla 2. Datos catastrales

La superficie total de las parcelas de la instalación solar es 99,16 Ha, cuya superficie ocupada por la instalación fotovoltaica mediante su cerramiento perimetral es de 8,11 Ha con una longitud de vallado de 1.090 m.

A continuación, se muestra una imagen con la localización del proyecto.

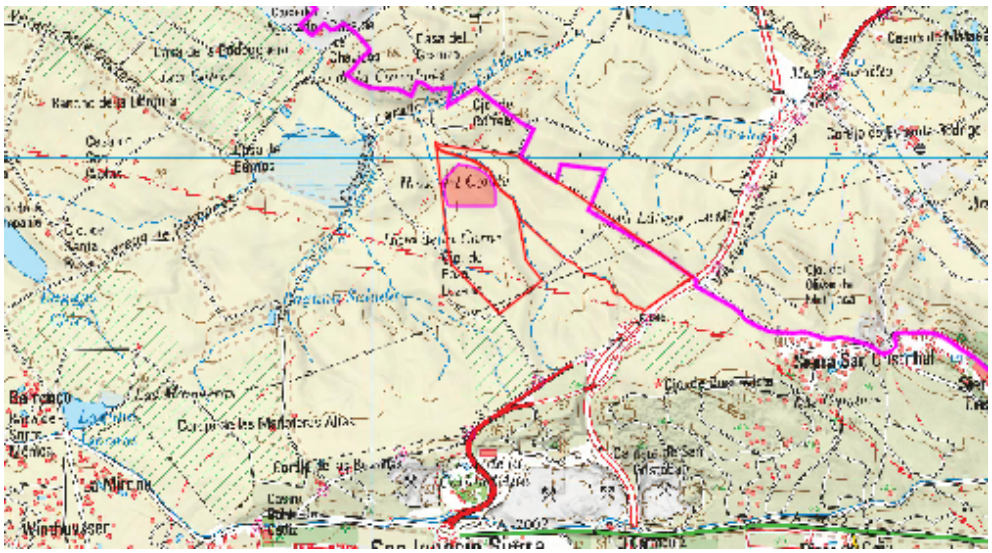


Ilustración 1. Situación instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad"

La fase de construcción de la Instalación Solar Fotovoltaica consistirá en las siguientes fases:

- Fase 1: Obra Civil
  - Preparación de los terrenos.
  - Preparación de las instalaciones temporales de obra en la que se ubiquen las casetas y almacenes de las empresas que participarán en la construcción.
  - Construcción de los accesos y viales internos.
  - Excavaciones de zanjas para cables.
  - Cimentación de Edificio de Control.
  - Cimentación de Estaciones de Potencia.
  - Hincado de la estructura soporte de los paneles fotovoltaicos.
  - Vallado perimetral de la instalación.
- Fase 2: Montaje Electromecánico

Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos. La secuencia será: montaje mecánico, eléctrico y de instrumentos.

- Fase 3: Pruebas y Puesta en Marcha.

Pruebas necesarias para la correcta ejecución de la Planta.

Destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

- El terreno sobre el que se implantará la Planta tiene una orografía adecuada, por lo que los movimientos de tierras serán mínimos.

- El sistema de hincado de perfiles metálicos para sustentar las estructuras de los paneles fotovoltaicos no precisa de cimentaciones de hormigón.

La fase de construcción de la Instalación eólica consistirá en las siguientes fases:

- Fase 1.-Obra Civil y estructura:
    - Vial de acceso-conexión viales existentes.
    - Red de viales del parque.
    - Zonas de giro y zonas de cruce.
    - Hidrología y drenaje.
    - Plataformas.
    - Cimentaciones.
    - Zanjas y canalizaciones.
    - Instalaciones complementarias.
    - Restauración ambiental.
- Fase 2.-Montaje de aerogeneradores:
    - Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de las diversas partes de los aerogeneradores, centro de transformación, celda de MT.
- Fase 3.-Infraestructura eléctrica y sistema de monitorización y control:
    - Red de Media tensión.
    - Sistema de puesta a tierra.
    - Protección contra descargas eléctricas atmosféricas.
    - SCADA
    - Wind Controller.
    - Comunicaciones de Fibra óptica.
- Fase 4.-Pruebas y Puesta en Marcha.
    - Pruebas necesarias para la correcta ejecución del parque. Destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos.
        - Se procurará realizar los menores movimientos de tierras posibles para la correcta implantación del parque, minimizando la gestión de los mismos.

- Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, siempre que fuera posible, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

5. Requisitos ambientales

5.1. Requisitos de carácter general

Se contemplará un estricto cumplimiento de los requisitos medioambientales legales que en cada momento establecidos en los distintos ámbitos: europeo, estatal, autonómico y municipal. Las especificaciones ambientales de construcción de líneas aéreas que regirán la ejecución de la obra indicarán todos los requisitos a cumplir en relación a los trabajos.

5.2. Condicionados de los organismos de la administración

Durante el proceso de Autorización Administrativa los organismos públicos y entidades que puedan ser afectadas por el desarrollo del proyecto emitirán los condicionados correspondientes que serán aplicados en el desarrollo de la ejecución de la obra.

5.3. Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible

Para evitar que las zonas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible se dispongan sobre suelo desnudo o sin mecanismos de retención de posibles derrames, se contará con una bandeja metálica sobre la que se colocaran los recipientes que contengan combustible.

La bandeja será estanca, con un bordillo mínimo de 10 cm y con capacidad igual o mayor que la del mayor de los recipientes que se ubiquen en ella. Será necesario disponer de una lona para tapar la bandeja con el fin de evitar que en caso de lluvia se llene de agua, a no ser que el almacenamiento se realice bajo cubierta.

En el caso de que sea necesario disponer de grupos electrógenos, su tanque de almacenamiento principal deberá tener doble pared y todas las tuberías irán encamisadas. Si no es así se colocarán sobre bandeja estanca de las características anteriormente descritas.

5.4. Cambios de aceites y grasas

No se verterán aceites y grasas al suelo, por lo que se tomarán todas las medidas preventivas necesarias.

El cambio de aceites de la maquinaria se realizará en un taller autorizado. Si ello no fuera posible se efectuará sobre el terreno utilizando siempre los accesorios necesarios (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable) para evitar posibles vertidos al suelo.

5.5. Campamento de obra

El campamento de obra dispondrá de los contenedores necesarios para los residuos sólidos urbanos que generen las personas que trabajan en la obra.

No serán utilizadas fosas sépticas/pozos filtrantes en la instalación sin autorización de la Confederación Hidrográfica correspondiente. Preferentemente se usarán depósitos estancos de acumulación o de wáter químico, que serán desmontados una vez hayan finalizados los trabajos. El mantenimiento de estos sistemas será el adecuado para evitar olores y molestias en el entorno de los trabajos.

5.6. Gestión de residuos

La gestión de los residuos se realizará conforme a la legislación específica vigente. Será según lo establecido en los siguientes documentos:

Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

Plan de gestión de residuos de construcción y demolición: Entregado por el contratista y aprobado por la dirección facultativa

5.7. Incidentes con consecuencias ambientales

Se consideran incidencias medioambientales aquellas situaciones que por su posible afección al medio requieren actuaciones de emergencia.

Los principales incidentes que pueden tener lugar son incendios y fugas/derrames de material contaminante.

El riesgo de incendios viene asociado principalmente al almacenamiento y manipulación de productos inflamables. Se establecerán todas las medidas de prevención de incendios y se prestará especial atención para que los productos inflamables no entren en contacto con fuentes de calor: trabajo de soldaduras, recalentamiento de máquinas, cigarros etc. En el lugar de trabajo se contará con los extintores adecuados.

Además de las medidas de prevención de fugas y derrames (descritas en apartados anteriores) se contará en obra con los materiales necesarios para la actuación frente a derrames de sustancias potencialmente contaminantes.

5.8. Requisitos específicos para la obra civil

Limpieza de cubas de hormigonado

Se delimitará y señalizará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la obra.

La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

5.9. Acondicionamiento final de la obra

Una vez finalizados todos los trabajos se realizará una revisión del estado de limpieza y conservación del entorno de la obra, con el fin de proceder a la recogida de restos de todo tipo que pudieran haber quedado acumulados y gestionarlos adecuadamente.

Se procederá a la rehabilitación de todos los daños ocasionados sobre las propiedades derivados de la ejecución de los trabajos.

Se revisará la situación de todas las servidumbres previamente existentes y el cumplimiento de los acuerdos adoptados con particulares y administración, acometiendo las medidas correctoras que fueran precisas si se detectan carencias o incumplimientos.

Donde sea viable, se restituirá la forma y aspecto originales del terreno.

De forma inmediata a la finalización de la obra y en el caso que sea necesario, se revegetarán las superficies desprovistas de vegetación que pudieran estar expuestas a procesos erosivos y si así se ha definido, se realizarán los trabajos de integración paisajística de la instalación.

6. Residuos generados en la obra

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar en una obra de estas características:

Tierras limpias y materiales pétreos. 17.05.04

Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

Residuos de Construcción y Demolición (RCD) de naturaleza pétrea:

- 17.01.01. Hormigón.
- 17.01.02. Ladrillos.
- 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.

RCD de naturaleza no pétrea:

- 17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
- 17.02.03 Plásticos
- 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.
- 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.

Otros residuos:

Residuos peligrosos:

- 15.02.02 Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
- 15.01.11 Aerosoles
- 15.01.10. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

7. Medidas de prevención y minimización de los residuos a generar

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- Adquisición de materiales
- Comienzo de la obra
- Puesta en obra
- Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

- Medidas de minimización en la adquisición de materiales.
  - La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.

- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
- Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.

- Medidas de minimización en el comienzo de las obras
  - Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
  - Se destinarán unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
  - El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.
- Medidas de minimización en la puesta en obra
  - En caso de excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del Proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
  - En el caso de sobrantes de hormigón, se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
  - Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
  - En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
  - Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
  - Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétrea (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
  - Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese

momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.

- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes. Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

- Medidas de minimización del almacenamiento en obra
  - Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
  - Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
  - Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
  - Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
  - Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

8. Reutilización, valoración o eliminación de residuos generados

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra. Se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 11	Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Tabla 3. Destino y tratamiento de los residuos

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositará en el lugar destinado a tal fin, según se vaya generando.

- Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.
- También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.
- Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.
- Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.
- Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.
- Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.
- Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

9. Medidas para la separación de residuos

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza NO peligrosa.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

Las medidas de prevención y minimización de residuos consideradas en este Proyecto son las siguientes:

- Todas las tierras sobrantes no contaminadas serán entregadas a gestor autorizado situado próximo a la localización de la obra.

- Se deberá requerir a los suministradores de materiales que retiren de las obras todos aquellos elementos de transporte o embalaje de sus materiales que sean reutilizables (pallets, contenedores de plantaciones, cajas de madera, etc.).

El Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al "gestor de residuos" correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

Los residuos de la misma naturaleza o similares deberán ser almacenados en los mismos contenedores para facilitar su gestión. Conforme al artículo 5 del R.D 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas y cerámicos: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera:1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Considerando la generación de residuos estimada, se realizará una segregación exhaustiva de los materiales, separándose según su naturaleza en las siguientes categorías:

- Los hormigones y las tierras y piedras se cargarán directamente sobre camión para su envío a gestor autorizado, no precisándose contenedores fijos en las obras para dichos residuos.

- Para el resto de los materiales de obra se dispondrán diferentes contenedores dependiendo su tipología y capacidad del material que vayan a almacenar.

- Los residuos sólidos urbanos se segregarán en las fracciones establecidas en la recogida municipal de dichos residuos, contándose en todo caso con un contenedor para envases, un contenedor para fracción resto y un contenedor de papel y cartón.

Todos los contenedores estarán debidamente señalizados indicándose el tipo de residuo para el cual está destinado. El área destinada a la ubicación de los contenedores deberá ser señalizada y delimitada mediante vallado flexible temporal. Los bidones de residuos peligrosos permanecerán cerrados y fuera de las zonas de movimiento habitual de maquinaria para evitar derrames o pérdidas por evaporación, deberán además situarse en zonas protegidas de temperaturas excesivas y del fuego. Los residuos peligrosos no podrán permanecer más de 6 meses en las obras sin proceder a su retirada por gestor autorizado.

10. Estimación de los residuos a generar

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características del proyecto, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este Proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

Tipo I. Residuos Vegetales Procedentes del Desbroce y/o Acondicionamiento del Terreno

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo. Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

Tipo II. Tierras y Pétreos de la Excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El terreno sobre el que se implantará el proyecto tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar movimientos de tierras significativos para la explanación.

En el Proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y de los centros de transformación. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de

terraplenes y de caminos cuando sea requerido. Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

Tipo III. Residuos Inertes de Naturaleza Pétrea Resultantes de la Ejecución de la Obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

Tipo IV. Residuos de Naturaleza no Pétrea Resultantes de la Ejecución de la Obra

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

- Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno
    - 02 01 07 Residuos de la silvicultura: El residuo vegetal generado, correspondiente a los desbroces previstos en la zona de actuación, supondrá la generación de dos tipologías de fracción vegetal:
        - La fracción maderable que será utilizada como leña por la Propiedad, o en su defecto, se considerará su retirada completa a vertedero.
        - La fracción no maderable (follajes y ramilla) que será aprovechada inicialmente a nivel pecuario mediante ramoneo, y por otro lado, la eliminación final que tendrá que ser autorizado por la Administración.

Teniendo en cuenta que el área ocupada por la instalación, por los apoyos, zanja de la línea de evacuación y la subestación es de 44,79 ha, y que aproximadamente en un 80% se

esperan labores de desbroce además de que se retirará una capa de 0,05 metros, el volumen aproximado generado de residuos es de 447.900,00m^2*80%*0,05 m = 17.916,00 m^3.

Debido a este residuo no puede ser valorizado en su totalidad, y, además teniendo en cuenta la época de actuación, no es adecuada su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, por tanto, se considera su retirada completa a vertedero.

De este residuo se estima un esponjamiento de 1,3 veces el volumen y una densidad de 0,02 tn/m3. De esta manera:

RCD VOLUMEN TOTAL= 17.916,00 m^3 x 1,3= 23.290,80 m^3

RCD PESO TOTAL= 23.290,80 m^3 x 0,02 tn/m^3= 465,82 tn

- Tierras y pétreos procedentes de demolición.
    - Naturaleza pétrea 17 01 02 Ladrillos y 17 01 03 Tejas. Esta partida está incluida en el apartado de obra civil del Proyecto.
- Tierras y pétreos procedentes de excavación.
    - 17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos: Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones necesarias para las distintas cimentaciones y zanjas.

Considerando un esponjamiento de 1,25 y que el 5% va al vertedero (95% será reutilizado en obra), se gestionarán aproximadamente las siguientes cantidades, considerando una densidad de 1700 kg/m^3:

RCD VOLUMEN TOTAL = 336.656,34 m^3 x 1,25 x 5% = 21.041,02 m^3

RCD PESO TOTAL= 21.041,02 m^3 x 1,7 tn/m^3 = 35.769,74 tn

- RCD resultantes de la ejecución de la obra.
    - RCD de naturaleza pétrea
        - 17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones de los centros de transformación, los aerogeneradores, de la subestación elevadora y de los apoyos, el cual asciende a 2.011,00 m^3.

Siendo el esponjamiento del hormigón de 1,50 veces el volumen y la densidad de 2.400 kg/m³ y considerando que se produce un residuo del 1%:

RCD VOLUMEN TOTAL = 2.011,00 m^3 x 1,5 x 1% = 30,17 m^3

RCD PESO TOTAL = 30,17 m^3 x 2,4 tn/m^3 = 72,41 tn

- 17 01 02 Ladrillos

En esta obra no se generará residuos de ladrillos.

- RCD de naturaleza no pétrea

- 17 02 01 Madera

Puede generarse por su presencia en pallets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 02 02 Vidrio

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 05 Hierro y acero

En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- Otros residuos:
  - 20 01 01 Papel y cartón

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

  - 20 01 39 Plásticos

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

- Absorbentes contaminados
- Aerosoles vacíos
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado
- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- Otros.

En resumen, la estimación de los residuos generados en la instalación son los siguientes:

Resumen de Residuos Generados Durante la Obra		m^3	Tn
Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	23.290,80	465,82
Tierras y pétreos procedentes de excavación.	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	21.041,02	35.769,74
RCD de naturaleza pétrea	17 01 01 Hormigón	30,17	72,41

Tabla 4. Resumen de residuos generados en obra

11. Prescripciones a incluir en el pliego de condiciones técnicas del proyecto

- **Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos**
  - Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
  - El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.
  - Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
  - Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
  - El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.
  - El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.
  - El gestor de residuos deberá emitir un certificado acreditativo de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.

- Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, trasferencia o transporte, en el documento de entrega al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento.
- Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

- **Respecto a la segregación de los residuos:**

La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.

- En el caso de Residuos Peligrosos (RP). siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
- En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:
  - Hormigón: 80 t
  - Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t
  - Metal: 2 t
  - Madera: 1 t
  - Vidrio: 1 t
  - Plástico: 0,5 t
  - Papel y cartón: 0,5 t
- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.
- Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.

- El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.
- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.

- **<u>En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:</u>**
  - Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
  - El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
  - Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.
  - Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
  - El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
  - La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.

- **<u>Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos (RP):</u>**
  - Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según el art 29 de la Ley 22/2011, de 28 de julio. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no

emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).

- Los residuos peligrosos siempre han de separarse en origen.
- Los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (art. 21 de la Ley 7/2022 y Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (Real Decreto 656/2017):
- Definir una zona específica.
- No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).

<u>¿Dónde situarlo?</u>

- En el exterior bajo cubierta,
- Dentro de la nave,
- en intemperie en envases herméticamente cerrados

<u>Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:</u>

- Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
- Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia)
- Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
- Alejado de la red de saneamiento

Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.

Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:

- 1 recipiente/cada tipo de residuo. Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.
- Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.
- En las etiquetas identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información (art. 14.2 de RD 833/88, que ha sido modificado: El código y la descripción del residuos de acuerdo con la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE y el código y la descripción de la característica de peligrosidad de acuerdo con el anexo III de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados modificado por el Reglamento 1357/2914, de 18 de diciembre por el que se modifica el anexo III de la Directiva 2008/98/CE:

- Nombre, dirección y teléfono de productor o poseedor de los residuos
- Fechas de envasado.
- La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos se indicara mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006/.
- Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de un pictograma se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) nº1272/2008.
- La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10×10 cm.
- No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.

Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.

- Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada durante, al menos, tres años. (Artículo 40; Ley 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).
- Requisitos generales de traslado (RD 180/2015):
  - Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un contrato de tratamiento. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:
  - Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
  - Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
  - Periodicidad estimada de los traslados.
  - Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.

- Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos I y II de la Ley 22/2011, de 28 de julio.
- Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.

- Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del RD 180/2015.
  - Número de documento de identificación.
  - Número de notificación previa.
  - Fecha de inicio del traslado.
  - Información relativa al operador del traslado.
  - Información relativa al origen del traslado.
  - Información relativa al destino del traslado.
  - Características del residuo que se traslada.
  - Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
  - Otras informaciones.

Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:

- Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.
- Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
- El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.
- En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino
- En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.

Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.

Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).

Según la Ley 7/2022 se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- art. 21. No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).

- Documentación que se generará en la gestión de residuos peligrosos:

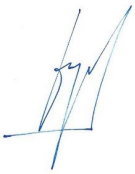
Fase	Documentación	Legislación
Inicio de obra	Plan de Gestión de Residuos	
	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)	Ley 7/2022
Fase de obra	Datos Gestor de Residuos Peligrosos	
	Datos transportista de Residuos Peligrosos	
	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos	Ley 7/2022
	Documentación de Aceptación *	
	Documentos de Control y Seguimiento *	Ley 7/2022
	Comunicación traslado de RP de una comunidad a otra	RD. 553/2020
	Hoja de control de Pequeñas cantidades de residuos (sólo en la Comunidad de Madrid)	Orden 2029/2000

Tabla 5. Documentación

Se deben guardar durante un mínimo de 5 años.

Córdoba, Noviembre de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Anejo 12: RBDA

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV “Cumbre Abad” en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

1. PARCELA AFECTADA POR EL PARQUE EÓLICO.....3

2. PARCELA AFECTADA POR EL PARQUE SOLAR.....3

1. Parcela afectada por el Parque Eólico

La parcela catastral en la que se ubicará el parque eólico es la siguiente:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	9	3	11027A00900003

Tabla 1. Parcela afectada Parque Eólico

2. Parcela afectada por el Parque Solar

La parcela catastral en la que se ubicará el parque solar es la siguiente:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	9	7	11027A00900007

Tabla 2. Parcela afectada Parque Solar

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

Anejo 13: Plan de desmantelamiento

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV “Cumbre Abad” en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor: **Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4

2. DESCONEXIÓN DE LA RED ELÉCTRICA 4

3. DESMANTELAMIENTO DEL PARQUE SOLAR 5

3.1. DESMANTELAMIENTO DE LOS MÓDULOS 5

3.2. DESMANTELAMIENTO DE LOS SEGUIDORES SOLARES (TRACKERS) 5

3.3. DESMANTELAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE ELÉCTRICA 6

3.4. DESMANTELAMIENTO DE LA OBRA CIVIL 6

3.5. DESMANTELAMIENTO DEL VALLADO PERIMETRAL 7

4. DESMANTELAMIENTO DEL PARQUE EÓLICO 7

4.1. TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO 7

4.2. RECUPERACIÓN DEL SUELO AFECTADO 8

4.2.1. Caminos 8

4.2.2. Cimentaciones 8

4.2.3. Conducciones eléctricas 8

4.2.4. Plataformas de montaje 8

4.3. RESTAURACIÓN VEGETAL DE LOS TERRENOS AFECTADOS 9

5. DESMANTELAMIENTO DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN 9

5.1. INVENTARIO DE ZONAS ALTERADAS 9

5.1.1. Viales de Mantenimiento y Explanación para Instalación de Apoyos 10

5.1.2. Cimentaciones 10

5.1.3. Puesta a Tierra 10

5.2. USO FUTURO DEL ÁREA EXPLOTADA PARA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN 10

5.2.1. Calendario de Actuaciones 12

5.2.2. Operaciones a Realizar en las Zonas Alteradas 13

6. MEDIDAS CORRECTORAS Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA 16

7. GESTIÓN DE RESIDUOS 16

8. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 17

9. PRESUPUESTO 17

9.1. INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE "PE-IFV CUMBRE ABAD" 17

9.2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO 18

1. Introducción

En este anejo se describe el Plan de Desmantelamiento de la instalación hibrida PE-IFV "Cumbre Abad" que se realizará una vez cese la actividad de la Instalación. A efectos de este Proyecto se establece un mínimo de 30 años como la vida útil de la Planta desde su puesta en servicio.

El desmantelamiento implica dejar el terreno ocupado por la Planta Fotovoltaica en su estado original. Todos los elementos constituyentes de la Planta serán desmontados o demolidos y todos los escombros retirados a un vertedero autorizado, favoreciendo el reciclaje de los diferentes materiales que componen el Proyecto.

El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan de Desmantelamiento será de seis meses.

Con el fin de que las operaciones de desmantelamiento se realicen de forma segura, se comenzará con la desconexión eléctrica de la Planta, para proceder de forma segura al desmontaje de los equipos y conexiones eléctricas, continuando con las mecánicas y con la demolición de las obras civiles, terminando con las operaciones de restitución del suelo sus condiciones originales previas a la construcción de la Planta.

A continuación, se describen las labores de desmantelamiento de las instalaciones que componen la Planta Fotovoltaica, el tratamiento de los residuos generados y la restauración de los terrenos ocupados por la misma, así como la valoración de los costes de dichas labores.

2. Desconexión de la Red Eléctrica

Una vez que la Planta finalice su actividad y antes de proceder al desmantelamiento de las instalaciones, se procederá al desconexionado de la Planta de la red eléctrica. Lo que se realizará en las siguientes fases.

- Desconexión de la red de media tensión: Se procederá a la desconexión de la LSMT de la Planta, quedando por tanto aislada de la misma. Para ello se procederá a:
    - Aislamiento de la Planta mediante apertura de líneas.
    - Retirada de los conductores de media tensión correspondientes al entronque.

Los conductores y demás materiales sobrantes serán almacenados para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.

- Desconexión de la red interna subterránea de media tensión: Se realizará a nivel de la estación de potencia.

- Desconexión de la red de baja tensión:
    - Desconexión de los inversores mediante interruptores.

- Desconexión de los ramales de los módulos mediante interruptores seccionadores.
- Desconexión del cableado que une los módulos en serie.
- Desmantelamiento de los tubos protectores y del cableado.

Los conductores y demás material sobrante serán almacenados en contenedores para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.

3. Desmantelamiento del parque solar

Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

Se describe a continuación el desmantelamiento de los equipos principales del Proyecto.

3.1. Desmantelamiento de los Módulos

Para llevar a cabo el desmontaje mecánico de los módulos que constituyen el generador fotovoltaico, en primer lugar, se debe realizar la desconexión eléctrica de las series de los módulos. Una vez que se haya garantizado la desconexión del sistema eléctrico se procederá en retirar los módulos de la estructura de soporte siguiendo el proceso inverso al adoptado durante su instalación.

Los módulos se irán desmontando y acopiando en zonas habilitadas para ese fin del vial más próximo, donde se irán colocando en pallets. Los módulos se repartirán por categorías en función de su estado de degradación para poder reutilizarlos en caso de que se considere conveniente. El resto se reciclarían separando los principales elementos que los componen. Las juntas aislantes colocadas entre los módulos y los marcos se separarán y se reciclarán de forma independiente.

Desde las zonas de acopio se trasladarán los pallets a un camión situado a la salida de la planta, para su traslado al destino final.

3.2. Desmantelamiento de los Seguidores Solares (trackers)

Para realizar el desmantelamiento de las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos, el primer paso es el desensamblaje de todos los elementos metálicos.

Los materiales metálicos que se obtienen se acopiarán en las zonas habilitadas para ello, desde donde se trasladarán para su carga en camión por medio del manipulador telescópico y el camión pluma.

El desmontaje de las estructuras se hará secuencialmente y solo tras el desmontaje de los módulos fotovoltaicos, y tras la desinstalación de los cuatros y materiales eléctricos y de control que pertenecen a los mismos seguidores.

Todos los materiales retirados se trasladarán desde las zonas de acopio hasta el camión para trasladarlos a un vertedero autorizado o a una planta de tratamiento para su aprovechamiento, separando los distintos materiales en función de su destino.

3.3. Desmantelamiento de la Instalación de Eléctrica

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

- Remoción del cableado solar de los módulos fotovoltaicos
- Remoción del cable de continua desde los módulos a los inversores.
- Remoción del cable de cable de corriente alterna desde la estación de potencia a la subestación elevadora, incluyendo la red de tierra y todos sus elementos.
- Remoción del cableado de la línea de evacuación.

El cable se organizará por tipo de cable y se acoparía en contenedores distribuidos por la obra para dicho fin. Para desmontar las líneas subterráneas se recuperará en primer lugar el cableado y se abrirán después las zanjas para extraer las canalizaciones. También se demolerán las arquetas de registro distribuidas en el trazado de dicha red subterránea.

Tras la remoción del cableado se procederá con remover los inversores, los transformadores, las celdas de media tensión, los equipos de medida protección y control.

Los inversores son equipos de grandes dimensiones, por lo que será necesaria la ayuda del camión pluma o el manipulador telescópico para su traslado hasta el camión situado a la entrada de la Planta.

Todos los elementos recuperados, entre los que fundamentalmente hay cables de aluminio y cobre y material eléctrico, se acopiarán en los puntos habilitados para ello, para después llevarlos al camión separados según su destino, ya sea para su posterior reciclado o reutilización cuando sea posible o para su entrega a vertedero autorizado de cada tipo de material en caso contrario.

3.4. Desmantelamiento de la Obra Civil

Se eliminarán las cimentaciones hasta una profundidad mínima de 70 cm, a medir desde la cota natural del terreno. Una vez realizada la extracción, se procederá al recubrimiento de la zona afectada mediante una capa de terreno vegetal de espesor suficiente para que se permita el arraigo de las especies autóctonas.

En el caso de edificios fabricados en la Planta, se procederá a su demolición y retirada de escombros a vertedero autorizado.

Los viales y caminos interiores, y correspondientes cunetas y bordillos, se desmantelarán una vez finalizado el desmantelamiento de todas las instalaciones de la Planta, siempre y cuando los servicios forestales o las autoridades competentes no expresen su deseo de contar con ellos en el futuro.

Cada apoyo de la línea eléctrica está compuesto por estructuras fijas. Esta estructura de soporte va anclada al suelo por medio de monobloques o zapatas de hormigón que constituyen la cimentación del apoyo. La tierra extraída se extenderá para poder ser usada como tierra de cultivo, y la sobrante se retirará a vertedero controlado.

3.5. Desmantelamiento del Vallado Perimetral

El desmontaje del vallado perimetral se llevará a cabo manualmente, retirando los postes y vallas metálicas. Los residuos generados serán acopiados en camión para su traslado a una planta de tratamiento o vertedero autorizado para su reciclado.

4. Desmantelamiento del parque eólico

El desmantelamiento de las instalaciones del parque eólico se realizará siguiendo las consideraciones desarrolladas en el presente apartado.

En caso de cese permanente de la actividad se procederá a restituir los terrenos ocupados por el parque eólico a las condiciones anteriores a la construcción, minimizando así la afección al medio ambiente.

Al término de la fase de explotación, se procederá a realizar las siguientes operaciones de desmantelamiento y restauración:

- Desmantelamiento de los elementos que constituyen los aerogeneradores.
- Restauración de las zonas ocupadas por los elementos desmantelados.

4.1. Trabajos de desmantelamiento

Los trabajos necesarios para el desmantelamiento de los aerogeneradores serán los siguientes:

- Bajado de palas con grúa.
- Bajado de góndola con grúa.
- Retirada de góndola a taller para su desmantelamiento.
- Desmontaje de la torre por tramos y bajado con grúa.
- Retirada de tramos de torre y transporte hasta punto de recuperación.
- Retirada de cableado de comunicación y de media tensión.

Los trabajos se realizarán en serie, aprovechando la presencia de la grúa para la retirada de la totalidad de los elementos de los aerogeneradores.

Con el objetivo de limitar cualquier intervención sobre el terreno circundante se ha optado por evacuar palas y góndolas a taller para realizar las tareas de desguace y recogida de aceites.

El desmantelamiento de las torres se realizará en campo, desguazando las piezas en dimensiones acorde con las solicitudes de las empresas revalorizadores del material usado.

4.2. Recuperación del suelo afectado

Se elabora un plan de restauración o recuperación ambiental del entorno con medidas para el acondicionamiento e integración en el medio de aquellas estructuras sensibles de recuperación y nuevos usos para su reutilización. El objetivo principal es devolver a los terrenos ocupados por los distintos elementos del módulo de generación eólico, de forma que queden en condiciones óptimas para su uso.

El plan definirá, de acuerdo con las autoridades municipales y propietarios de los terrenos, el destino de los caminos, indicando los tramos a conservar y los tramos a eliminar. Como medida general, se aconseja la conservación de caminos principales y eliminación de secundarios. Deberán eliminarse aquellos tramos que no discurran por linderos. Se mantendrán los viales que permitan a los propietarios el acceso a sus parcelas donde estén realizando alguna actividad.

4.2.1. Caminos

Para recuperar el suelo de los caminos que se decidan eliminar se realizarán las siguientes acciones:

- Retirada del firme de los viales.
- Escarificado superficial de hasta 10 cm de espesor.
- Añadido de tierra vegetal hasta alcanzar la rasante natural del terreno.

4.2.2. Cimentaciones

En el plan de desmantelamiento no se considera la demolición de las cimentaciones ya que su eliminación generaría unos volúmenes de residuos muy grandes y sobre todo una importante afección a los terrenos circundantes. Como se puede ver más adelante, se propone como medida correctora su ocultación cubriendo las mismas con un grueso de tierra de 40 cm.

4.2.3. Conducciones eléctricas

En cuanto a la eliminación de la red eléctrica interna generaría igualmente una afección muy elevada sobre el terreno consolidado y revegetado durante la vida útil del módulo. Es por ello que se propone únicamente el desmontaje y demolición de arquetas de paso y registro y la retirada de los hitos de señalización.

4.2.4. Plataformas de montaje

Se recuperará la superficie de las plataformas, descompactando el terreno y realizando una hidrosiembra posterior.

4.3. Restauración vegetal de los terrenos afectados

Son las medidas de carácter medioambiental a efectuar sobre los valores naturales de ámbito territorial de la zona afectada por el módulo de generación eólico y su línea de evacuación.

Se propone la revegetación de las superficies afectadas, que serán:

- Viales de acceso a aerogeneradores.
- Plataformas de montaje/desmontaje y cimentaciones de los aerogeneradores.

Se propone un plan de recuperación de suelos y revegetación, la cual se llevará a cabo mediante la siembra de una mezcla semillas de especies herbáceas y arbustivas en la que las primeras representen el 80% del total.

A la hora de llevar a cabo la elección de la composición de especies se ha seguido las siguientes premisas:

- Presencia en el entorno.
- Adaptabilidad al sustrato.
- Futuro desarrollo y capacidad de colonización.
- Disponibilidad de la semilla en el mercado.

Otros criterios importantes en la elección de especies son:

- Adaptación a las condiciones edafológicas de la zona (adaptabilidad al sustrato).
- Facilidad de establecimiento en el terreno.
- Rapidez germinativa.
- Rapidez de crecimiento (prestación de una protección al terreno apreciable y rápida).
- Poder tapizante.
- Enraizamiento vigoroso.
- Persistencia.
- Autoctoneidad (presencia de las especies en las asociaciones vegetales de la zona).
- Período vegetativo prolongado.

En el caso de las herbáceas, es primordial conseguir una implantación rápida, pues de su éxito depende que la posterior evolución colonizadora se realice o no. Por tanto, la capacidad de desarrollo y colonización cobra especial importancia en la elección de la composición de especies herbáceas.

5. Desmantelamiento de la línea de media tensión

5.1. Inventario de Zonas Alteradas

En el Plan de Restauración de este proyecto de desmantelamiento se contemplan una serie de actuaciones cuyo objetivo final es el de recuperar el valor ecológico de la zona afectada, así

como la restitución de las condiciones ambientales previas a la fase de obras, de explotación y de abandono. De esta forma, conociendo cuáles son las acciones que se van a ejecutar en el proyecto y que producen impacto, se llegan a conocer cuáles son las zonas afectadas por la implantación y explotación del proyecto, y que han de ser objeto de restauración.

Estas zonas que se verán afectadas por la ejecución del proyecto se recogen a continuación.

5.1.1. Viales de Mantenimiento y Explanación para Instalación de Apoyos

Los accesos generales para mantenimiento de la línea se realizarán a partir de la infraestructura viaria existente en la zona o bien a través de terrenos agrícolas, principalmente labor secano.

De los referidos accesos, partirá la explanación donde se ubicarán los apoyos de la línea eléctrica. Los trabajos de explanación consistirán en la retirada de la cubierta vegetal existente y la excavación para la cimentación de estos. Actualmente existen cultivos herbáceos de secano, los cuales se retirarán y el material vegetal resultante se retirará a un vertedero controlado, o a un gestor para su compostaje.

5.1.2. Cimentaciones

Cada apoyo de la línea eléctrica está compuesto por estructuras fijas. Esta estructura de soporte va anclada al suelo por medio de monobloques o zapatas de hormigón que constituyen la cimentación del apoyo. La tierra extraída se extenderá para poder ser usada como tierra de cultivo, y la sobrante se retirará a vertedero controlado.

5.1.3. Puesta a Tierra

Para la puesta a tierra de cada uno de los apoyos se realizará una pequeña zanja para enterrar el electrodo de tierra. Dicha zanja se rellenará de tierras procedentes de la excavación.

5.2. Uso Futuro del Área Explotada para Línea de media tensión

Tal y como queda descrito en el proyecto de la instalación eléctrica los terrenos donde se asienta la misma son eminentemente agrícolas, siendo su uso habitual los cultivos herbáceos de secano y regadío. La vegetación natural esta relegada a formaciones herbáceas asociadas a esta comunidad vegetal de cultivo, y que comúnmente se combate mediante diferentes técnicas por ser consideradas malas hierbas.

Por otro lado, la mayoría de las especies herbáceas naturales, como gramíneas, papaveráceas, ranunculáceas, euforbiáceas, etc, se desarrollan sobre todo en las cunetas y orlas de los caminos de acceso existentes. En un área más amplia del ámbito de este proyecto, existe la presencia de otros cultivos como son las herbáceas de regadío.

Los usos posibles en la recuperación de terrenos alterados son muy amplios, sin embargo, el entorno social, ecológico y paisajístico, y el carácter agrícola predominante son factores para

tener en cuenta, reduciendo el número de posibilidades de uso, hasta llegar a determinar la opción más adecuada.

En los casos en que los proyectos causan alteraciones de gran extensión, tales como explotaciones mineras, es posible al final de la explotación plantearse un cambio en el uso del suelo, ya que, una vez llegados a ese punto, otras opciones son menos adecuadas o incluso inviables.

Sin embargo, en el caso de una línea eléctrica, como es este caso, la superficie alterada es muy pequeña en relación con la superficie total. Además, las características de la vegetación, el suelo y la topografía permitirán en este caso que todo el terreno quede disponible para los tipos de uso que habitualmente se dan en la zona en la situación pre-operacional.

Por tanto, es normal que al final de esta explotación, y una vez ejecutado el plan de restauración de la instalación eléctrica, el uso del suelo que se daba en la zona no cambie

El desbroce del terreno para la implantación de las estructuras y conductores no supone ningún peligro para la vegetación allí existente, debido principalmente a la baja tasa de diversidad floral del área donde se asienta el proyecto, es decir, la vegetación es común tanto en el área de estudio como en los alrededores. El movimiento parcial de tierra para la explanación y cimentación de los apoyos no supondría un efecto negativo en la vegetación de la zona.

Por el contrario, será más que probable el aumento de la calidad ambiental de la zona, ya que en ella se podrá desencadenar, en una primera etapa de la sucesión ecológica, de especies de vegetación herbácea natural que beneficiarán tanto las condiciones químicas y de fertilidad del suelo, como el aumento de la diversidad y riqueza de especies.

En cuanto a las recomendaciones, la primera es la de evitar en todo momento (tanto en la fase de construcción, como en las de actuación y desmantelamiento) acumular basuras (independientemente de cuál sea su origen).

Durante la explanación, que se realizará preferentemente en época de baldío o barbecho de los terrenos, con el fin de no eliminar la cubierta vegetal y aprovechar así la explotación agrícola.

La tierra excavada se dispondrá en cordones de montículos de no más de un metro y medio de alto para favorecer así su posterior uso sin que la tierra pierda propiedades por su compactación.

Teniendo en cuenta estas recomendaciones y consideraciones, se estima que el impacto producido por la construcción de la línea eléctrica sobre la vegetación en el área del proyecto será mínimo y no supondrá peligro alguno.

Sin embargo, y a pesar de la puesta en práctica de las medidas minimizadoras del impacto anteriormente expuestas, teniendo en cuenta las características socioeconómicas de la zona del municipio en las que se localizará la planta, en las que predomina la actividad agraria para el cultivo de herbáceos tanto de regadío como de secano, y viendo que en el horizonte de vida útil de la instalación proyectada, no se espera que esta situación cambie de tendencia, es lógico plantear la restauración orientada a la explotación agraria, es decir, la actualmente existente.

5.2.1. Calendario de Actuaciones

- Las actuaciones a incluir dentro del Plan de Restauración se programan en tres momentos cronológicamente diferentes:
- Durante la fase de obras: en caso de que sea posible (buenas condiciones meteorológicas,
  época adecuada para la siembra, etc.), se procederá a restaurar los siguientes elementos:
- Los viales ya existentes y que han sido adecuados.

Esta restauración consistirá básicamente en la redistribución de la primera capa de tierra vegetal extraída y procedente de la explanación sobre taludes y zanjas, de manera que se conserven y desarrollen las semillas presentes en el suelo.

- Al final de la fase de obras: se procederá a realizar la restauración sobre las zonas no ocupadas entre cada apoyo de la línea eléctrica, y utilizando las especies herbáceas presentes en la zona.
- Al término de la fase de explotación: se procederá a realizar las siguientes operaciones de restauración:
- Desmantelamiento de los elementos que constituyen la línea eléctrica (apoyos metálicos, cables y aparamenta).
- Restauración de las zonas ocupadas por los elementos desmantelados.
- Restauración de la totalidad de la plataforma de montaje de los apoyos.

La planificación de la restauración queda supeditada al ritmo de ejecución de las obras, ejecutándose en el orden propuesto en este apartado.

En cuanto a las épocas adecuadas para la realización de las labores, se procurará ajustarse a lo siguiente:

- Las épocas adecuadas para la siembra coinciden con el comienzo de la estación de desarrollo, coincidiendo ó precediendo a la época de lluvias. De esta forma, las mejores fechas coinciden con los comienzos de la primavera y el final del otoño, antes de que comiencen los fríos y heladas del invierno.
- La extracción del suelo, su apilamiento, y su extendido no deben tener lugar en condiciones de humedad. Se realizará por tanto en épocas de pocas lluvias.
- La descompactación del suelo tiene igual consideración que los movimientos de tierra del punto anterior.

5.2.2. Operaciones a Realizar en las Zonas Alteradas

Con las operaciones que se detallan en este apartado se trata de devolver al terreno afectado por la implantación y explotación de la línea eléctrica su valor ecológico, anulando ó disminuyendo cuando menos los impactos ambientales ocasionados.

Las actuaciones a llevar a cabo en cada zona se describen a continuación.

Zonas de actuación durante la fase de obras

Durante esta fase, se procederá a restaurar, en caso de que sea posible (buenas condiciones meteorológicas, época adecuada para la siembra, etc.), los siguientes elementos:

- Restauración de los viales ya existentes y que han sido adecuados.
- Restauración de zanjas de cableado.

Inicialmente, en las zonas en las que se ejecutarán las obras incluidas en el proyecto de obra se procederá a la retirada de la tierra vegetal. Esta tierra vegetal será utilizada en la restauración, por lo que deberá ser acopiada y tratada de forma conveniente.

- Las actuaciones a realizar serán las siguientes:
- Retirada de tierra vegetal.
- Acopio de tierra vegetal.
- Siembra de protección de los acopios de larga duración (más de 1 año).

Accesos para mantenimiento

Los terraplenes serán mínimos para los accesos, ya que en todos los casos se trata de viales ya existentes que solo sufrirán una adecuación consistente en la mejora del firme, mediante el relleno del bacheado y el ensanche de los puntos más reducidos. Se debe proceder, por tanto, a la revegetación de los pequeños taludes formados para evitar la erosión laminar. Al no existir pendientes, siendo la topografía del terreno plana, no se espera la formación de cárcavas.

La revegetación de estas zonas se realizará al final de la ejecución de las obras. La sucesión de operaciones a realizar será la siguiente:

- Aporte de tierra vegetal en los lugares donde se hiciera necesario.
- Extendido de la tierra vegetal.
- Despedregado.
- Revegetación por siembra manual o con máquinas sembradoras.

Zonas a Restaurar al Final de la Fase de Obras

Una vez se haya ejecutado el total de obras civiles e instalaciones de la línea eléctrica, se podrá acometer la restauración de las plataformas de montaje ejecutadas para el montaje de los apoyos y de las zonas de cimentación que queden desnudas tras las obras.

Zonas de plataforma de montaje

Una vez concluidas las obras de la instalación eléctrica, incluido por tanto el montaje de los apoyos, se podrá acometer la restauración de aquellas zonas que han servido de asentamiento a los vehículos utilizados para su montaje.

Después del desmantelamiento de la línea eléctrica se procederá a extender una capa de tierra vegetal de un espesor de 20 cm. aproximadamente, suficiente para que la siembra posterior tenga un sustrato adecuado para su nascencia.

Por tanto, las operaciones a realizar son las siguientes:

- Aporte de tierra vegetal
- Extendido de la tierra vegetal
- Despedregado
- Revegetación por siembra manual o con máquinas sembradoras.

Zonas de cimentación

Una vez finalizadas las obras de montaje de la planta, se procederá a restaurar la zona de cimentación de estos. Para ello, se realizarán las siguientes operaciones:

- Aporte de tierra vegetal
- Extendido de la tierra vegetal
- Despedregado
- Revegetación por siembra.

Zonas a restaurar al final de la fase de explotación

Una vez haya concluido la explotación de la línea eléctrica, se podrán acometer las acciones de restauración encaminadas a recuperar el valor ambiental y agrícola de las zonas ocupadas por los elementos propios de la planta. Las acciones a ejecutar serán las siguientes:

- Desmantelamiento de los elementos que constituyen la línea eléctrica (apoyos metálicos, cableado y aparamenta)
- Restauración de las zonas ocupadas por los elementos desmantelados.

Desmantelamiento de Instalaciones

Una vez concluida la explotación de la planta solar, se deberán desmantelar las instalaciones (apoyos metálicos, cableado y aparamenta), para proceder a la revegetación y que,

de este modo, se consiga una situación al final del proyecto lo más parecida a la situación pre-operacional.

Las actuaciones a realizar para el desmontaje de los elementos de la planta solar serían las siguientes:

- Retirada del cableado y aparamenta: En primer lugar, se realiza la desconexión de los cables y aparamenta instalada en los apoyos metálicos y los cables subterráneos.. Posteriormente, se cargan a un camión para su transporte final a un gestor autorizado para su correcto tratamiento y reciclado.
- Desmontaje de la estructura de los apoyos: El desmontaje de la estructura de los apoyos metálicos consiste básicamente en desensamblaje de la estructura metálica del apoyo, apilándola en un lugar destinado para ello desde el cual serán cargados a un camión para su transporte definitivo a un gestor final autorizado.
- Retirada de las cimentaciones: Una vez libre de sus diferentes elementos, y retirada la estructura, se procederá al desmantelamiento de las cimentaciones constituidas por las zapatas de hormigón. Para ello, se usará una excavadora que retirará cada pieza, cargando un camión que transportará cada bloque de hormigón hasta una planta de tratamiento de RCD's. Finalmente, los huecos resultantes de la retirada de las cimentaciones serán rellenados por tierra vegetal y posteriormente se efectuará una siembra, manual o con máquinas sembradoras, con especies herbáceas presentes en la zona.
- Relleno de las zanjas del cableado subterráneo: Una vez retirado todo el cableado se procederá al relleno de la zanja.

En resumen, todo el desmontaje de los componentes se hará mediante operarios, la carga de las piezas a camiones mediante grúa y el transporte de las piezas hasta establecimiento de destino mediante camiones.

Zonas de Explanación

Una vez finalizada la explotación de la línea eléctrica, la explanación donde se ubican los apoyos carecerá de utilidad. Por ello, se procederá a su restauración total.

Las operaciones a realizar son las siguientes:

- Descompactación.
- Aporte de tierra vegetal procedente de los montículos de creados a tal efecto en la fase de construcción.
- Extendido de la tierra vegetal.
- Despedregado.

- Escarificación superficial.
- Revegetación por siembra de las especies cultivables para su cosecha (trigo, cebada, etc.).

6. Medidas Correctoras y Restauración Paisajística

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr algunos de los siguientes aspectos:

- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones.
- Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que se ha provocado.
- Llevar a cabo medidas de restauración de modo que se consiga el efecto contrario a la acción provocada.

En la tabla siguiente aparece un esquema simplificado de los aspectos a considerar para el buen desarrollo de las medidas correctoras a realizar.

Factor Ambiental	Medidas Correctoras
Contaminación Atmosférica	- Reducir los niveles de polvo.
Contaminación Acústica	- Minimizar los niveles de ruido en las labores de desmantelamiento. - Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas. - Protección del personal adscrito a la obra según Plan de Seguridad y Salud.
Suelo	- Reducir los riesgos de contaminación propios de esta fase. - Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones.
Vegetación	- Revegetación de los puntos ocupados por las instalaciones, empleando especies autóctonas que lo aproximen al clima.
Paisaje	- Restauración paisajística de las zonas ocupadas por las instalaciones.

Tabla 1. Medidas correctoras y restauración paisajística

7. Gestión de Residuos

Como se ha mencionado en apartados anteriores, todos aquellos elementos resultantes del desmantelamiento de la Instalación se llevarán a centros autorizados para su reciclaje o a vertederos controlados para su eliminación.

Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de reutilización reciban un control y tratamiento adecuado antes de ser reutilizado como repuestos u otras funciones que cumplan con un desarrollo sostenible de la actividad en cuestión.

8. Plan de Seguridad y Salud

El contratista adjudicatario de los trabajos de desmantelamiento, realizará conforme a la legislación vigente un plan de seguridad y salud, donde recoja, según su sistema de trabajo, las medidas de seguridad a aplicar durante la realización de estos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

9. Presupuesto

9.1. Instalación híbrida renovable "PE-IFV Cumbre Abad"

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
Generador Eólico				
1.00	Ud	Desmontaje, carga y transporte de aerogeneradores	20,000.00 €	20,000.00 €
Generador Fotovoltaico				
10,452.00	Ud	Desmontaje, carga y transporte de módulos fotovoltaicos	0.64 €	6,689.28 €
402	Ud	Desmontaje, carga y transporte de seguidores	95.50 €	38,391.00 €
Instalación Eléctrica de BT				
45,307.63	ml	Desconexión de cableado eléctrico	0.29 €	13,139.21 €
3.00	Ud	Desmantelamiento de inversores y equipos eléctricos asociados	98.10 €	294.30 €
Instalación Eléctrica de MT				
994	ml	Desconexión de cableado eléctrico	3.50 €	3,479.00 €
1	Ud	Desmontaje de transformadores y aparamenta de los centros de transformación	155.00 €	155.00 €
42,219.84	ml	Desmontaje de la red de tierras	2.99 €	126,237.32 €
Obra Civil				
2,010.00	Ud	Desmontaje de las cimentaciones de los seguidores (hincas).	4.70 €	9,447.00 €
1	Ud	Centro de seccionamiento	5,000.00 €	5,000.00 €
661	m^2	Eliminación de viales	2.78 €	1,837.91 €
Cerramiento Perimetral				
1.09	ml	Desmontaje del vallado	2.18 €	2.38 €
1	Ud	Desmontaje de puerta de acceso	250.00 €	250.00 €

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
1	Ud	Desmontaje del sistema de seguridad	6,000.00 €	6,000.00 €
Restauración Paisajística				
8.11	ha	Restauración capa vegetal	500.00 €	4,055.00 €
TOTAL PRESUPUESTO DESMANTELAMIENTO INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE "PE-IFV CUMBRE ABAD"				**234,977.40 €**

Tabla 2. Presupuesto desmantelamiento Instalación híbrida renovable "PE-IFV Cumbre Abad"

9.2. Resumen del Presupuesto de Desmantelamiento

Resumen del Presupuesto	Cantidad
Instalación híbrida renovable "PE-IFV Cumbre Abad"	234,977.40 €
TOTAL PRESUPUESTO	**234.977,40 €**

Tabla 3. Resumen Presupuesto Desmantelamiento

El presupuesto total del desmantelamiento asciende a **234,977.40 €**

Córdoba, Noviembre de 2023

El Ingeniero Técnico Superior

Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial

Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Documento nº 2: Planos

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

LISTADO DE PLANOS

1. Planos generales

1.1. Situación
1.2. Emplazamiento
1.3. Implantación
1.4. Afecciones
1.5. Coordenadas de vallado
1.6. RBDA
1.7. Esquema básico de conexión
1.8. Emplazamiento conjunto proyectos

2. Planos Obra civil

2.1. Accesos a la planta
2.2. Planta general de viales
2.3. Planta y perfil viales
2.4. Plataformas tipo y secciones transversales
2.5. Sección tipo caminos
2.6. Detalle obras de fábrica tipo
2.7. Trazado zanjas BT
2.8. Trazado zanjas MT
2.9. Detalle arquetas MT
2.10. Zanjas tipo BT
2.11. Zanjas tipo MT
2.12. Topográfico

3. Planos mecánicos

3.1. Detalle seguidor solar
3.2. Detalle de vallado
3.3. Detalle planta y alzado aerogenerador

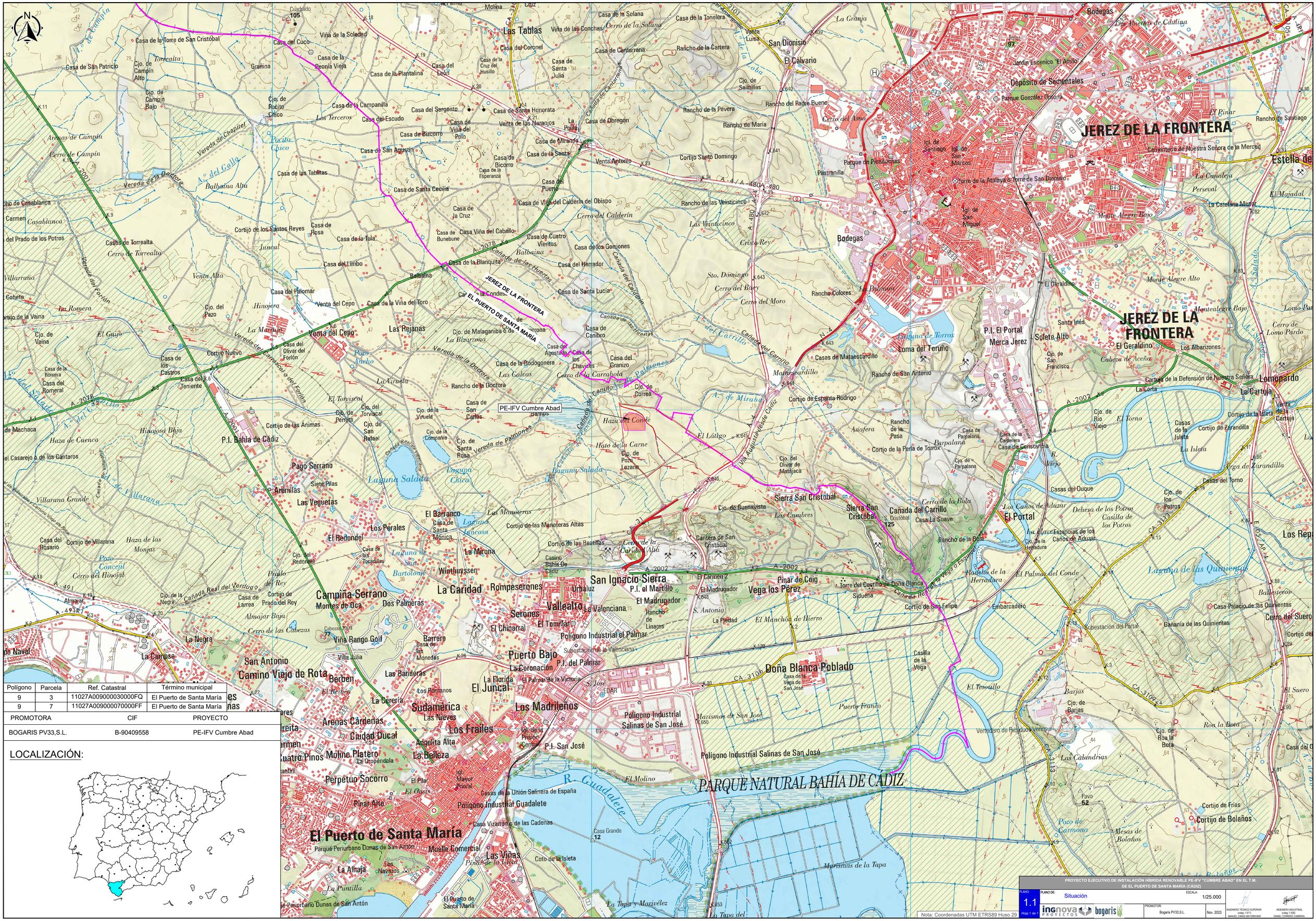
4. Planos eléctricos

4.1. Bloques de potencia
4.2. Configuración eléctrica
4.3. Esquema unifilar BT
4.4. Esquema unifilar MT
4.5. Configuración strings
4.6. Trazado circuitos BT
4.7. Trazado circuitos MT
4.8. Puesta a tierra
4.9. CCTV
4.10. Esquema de comunicaciones

Planos Generales

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 1.0 Hoja 1 de 1	PLANO DE: Portada	ESCALA: S/E		
ingnova PROYECTOS bogaris	PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.	Nov. 2023	INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO	INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA



Polígono	Parcela	Ref. Catastral	Término municipal
9	3	11027A009000030000FQ	El Puerto de Santa María
9	7	11027A009000070000FF	El Puerto de Santa María

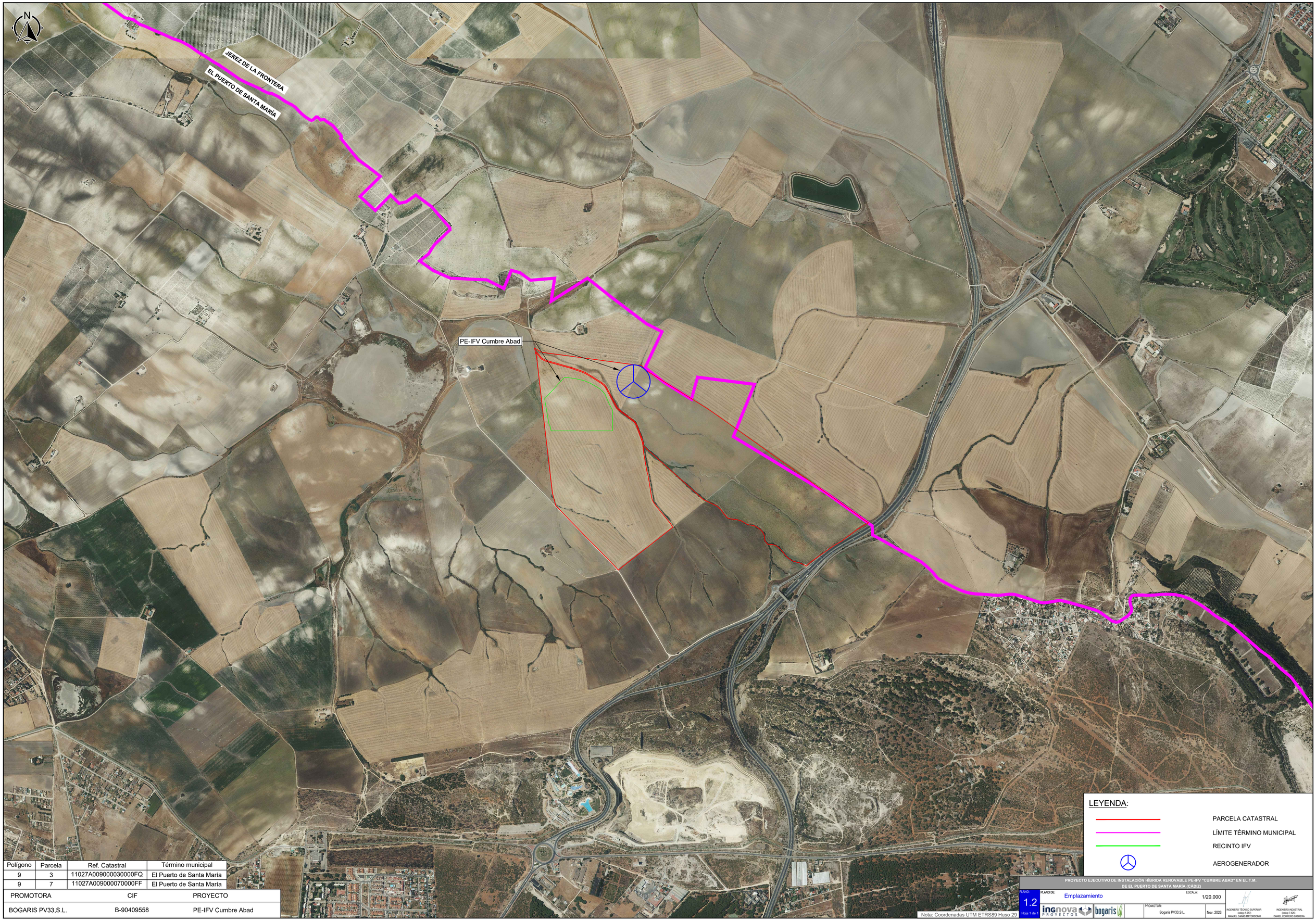
PROMOTORA	CIF	PROYECTO
BOGARIS PV33,S.L.	B-90409558	PE-IFV Cumbre Abad

LOCALIZACIÓN:

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:
1.1	Situación	1/25.000
Hoja 1 de 1	ingnova PROYECTOS / bogaris	PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L. — Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colegio 1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO — INGENIERO INDUSTRIAL (colegio 7.406) DANIEL CORRERO CABRERA



Polígono	Parcela	Ref. Catastral	Término municipal
9	3	11027A009000030000FQ	El Puerto de Santa María
9	7	11027A009000070000FF	El Puerto de Santa María

PROMOTORA	CIF	PROYECTO
BOGARIS PV33,S.L.	B-90409558	PE-IFV Cumbre Abad

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 1.2 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Emplazamiento

ESCALA: 1/20.000

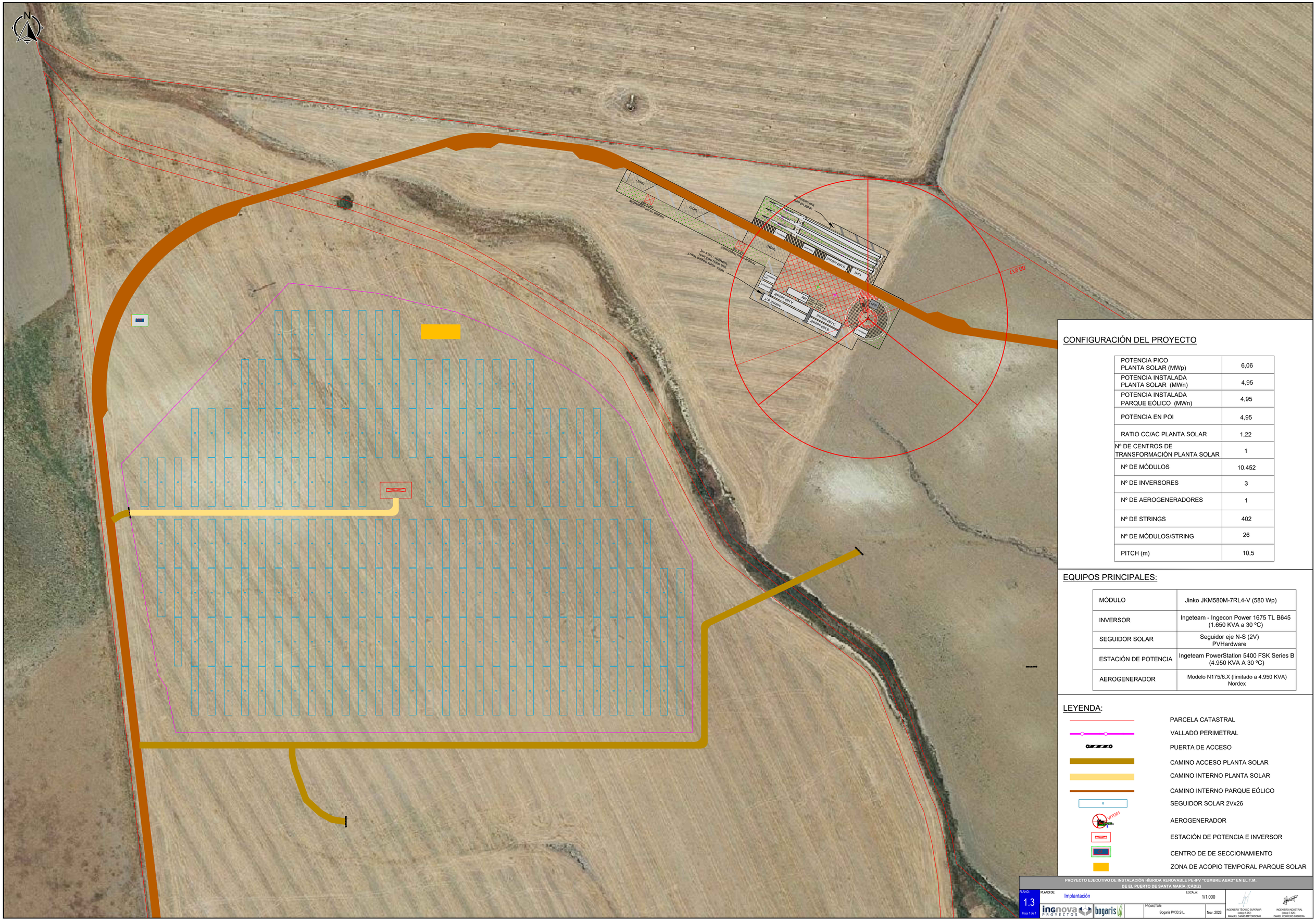
ingnova PROYECTOS | bogaris

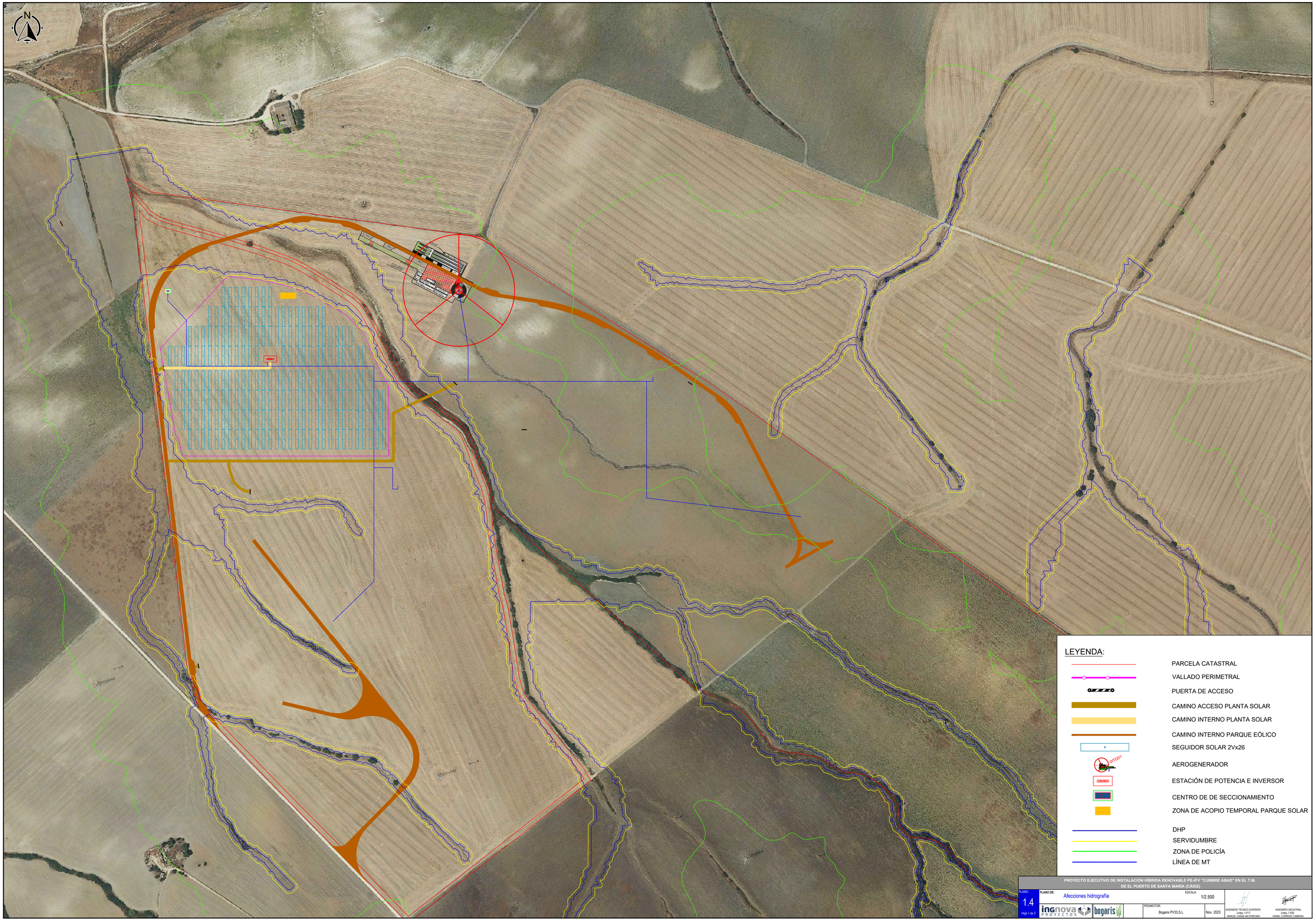
PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colleg. 1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

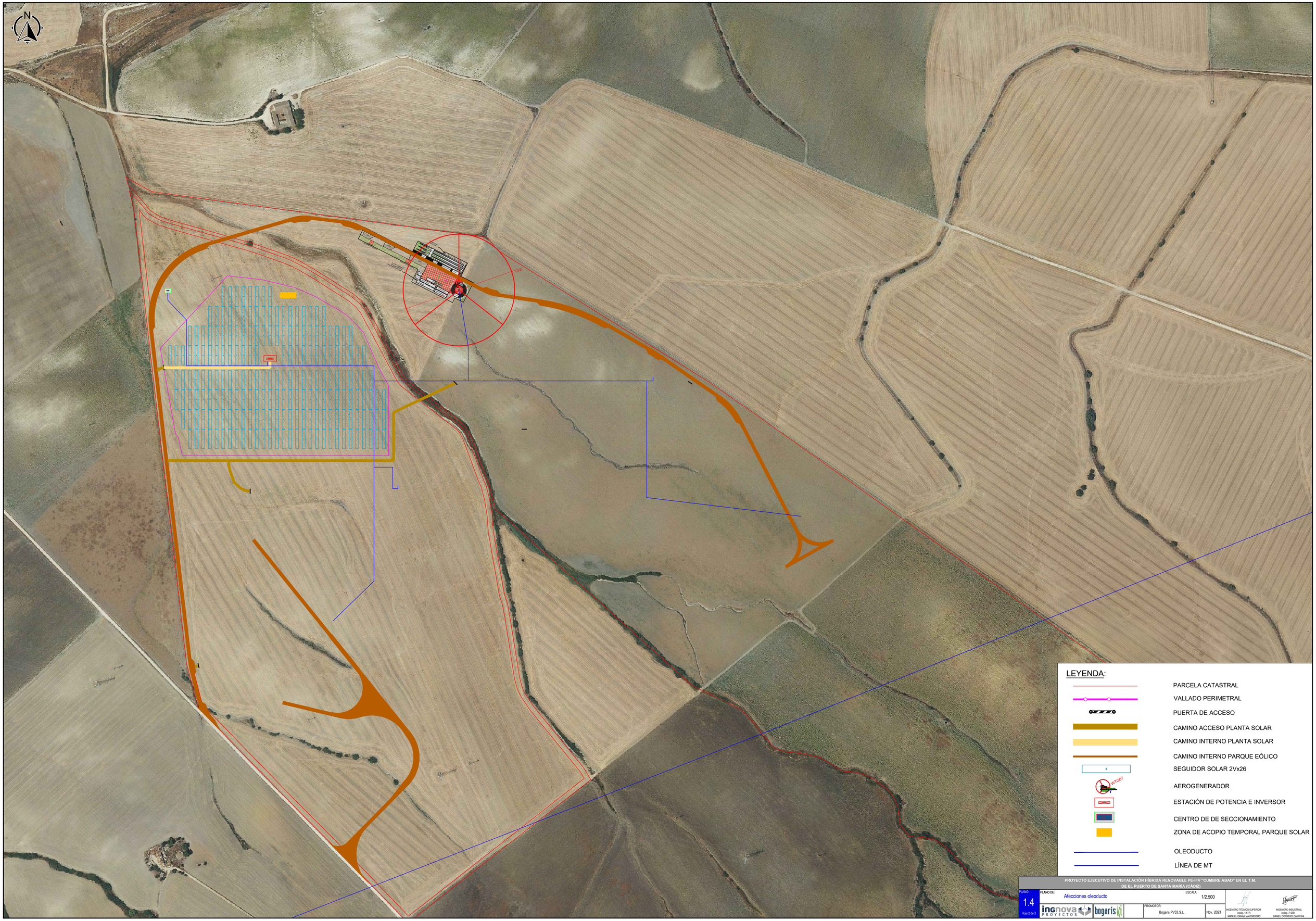
INGENIERO INDUSTRIAL (colleg. 7.408) DANIEL CORRERO CABRERA


N
Seguidor eje N-S (2V) 26 módulos
Seguidor eje N-S (2V) 26 módulos
Seguidor eje N-S (2V) 26 módulos



PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 1.4 Hoja 1 de 3	PLANO DE: Afecciones hidrografía	ESCALA: 1/2.500	
ingnova PROYECTOS / bogaris	PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.	Nov. 2023	INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg. 1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO / INGENIERO INDUSTRIAL (coleg. 7.406) DANIEL CORRERO CABRERA



LEYENDA:

- PARCELA CATASTRAL
- VALLADO PERIMETRAL
- PUERTA DE ACCESO
- CAMINO ACCESO PLANTA SOLAR
- CAMINO INTERNO PLANTA SOLAR
- CAMINO INTERNO PARQUE EÓLICO
- SEGUIDOR SOLAR 2Vx26
- AEROGENERADOR
- ESTACIÓN DE POTENCIA E INVERSOR
- CENTRO DE DE SECCIONAMIENTO
- ZONA DE ACOPIO TEMPORAL PARQUE SOLAR
- OLEODUCTO
- LÍNEA DE MT

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 1.4 Hoja 2 de 3

PLANO DE: Afecciones oleoducto

ESCALA: 1/2.500

ingnova PROYECTOS | bogaris

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colg.:7.429) DANIEL CORRERO CABRERA

N

LAAT 66 kV

LAAT 66 kV

LAMT 15 kV

LEYENDA:

- PARCELA CATASTRAL
- VALLADO PERIMETRAL
- PUERTA DE ACCESO
- CAMINO ACCESO PLANTA SOLAR
- CAMINO INTERNO PLANTA SOLAR
- CAMINO INTERNO PARQUE EÓLICO
- SEGUIDOR SOLAR 2Vx26
- AEROGENERADOR
- ESTACIÓN DE POTENCIA E INVERSOR
- CENTRO DE DE SECCIONAMIENTO
- ZONA DE ACOPIO TEMPORAL PARQUE SOLAR
- LÍNEAS ELÉCTRICAS 66 kV
- DESFASE LÍNEAS ELÉCTRICAS 66 kV
- LÍNEA ELÉCTRICA 15 kV
- DESFASE LÍNEA ELÉCTRICA 15 kV
- LÍNEA DE MT

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 1.4 Hoja 3 de 3

PLANO DE: Afecciones líneas eléctricas

ESCALA: 1/2.500

ingnova PROYECTOS

bogaris

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.7.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colg.7.426) DANIEL CORREYO CABRERA

X: 750.587
Y: 4.059.962

X: 750.482
Y: 4.059.848

X: 750.801
Y: 4.059.873

X: 750.840
Y: 4.059.789

X: 750.516
Y: 4.059.680

X: 750.840
Y: 4.059.680

CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO

POTENCIA PICO PLANTA SOLAR (MWp)	6,06
POTENCIA INSTALADA PLANTA SOLAR (MWn)	4,95
POTENCIA INSTALADA PARQUE EÓLICO (MWn)	4,95
POTENCIA EN POI	4,95
RATIO CC/AC PLANTA SOLAR	1,22
Nº DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PLANTA SOLAR	1
Nº DE MÓDULOS	10.452
Nº DE INVERSORES	3
Nº DE AEROGENERADORES	1
Nº DE STRINGS	402
Nº DE MÓDULOS/STRING	26
PITCH (m)	10,5

EQUIPOS PRINCIPALES:

MÓDULO	Jinko JKM580M-7RL4-V (580 Wp)
INVERSOR	Ingeteam - Ingecon Power 1675 TL B645 (1.650 KVA a 30 ºC)
SEGUIDOR SOLAR	Seguidor eje N-S (2V) PVHardware
ESTACIÓN DE POTENCIA	Ingeteam PowerStation 5400 FSK Series B (4.950 KVA A 30 ºC)
AEROGENERADOR	Modelo N175/6.X (limitado a 4.950 KVA) Nordex

LEYENDA:

- PARCELA CATASTRAL
- VALLADO PERIMETRAL
- PUERTA DE ACCESO
- CAMINO ACCESO PLANTA SOLAR
- CAMINO INTERNO PLANTA SOLAR
- CAMINO INTERNO PARQUE EÓLICO
- SEGUIDOR SOLAR 2Vx26
- AEROGENERADOR
- ESTACIÓN DE POTENCIA E INVERSOR
- CENTRO DE DE SECCIONAMIENTO
- ZONA DE ACOPIO TEMPORAL PARQUE SOLAR

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 1.5 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Coordenadas de vallado

ESCALA: 1/2.500

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colg.7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

PE-IFV Cumbre Abad

11027A00900007

11027A00900003

LEYENDA:

- PARCELA CATASTRAL
- VALLADO PERIMETRAL
- PUERTA DE ACCESO
- CAMINO ACCESO PLANTA SOLAR
- CAMINO INTERNO PLANTA SOLAR
- CAMINO INTERNO PARQUE EÓLICO
- SEGUIDOR SOLAR 2Vx26
- AEROGENERADOR
- ESTACIÓN DE POTENCIA E INVERSOR
- CENTRO DE DE SECCIONAMIENTO
- ZONA DE ACOPIO TEMPORAL PARQUE SOLAR

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 1.6 Hoja 1 de 1

PLANO DE: RBDA

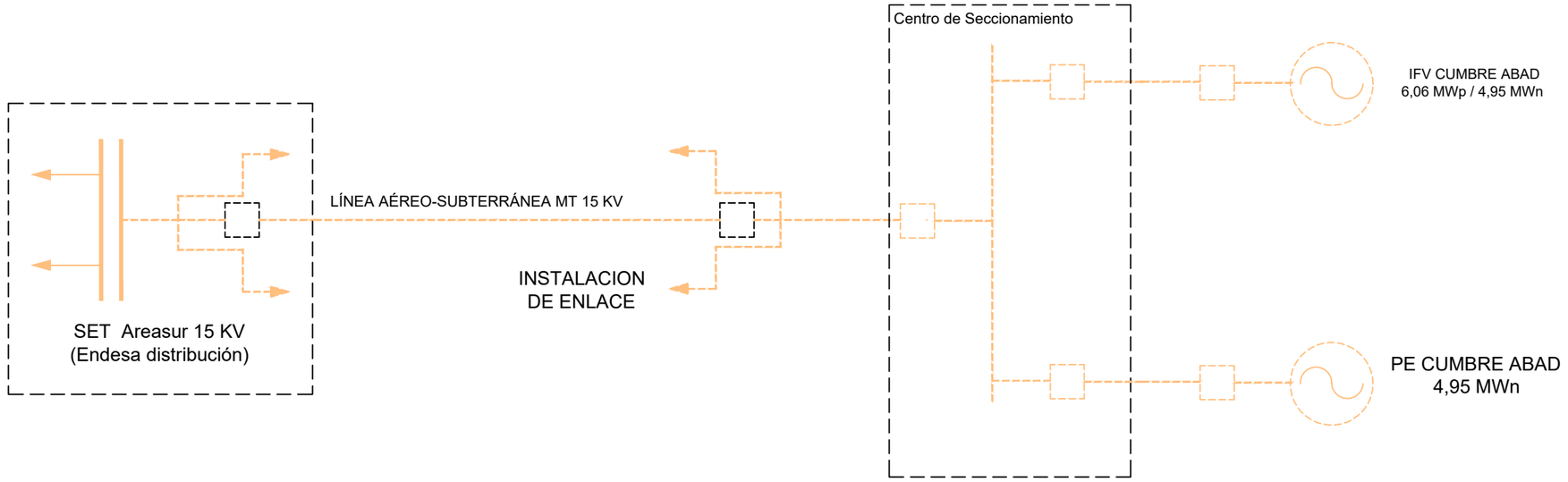
ESCALA: 1/3.000

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colg.7.429) DANIEL CORBERO CABRERA



Simbología:

SE colectora		Transformador		Nudo de conexión	
Línea de conexión		Generador		Interruptor	

Niveles de tensión:

400 kV | 220 kV | 132-110 kV | 66-45 kV | <45 kV

ESTADO DE TRAMITACIÓN:

Instalación en servicio (PES):	———	(trazo continuo)
Instalación pte. servicio (Pte PES):	— — — — —	(trazo discontinuo)
Instalación pte. PES pte. Autorización Administrativa (Pte. AA)	▬ ▬ ▬ ▬	(trazo discontinuo en negrita)

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 1.7 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Esquema básico de conexión

ESCALA: S/E

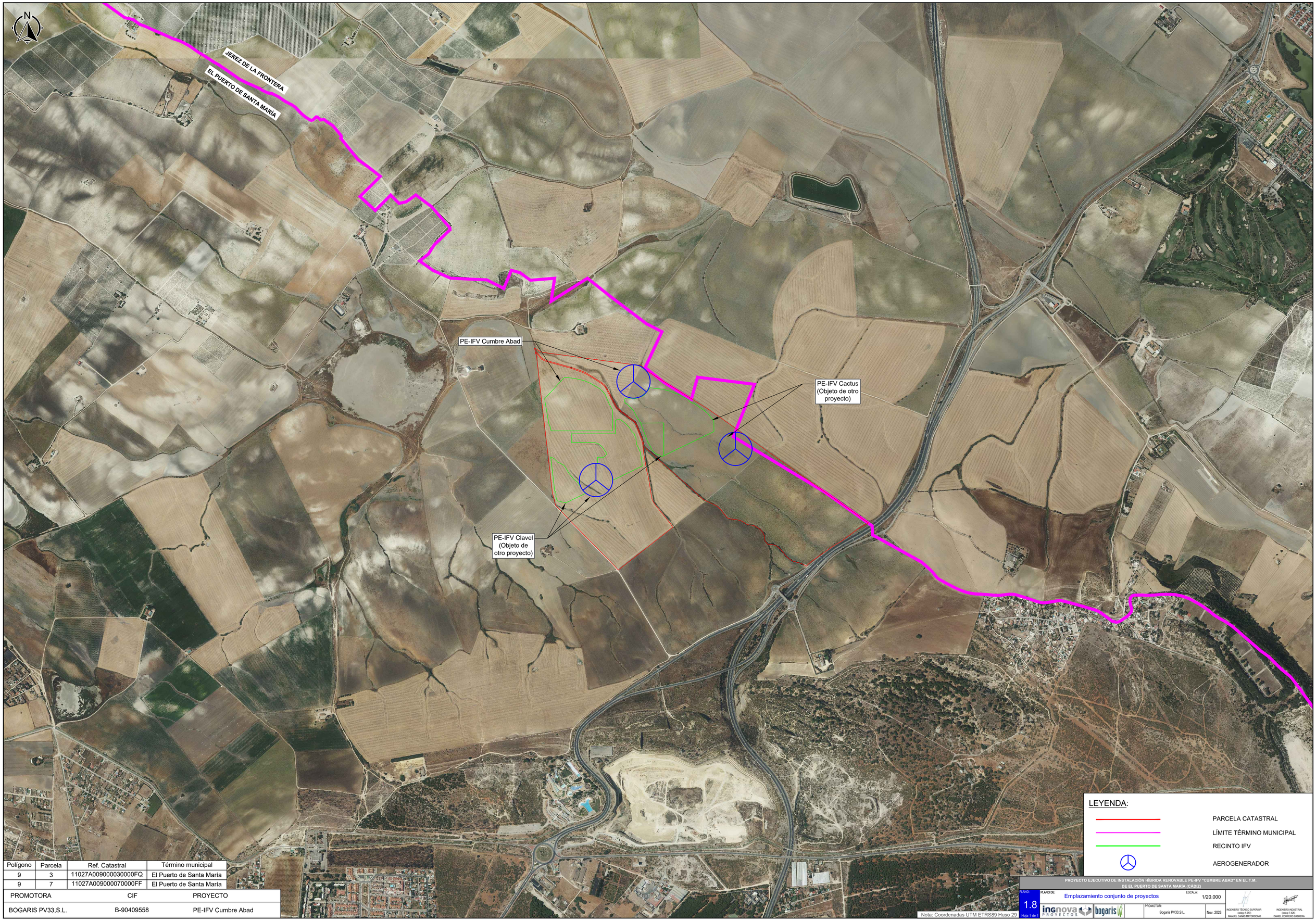
ingnova PROYECTOS | bogaris

PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA



Polígono	Parcela	Ref. Catastral	Término municipal
9	3	11027A009000030000FQ	El Puerto de Santa María
9	7	11027A009000070000FF	El Puerto de Santa María

PROMOTORA	CIF	PROYECTO
BOGARIS PV33,S.L.	B-90409558	PE-IFV Cumbre Abad

LEYENDA:

- PARCELA CATASTRAL
- LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL
- RECINTO IFV
- AEROGENERADOR

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 1.8 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Emplazamiento conjunto de proyectos

ESCALA: 1/20.000

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

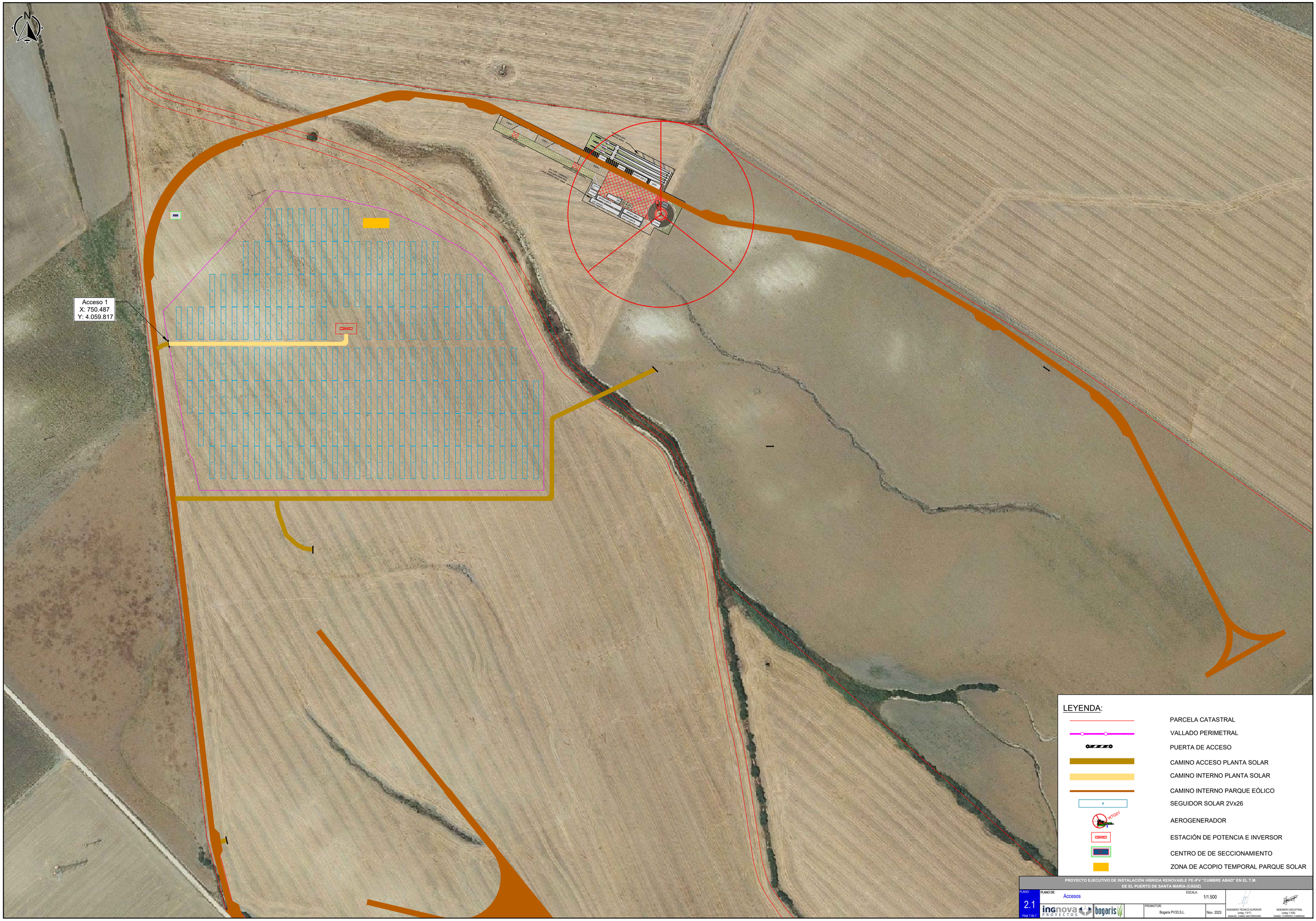
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.1.677) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colg.7.429) DANIEL CORRERO CABRERA

Planos Obra Civil

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:		
2.0	Portada	S/E		
Hoja 1 de 1	ingnova PROYECTOS / bogaris	PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.	Nov. 2023	INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO / INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA


N
Acceso 1
X: 750.487
Y: 4.059.817
LEYENDA:
PARCELA CATASTRAL
VALLADO PERIMETRAL
PUERTA DE ACCESO
CAMINO ACCESO PLANTA SOLAR
CAMINO INTERNO PLANTA SOLAR
CAMINO INTERNO PARQUE EÓLICO
SEGUIDOR SOLAR 2Vx26
AEROGENERADOR
ESTACIÓN DE POTENCIA E INVERSOR
CENTRO DE DE SECCIONAMIENTO
ZONA DE ACOPIO TEMPORAL PARQUE SOLAR
PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)
PLANO:
2.1
Hoja 1 de 1
PLANO DE:
Accesos
ESCALA:
1/1.500
PROMOTOR:
Bogaris PV33,S.L.
Nov. 2023
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR
(colng.1.617)
MANUEL CAÑAS MAYORDOMO
INGENIERO INDUSTRIAL
(colng.7.426)
DANIEL CORRERO CABRERA

JEREZ DE LA FRONTERA

EL PUERTO DE SANTA MARÍA

WTG01

Eje_WTG01

Maniobra WTG01

A-4

Vial de acceso

LEYENDA:

- PARCELA CATASTRAL
- LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL
- CARRETERAS
- ACCESO PARQUE EÓLICO
- CAMINO INTERNO PARQUE EÓLICO
- AEROGENERADOR Y PLATAFORMA

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.2 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Planta general viales del Parque eólico

ESCALA: 1/5.000

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

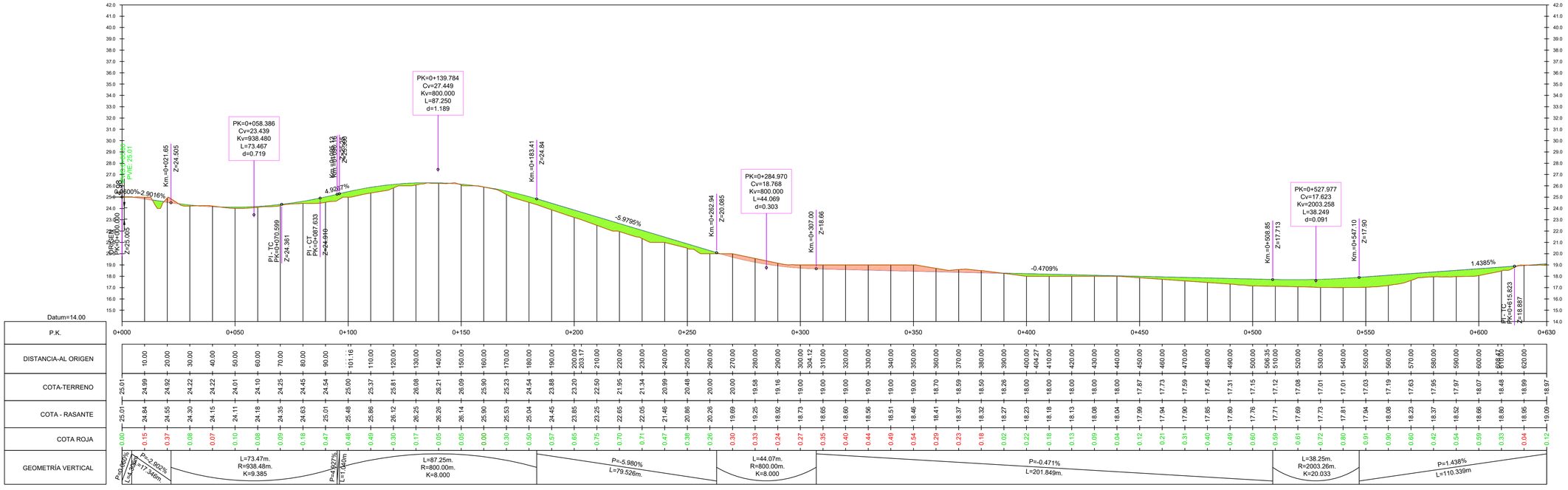
Nov. 2023

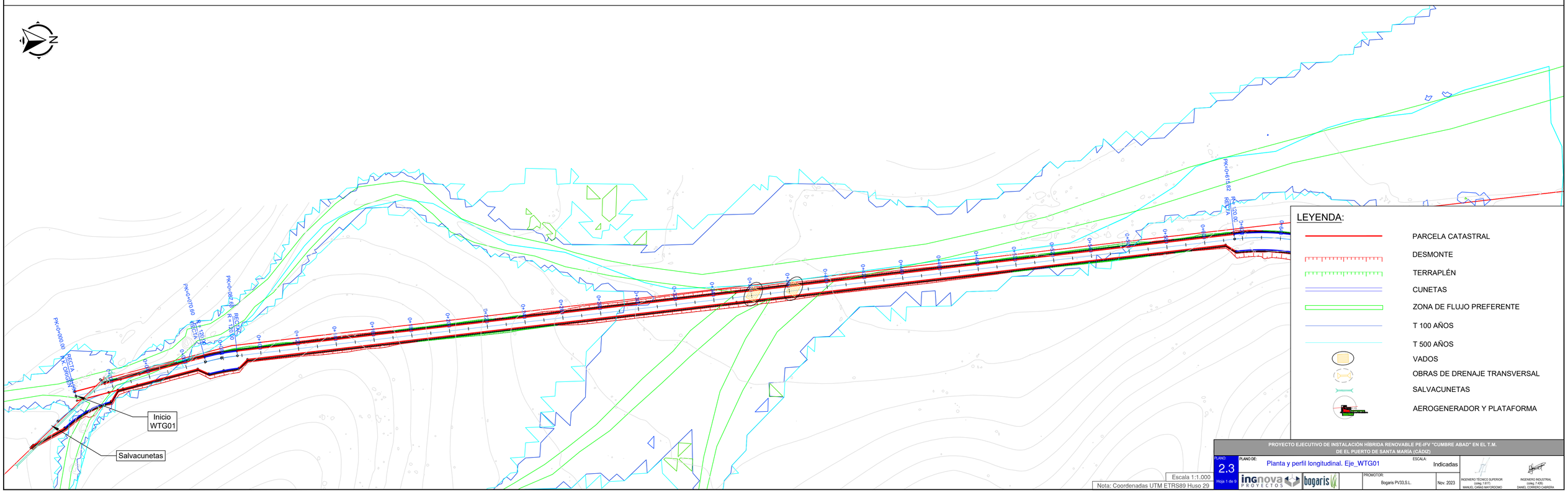
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colg.7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

Eje_WTG01

Perfil Longitudinal: E-AER-2-3
Escalas - H:1000 V: 200
DATUM: 14.00





LEYENDA:

- PARCELA CATASTRAL
- DESMONTE
- TERRAPLÉN
- CUNETAS
- ZONA DE FLUJO PREFERENTE
- T 100 AÑOS
- T 500 AÑOS
- VADOS
- OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL
- SALVACUNETAS
- AEROGENERADOR Y PLATAFORMA

Escala 1:1.000

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.3 Hoja 1 de 9

PLANO DE: Planta y perfil longitudinal. Eje_WTG01

ESCALA: Indicadas

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

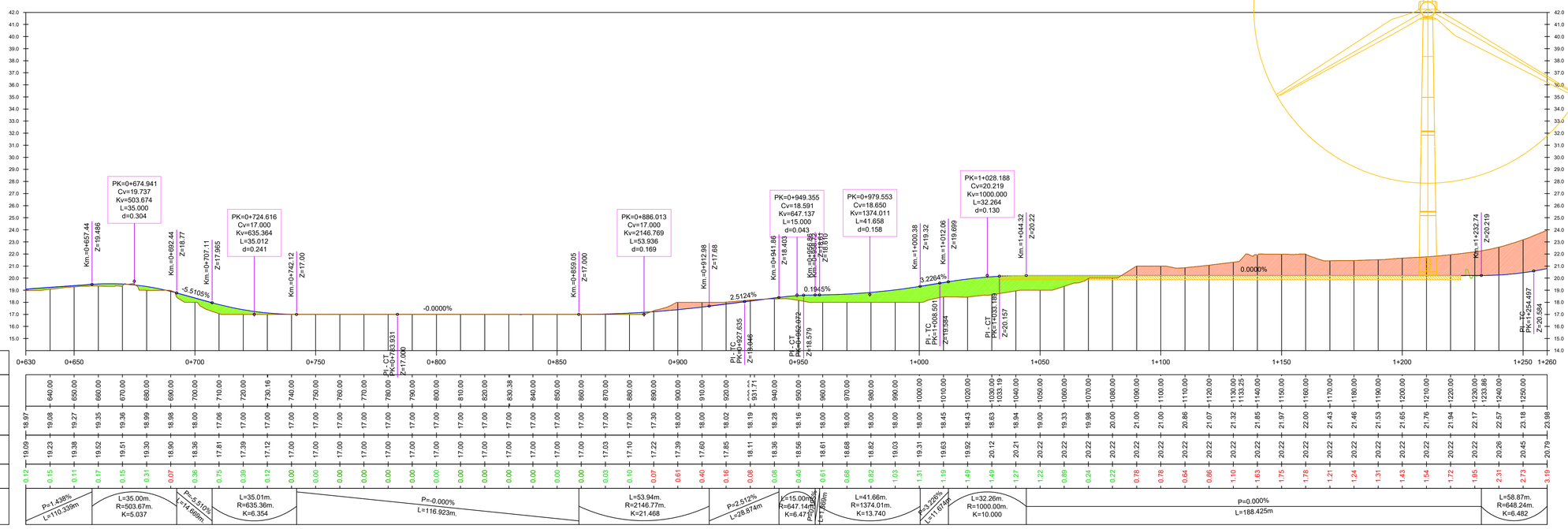
Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg. 1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg. 7.406) DANIEL CORRIERO CABRERA

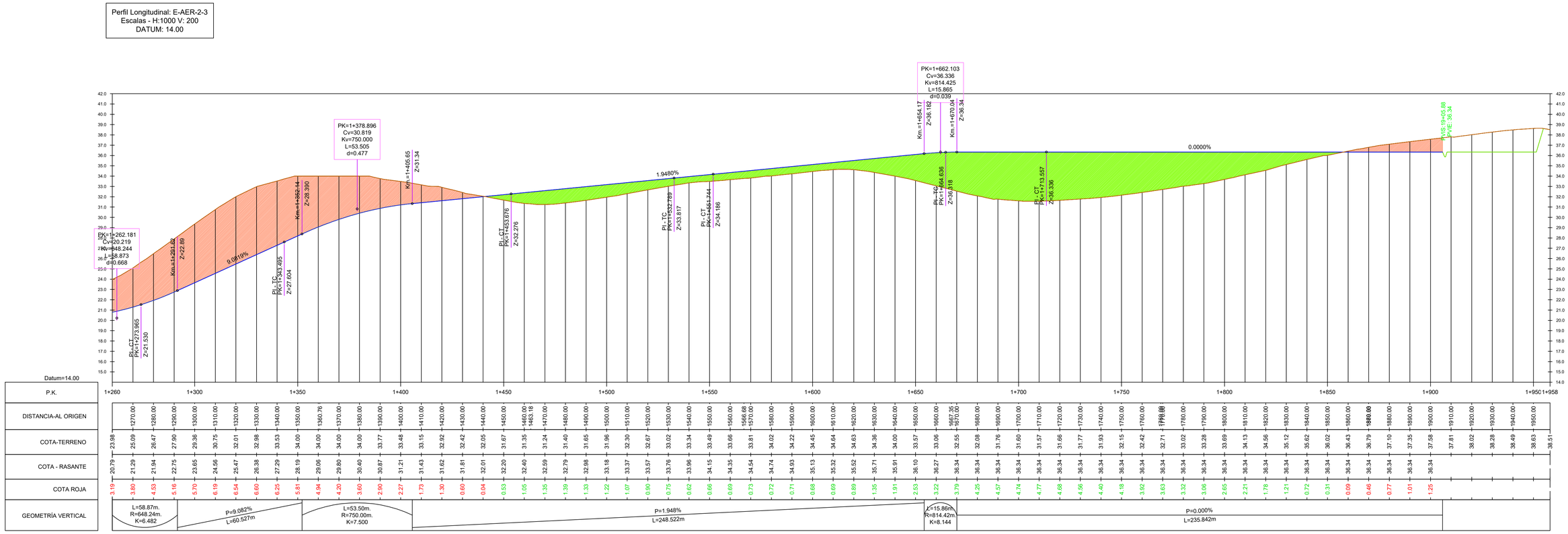
Eje_WTG01

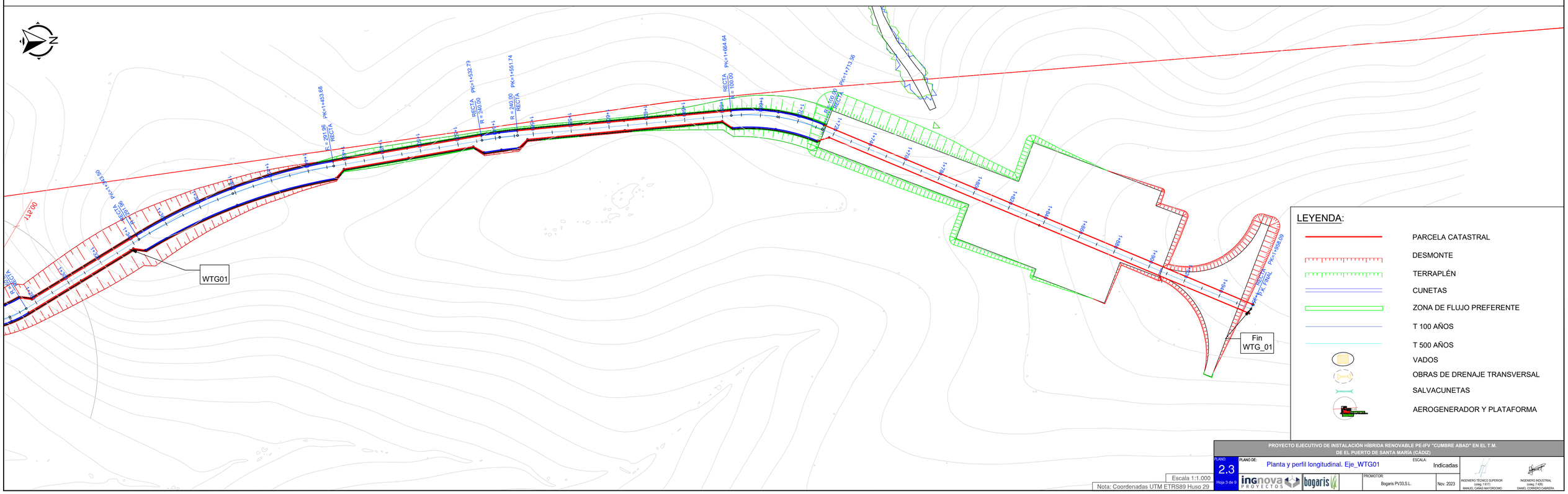
Perfil Longitudinal: E-AER-2-3
Escalas - H:1000 V: 200
DATUM: 14.00



| | | |

Eje_WTG01





Escala 1:1.000

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.3 Hoja 3 de 9

PLANO DE: Planta y perfil longitudinal. Eje_WTG01

ESCALA: Indicadas

ingnova PROYECTOS | bogaris

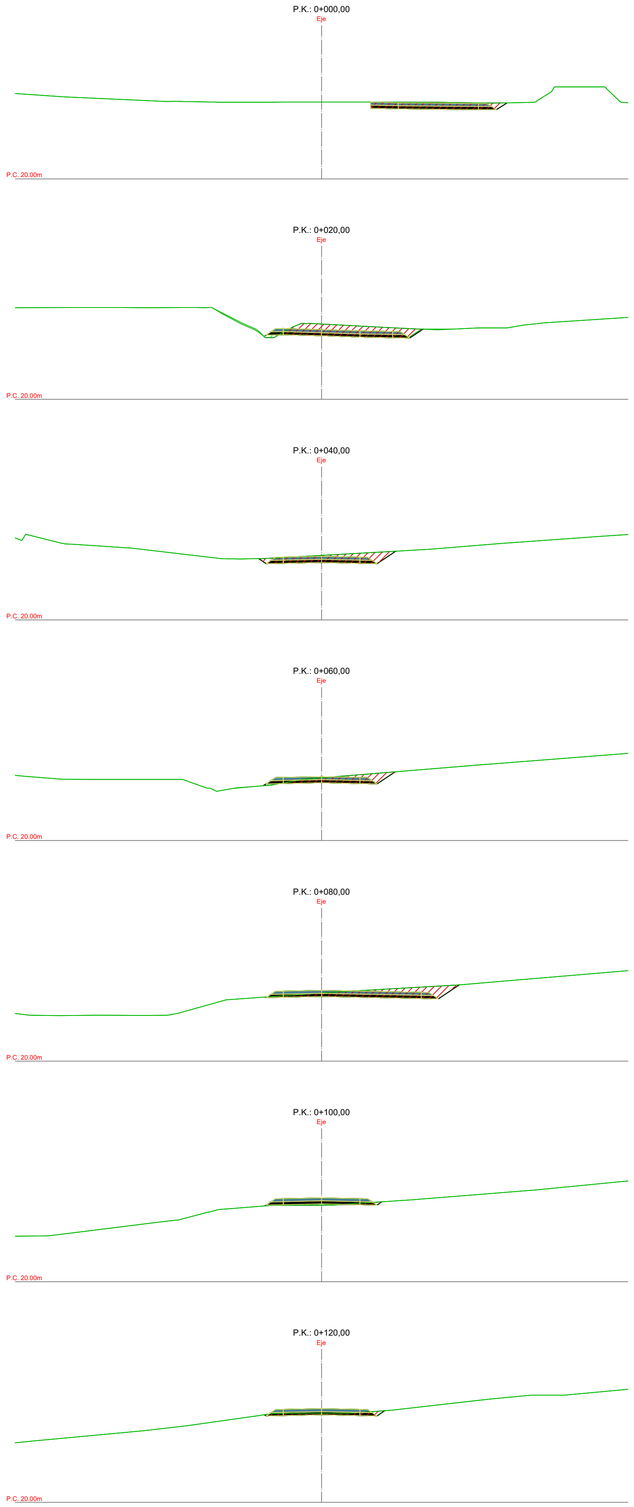
PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

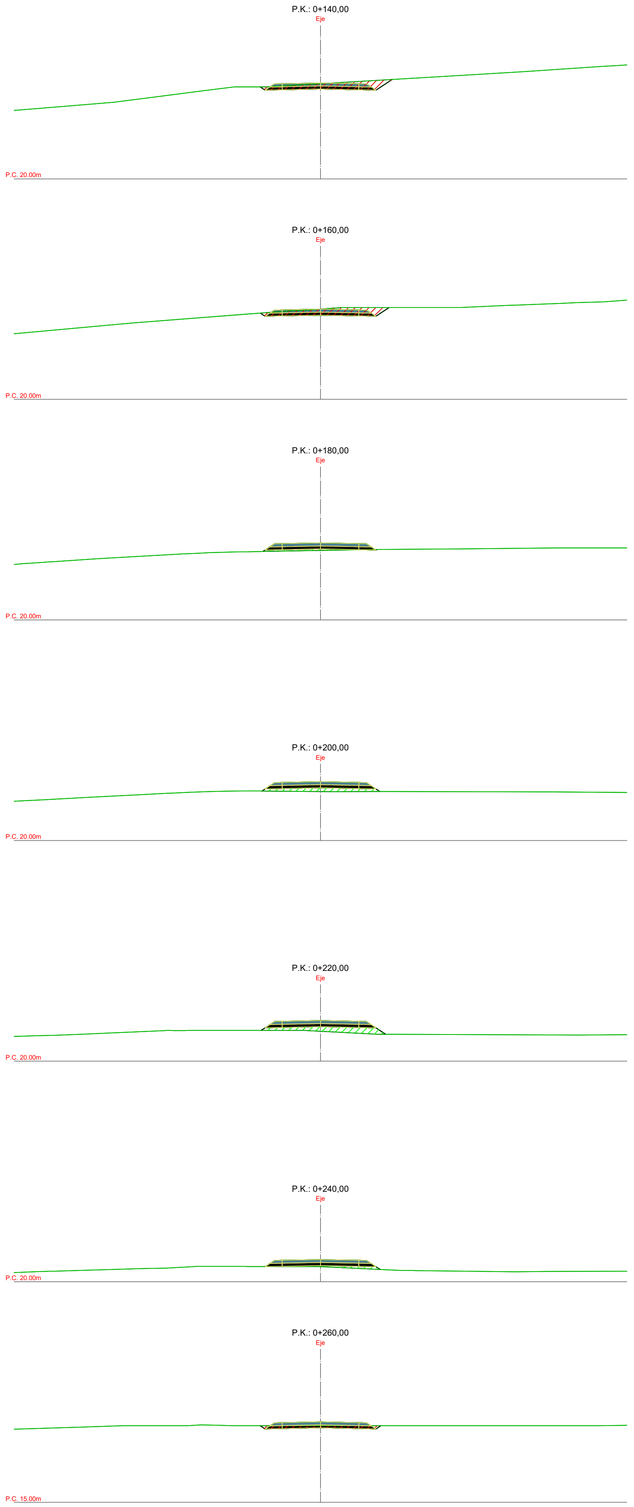
Nov. 2023

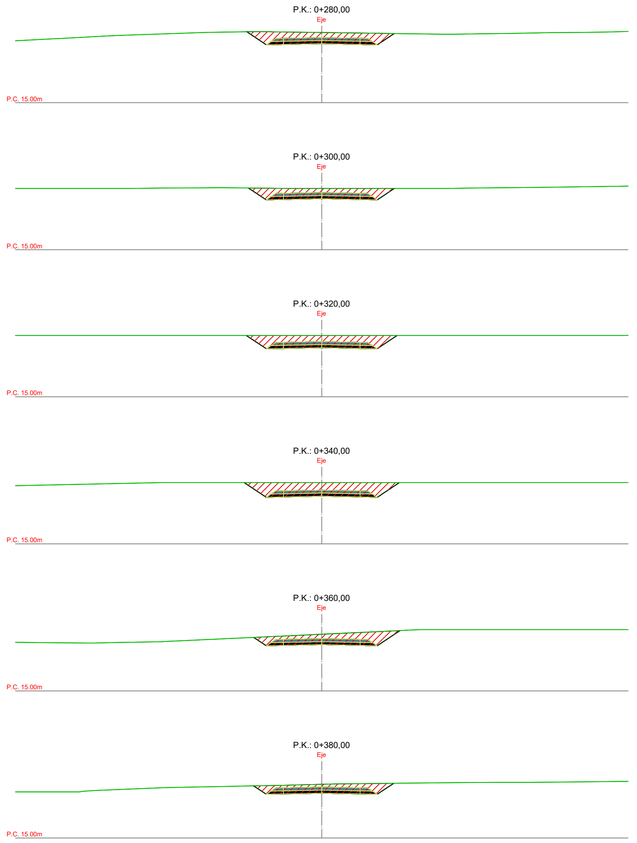
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg. 1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

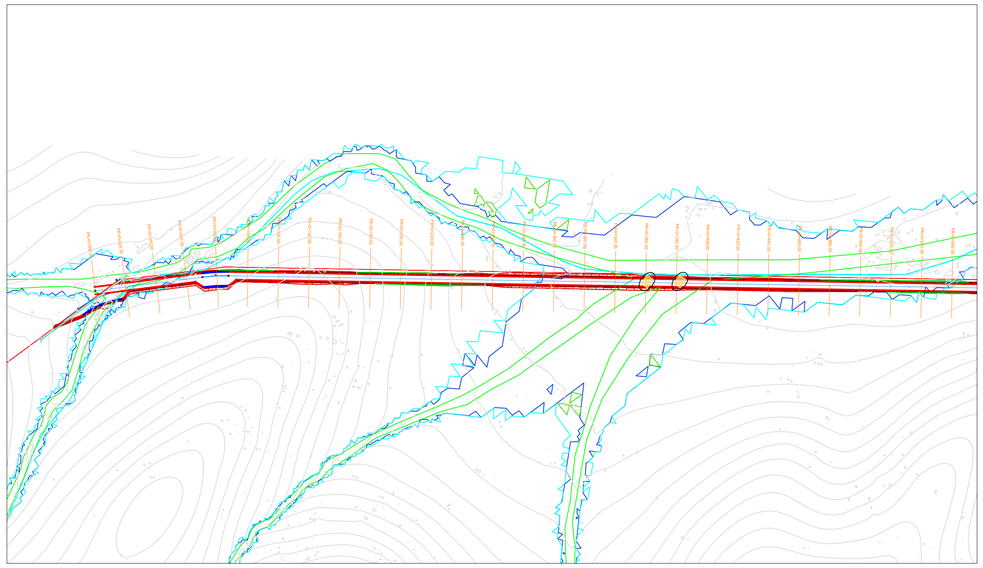
INGENIERO INDUSTRIAL (coleg. 7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

EJE_WTG01









Escala 1:200

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.3

Hoja 4 de 9

PLANO DE: Planta y perfil transversales. Eje_WTG01

ESCALA: Indicadas

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg. 1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg. 7.426) DANIEL CORRIERO CABRERA

EJE_WTG01

P.K.: 0+400,00
Eje
P.C. 15.00m

P.K.: 0+420,00
Eje
P.C. 15.00m

P.K.: 0+440,00
Eje
P.C. 15.00m

P.K.: 0+460,00
Eje
P.C. 15.00m

P.K.: 0+480,00
Eje
P.C. 15.00m

P.K.: 0+500,00
Eje
P.C. 15.00m

P.K.: 0+520,00
Eje
P.C. 15.00m

P.K.: 0+540,00
Eje
P.C. 15.00m

P.K.: 0+560,00
Eje
P.C. 15.00m

P.K.: 0+580,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 1.68 m2
T= 0.00 m2

P.K.: 0+600,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 2.37 m2
T= 0.00 m2

P.K.: 0+620,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 3.00 m2
T= 0.00 m2

P.K.: 0+640,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 1.75 m2
T= 0.00 m2

P.K.: 0+660,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 0.42 m2
T= 0.12 m2

P.K.: 0+680,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 0.00 m2
T= 1.26 m2

P.K.: 0+700,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 0.00 m2
T= 1.28 m2

P.K.: 0+720,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 0.00 m2
T= 2.48 m2

P.K.: 0+740,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 0.17 m2
T= 0.04 m2

P.K.: 0+760,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 0.14 m2
T= 1.50 m2

P.K.: 0+780,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 9.66 m2
T= 0.00 m2

P.K.: 0+800,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 8.75 m2
T= 0.01 m2

P.K.: 0+820,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 9.78 m2
T= 0.31 m2

P.K.: 0+840,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 9.19 m2
T= 0.00 m2

P.K.: 0+860,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 3.89 m2
T= 0.71 m2

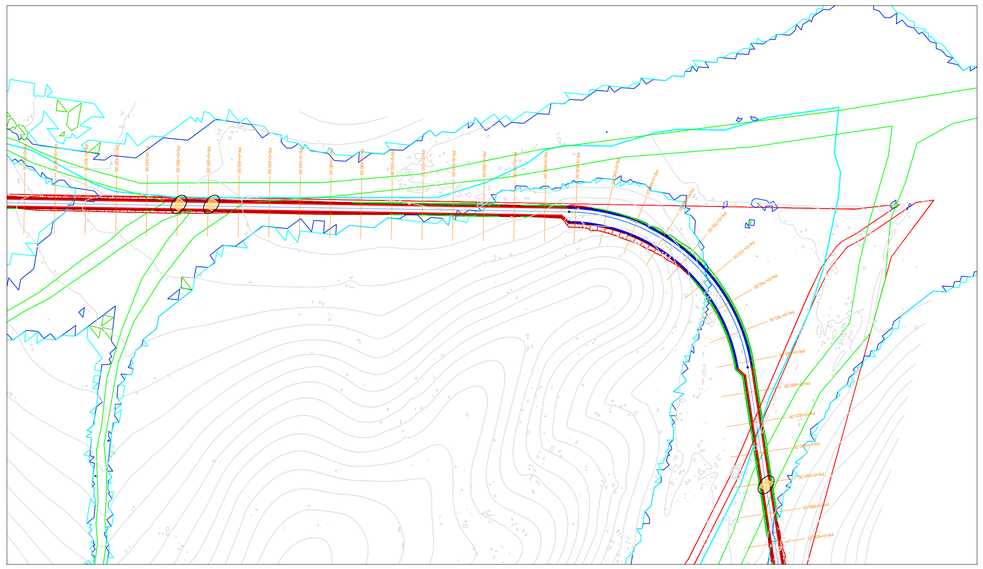
P.K.: 0+880,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 1.86 m2
T= 0.00 m2

P.K.: 0+900,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 5.55 m2
T= 0.00 m2

P.K.: 0+920,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 5.58 m2
T= 0.00 m2

P.K.: 0+940,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 5.60 m2
T= 0.00 m2

P.K.: 0+960,00
Eje
P.C. 15.00m
D= 3.49 m2
T= 0.00 m2



PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.3 Hoja 5 de 9

PLANO DE: Planta y perfil transversales. Eje_WTG01

ESCALA: Indicadas

Escala 1:1.000

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29

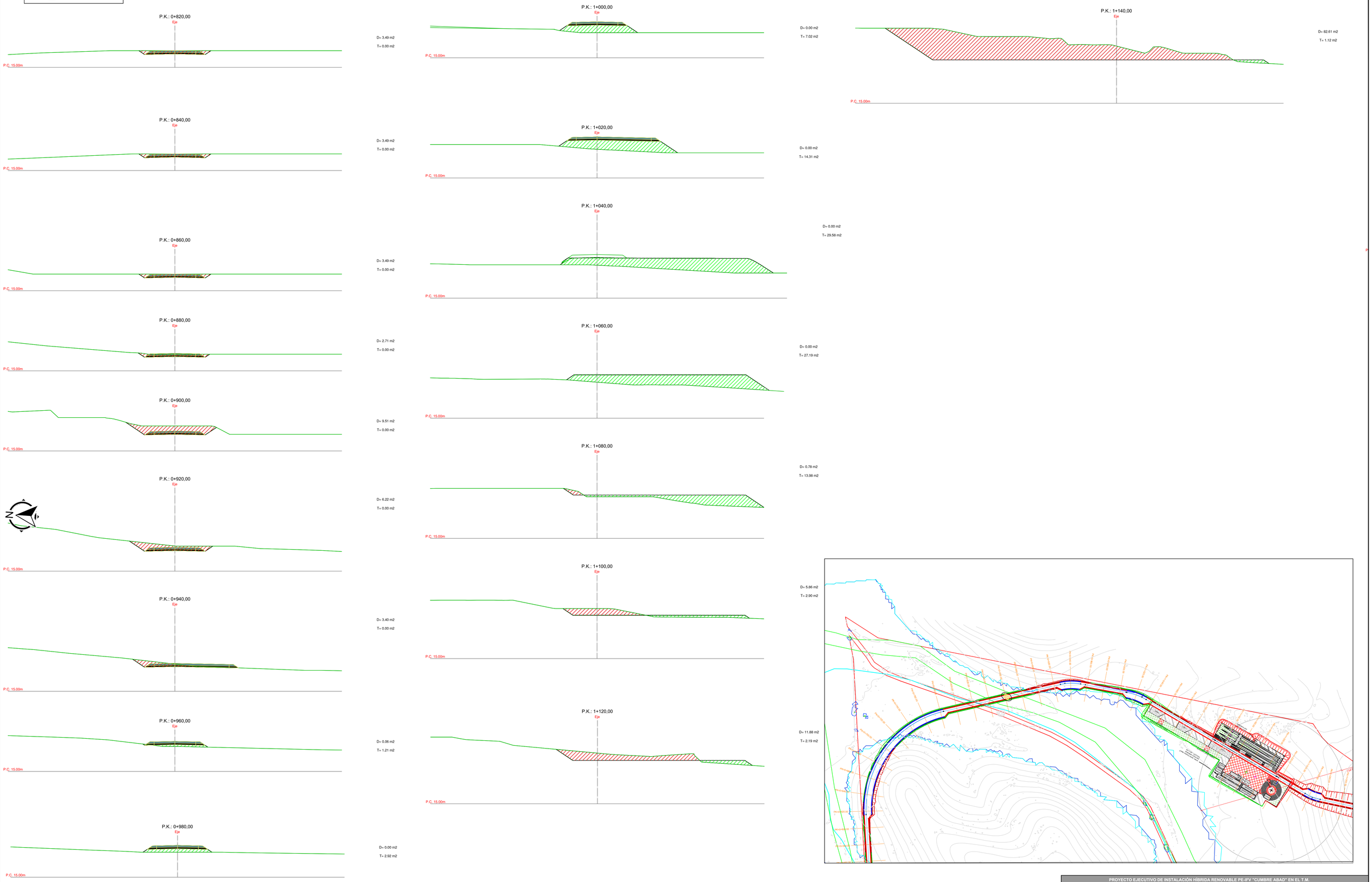
PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colg.7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

EJE_WTG01



PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.3 Hoja 6 de 9

PLANO DE: Planta y perfil transversales. Eje_WTG01

ESCALA: Indicadas

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg. 1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg. 7.436) DANIEL CORRERO CABRERA

Escala 1:1.000

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29

EJE_MAN_01

P.K.: 1+160,00
Eje
D= 78.30 m2
T= 16.93 m2
P.C. 15.00m

P.K.: 1+180,00
Eje
D= 90.36 m2
T= 10.75 m2
P.C. 15.00m

P.K.: 1+200,00
Eje
D= 98.42 m2
T= 3.89 m2
P.C. 15.00m

P.K.: 1+220,00
Eje
D= 36.74 m2
T= 0.00 m2
P.C. 20.00m

P.K.: 1+240,00
Eje
D= 31.91 m2
T= 0.00 m2
P.C. 15.00m

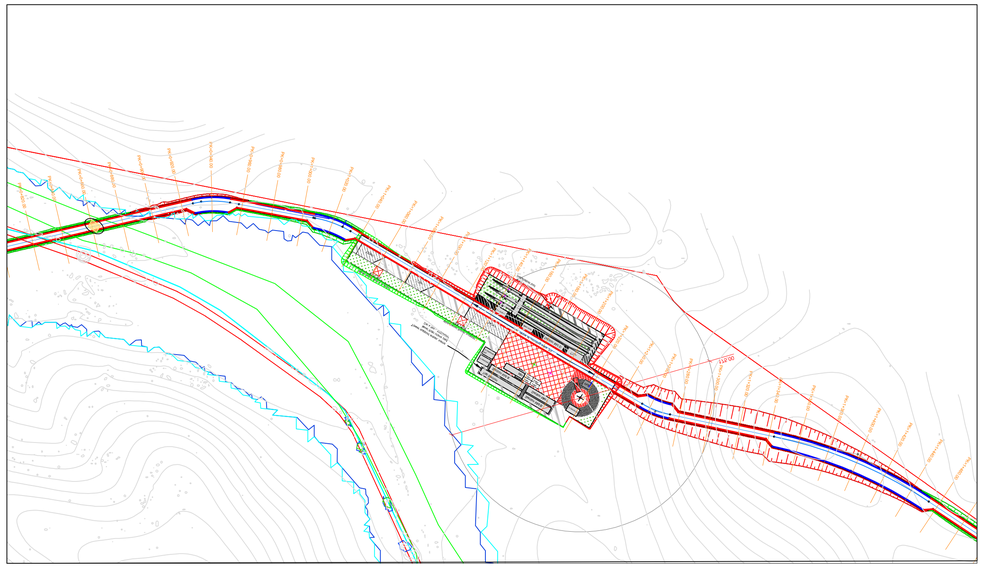
P.K.: 1+260,00
Eje
D= 65.85 m2
T= 0.00 m2
P.C. 20.00m

P.K.: 1+280,00
Eje
D= 72.88 m2
T= 0.00 m2
P.C. 20.00m

P.K.: 1+300,00
Eje
D= 99.79 m2
T= 0.00 m2
P.C. 20.00m

P.K.: 1+320,00
Eje
D= 121.23 m2
T= 0.00 m2
P.C. 20.00m

P.K.: 1+340,00
Eje
D= 121.74 m2
T= 0.00 m2
P.C. 25.00m



Escala 1:200

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CADIZ)

PLANO: 2.3 Hoja 7 de 9

PLANO DE: Planta y perfil transversales. Eje_WTG01

ESCALA: Indicadas

ingnova PROYECTOS

bogaris

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.1.617) MANUEL CARAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colg.7.429) DANIEL CORRERO CABRERA

EJE_MAN_01

P.K.: 1+360,00
Eje
P.C. 25.00m

P.K.: 1+380,00
Eje
P.C. 25.00m

P.K.: 1+400,00
Eje
P.C. 30.00m

P.K.: 1+420,00
Eje
P.C. 30.00m

P.K.: 1+440,00
Eje
P.C. 30.00m

P.K.: 1+460,00
Eje
P.C. 25.00m

P.K.: 1+480,00
Eje
P.C. 25.00m

P.K.: 1+500,00
Eje
P.C. 30.00m

D= 102.60 m2
T= 0.00 m2

D= 69.23 m2
T= 0.00 m2

D= 41.28 m2
T= 0.00 m2

D= 24.81 m2
T= 0.00 m2

D= 7.11 m2
T= 0.00 m2

D= 0.00 m2
T= 5.08 m2

D= 0.00 m2
T= 8.39 m2

D= 0.00 m2
T= 6.72 m2

P.K.: 1+520,00
Eje
P.C. 30.00m

P.K.: 1+540,00
Eje
P.C. 30.00m

P.K.: 1+560,00
Eje
P.C. 30.00m

P.K.: 1+580,00
Eje
P.C. 30.00m

P.K.: 1+600,00
Eje
P.C. 30.00m

P.K.: 1+620,00
Eje
P.C. 30.00m

D= 0.00 m2
T= 3.77 m2

D= 1.46 m2
T= 1.52 m2

D= 0.00 m2
T= 1.99 m2

D= 0.00 m2
T= 2.17 m2

D= 0.01 m2
T= 1.94 m2

D= 0.00 m2
T= 3.62 m2

P.K.: 1+640,00
Eje
P.C. 30.00m

P.K.: 1+660,00
Eje
P.C. 30.00m

P.K.: 1+680,00
Eje
P.C. 30.00m

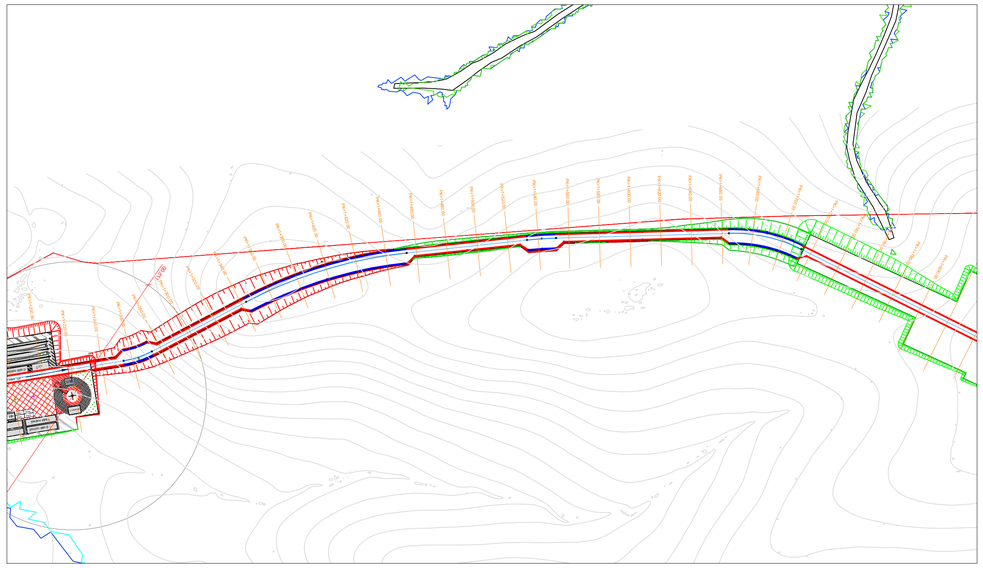
P.K.: 1+700,00
Eje
P.C. 25.00m

D= 0.00 m2
T= 14.11 m2

D= 0.00 m2
T= 32.52 m2

D= 0.00 m2
T= 61.42 m2

D= 0.00 m2
T= 72.36 m2



Escala 1:200

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.3 — Hoja 8 de 9

PLANO DE: Planta y perfil transversales. Eje_WTG01

ESCALA: Indicadas

ingnova PROYECTOS | bogaris

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR Visado: T-5570 MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL Visado: T-4256 DANIEL CORRERO CABRERA

EJE_MAN_01

P.K.: 1+720,00
Eje
D= 0.00 m2
T= 134.50 m2

P.K.: 1+740,00
Eje
P.C. 25.00m
D= 0.00 m2
T= 129.29 m2
P.C. 25.00m

P.K.: 1+760,00
Eje
D= 0.00 m2
T= 116.12 m2
P.C. 30.00m

P.K.: 1+780,00
Eje
D= 0.00 m2
T= 97.59 m2
P.C. 30.00m

P.K.: 1+800,00
Eje
D= 0.00 m2
T= 108.20 m2
P.C. 30.00m

P.K.: 1+820,00
Eje
D= 0.00 m2
T= 123.34 m2
P.C. 30.00m

P.K.: 1+840,00
Eje
D= 0.00 m2
T= 53.77 m2
P.C. 30.00m

P.K.: 1+860,00
Eje
D= 6.35 m2
T= 7.98 m2
P.C. 35.00m

P.K.: 1+880,00
Eje
D= 47.33 m2
T= 0.00 m2
P.C. 35.00m

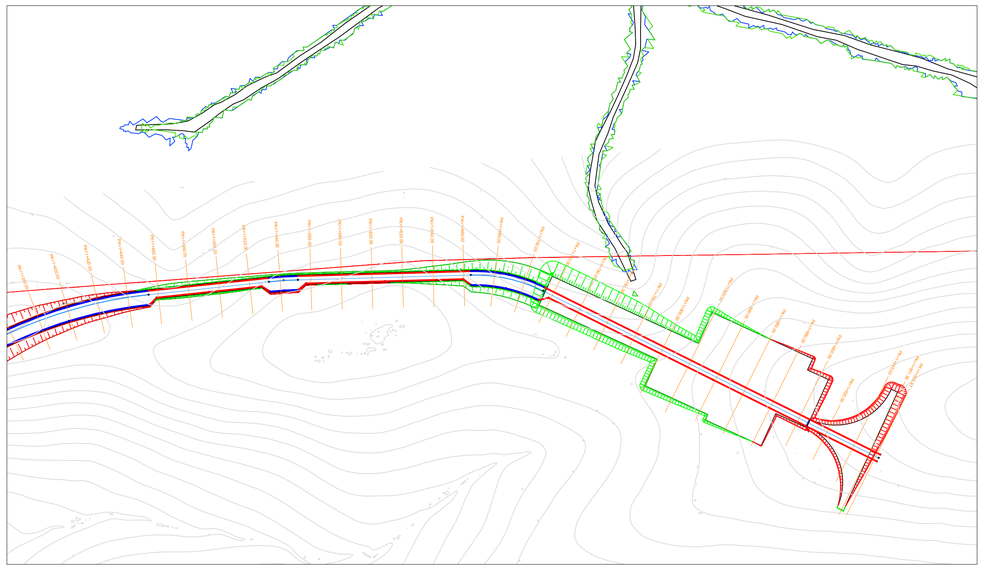
P.K.: 1+900,00
Eje
D= 54.95 m2
T= 0.00 m2
P.C. 35.00m

P.K.: 1+920,00
Eje
D= 20.75 m2
T= 0.00 m2
P.C. 35.00m

P.K.: 1+951,38
Eje
D= 173.92 m2
T= 0.20 m2
P.C. 35.00m

P.K.: 1+940,00
Eje
D= 107.59 m2
T= 0.00 m2
P.C. 35.00m

P.K.: 1+955,87
Eje
P.C. 35.00m



Escala 1:1.000

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.3 Hoja 9 de 9

PLANO DE: Planta y perfil transversales. Eje_WTG01

ESCALA: Indicadas

ingnova PROYECTOS | bogaris

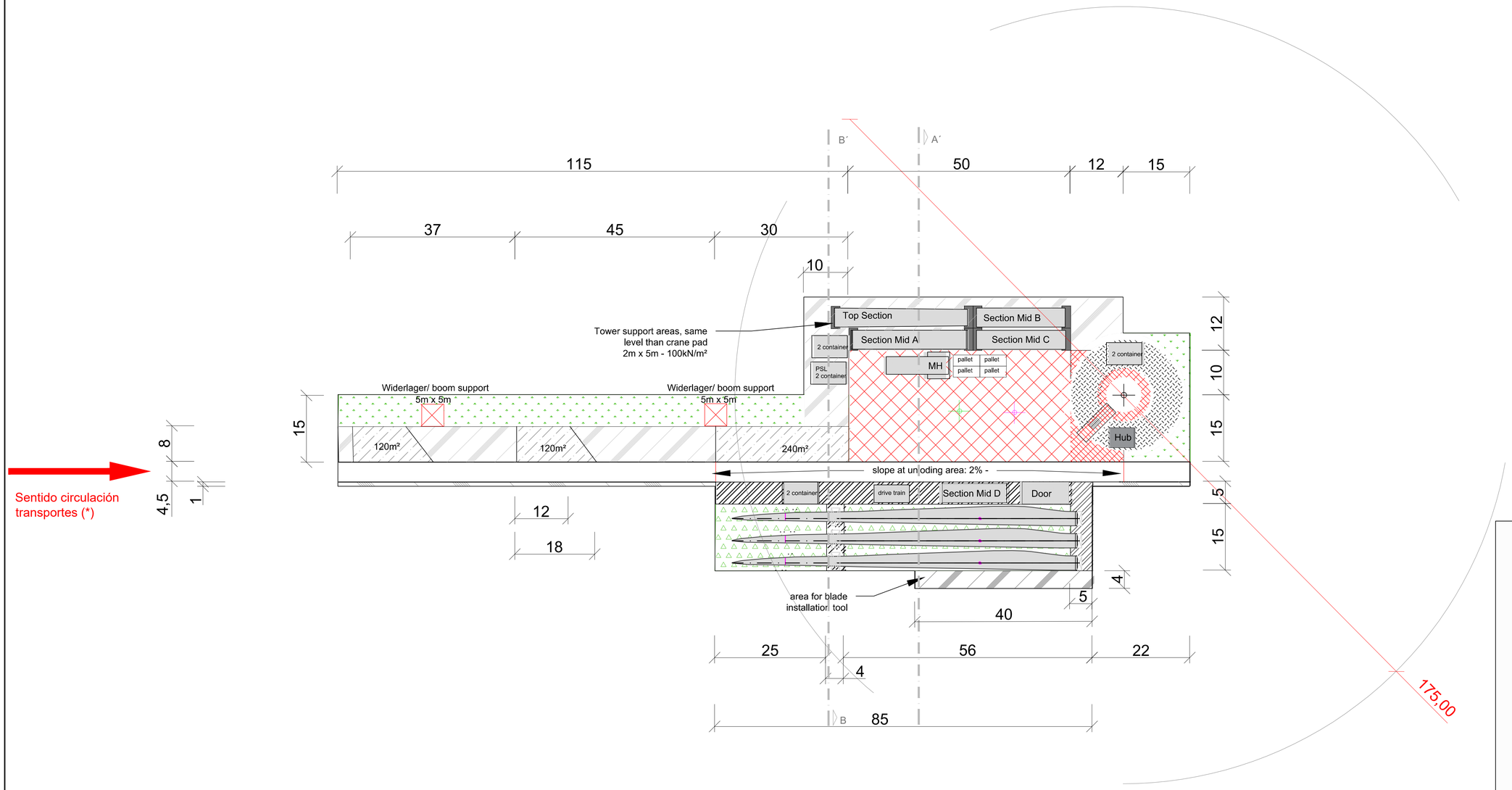
PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colg.7.426) DANIEL CORREYO CABRERA

PLATAFORMA



Legend	Description
	Center of crane in boom assembly position (crawler crane)
	Center of crane in working position (crawler crane)
	Site road: 12 to axle load / permanent
	Crane pad: 260 kN/m², permanent , slope as per drawing
	Free area / no obstacles / no trees / level can be lower than surrounding area
	Assisting crane pad:accesible by road, 180 kN/m² / temporary , Levellness 2%
	Area at same level (- 0,1m tolerance) than road/pad, accesible for All terrain wheeled loader and crane boom parts, -50 kN/m² / temporary, *Levellness 2%*
	Permanent graveled area: 100kN/m²
	Working area joint blade:150kN / temporary, *Levellness 2%*
	Area at top of foundation, usable to laydown turbine components and tools / 50 kN/m² / temporary, *Levellness 2%*
	Area free from obstacles, lower than graveled area, accessible by feet to connect SBI tool. Not accessible for all terrain wheeled loader
	Verge area at the same level than site road

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.4 Hoja 1 de 2

PLANO DE: Plataformas tipo y secciones transversales

ESCALA: 1/500

ingnova PROYECTOS | bogaris

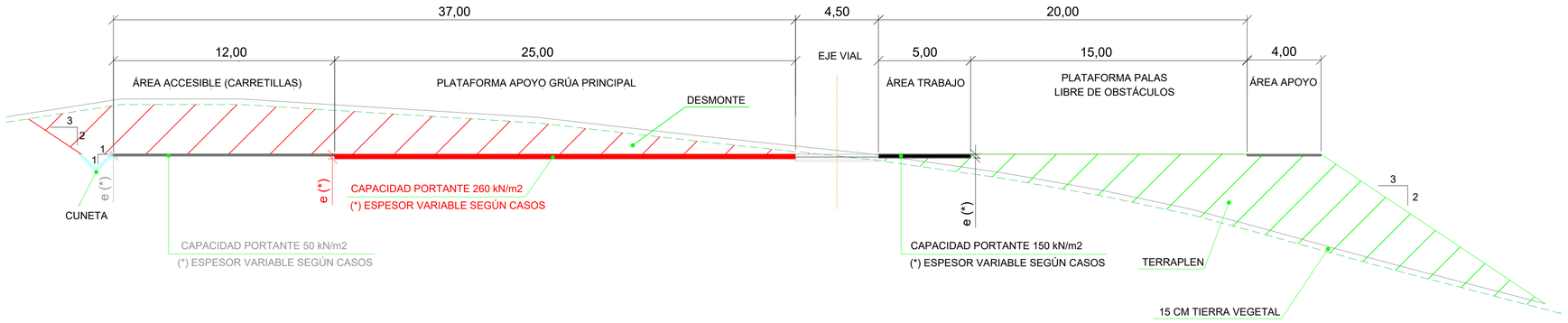
PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

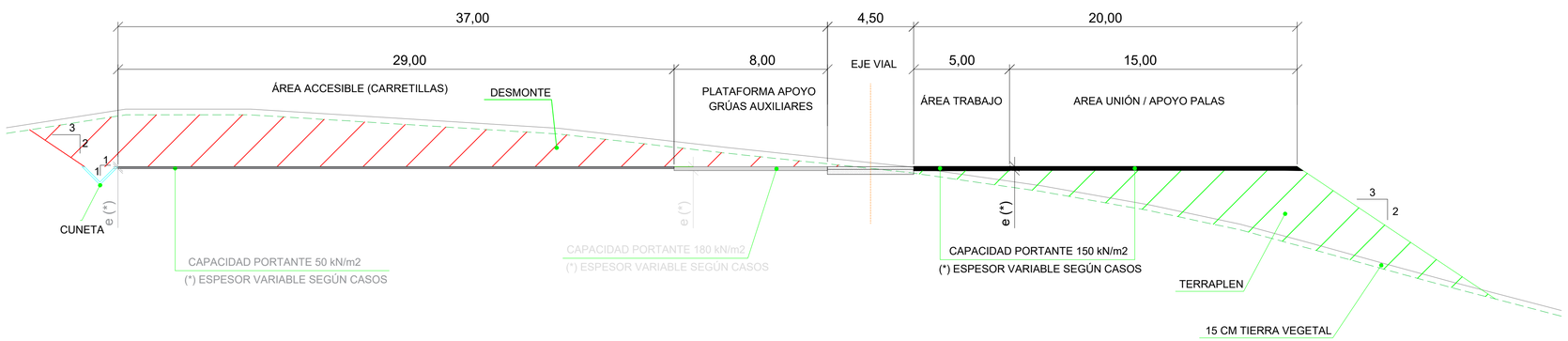
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colegio 1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colegio 7.436) DANIEL CORRERO CABRERA

Sección Transversal A-A´. Plataforma



Sección Transversal B-B´. Plataforma



Legend	Description
	Center of crane in boom assembly position (crawler crane)
	Center of crane in working position (crawler crane)
	Site road: 12 to axle load / permanent
	Crane pad: 260 kN/m², permanent , slope as per drawing
	Free area / no obstacles / no trees / level can be lower than surrounding area
	Assisting crane pad:accesible by road, 180 kN/m² / temporary , Levellness 2%
	Area at same level (- 0,1m tolerance) than road/pad, accesible for All terrain wheeled loader and crane boom parts, -50 kN/m² / temporary, *Levellness 2%*
	Permanent graveled area: 100kN/m²
	Working area joint blade:150kN / temporary, *Levellness 2%*
	Area at top of foundation, usable to laydown turbine components and tools / 50 kN/m² / temporary, *Levellness 2%*
	Area free from obstacles, lower than graveled area, accessible by feet to connect SBI tool. Not accessible for all terrain wheeled loader
	Verge area at the same level than site road

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.4 Hoja 2 de 2

PLANO DE: Plataformas tipo y secciones transversales

ESCALA: 1/150

ingnova PROYECTOS

bogaris

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

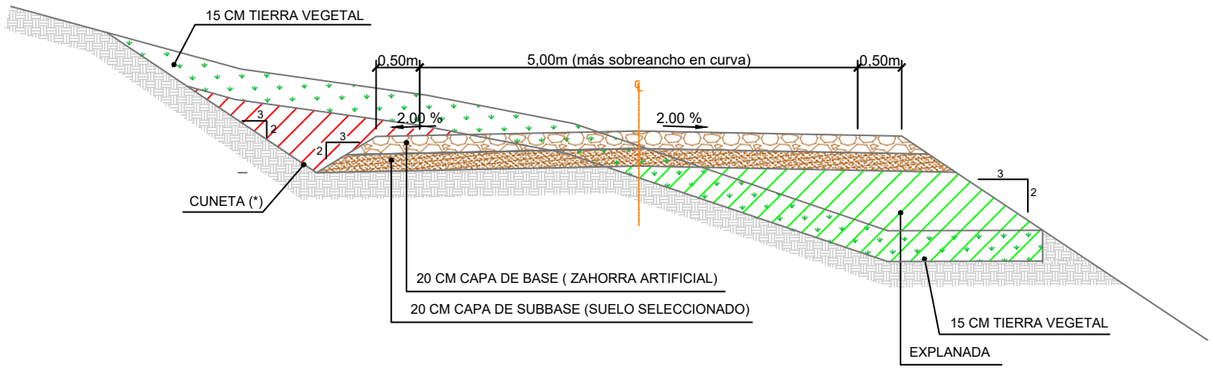
Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colg.7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

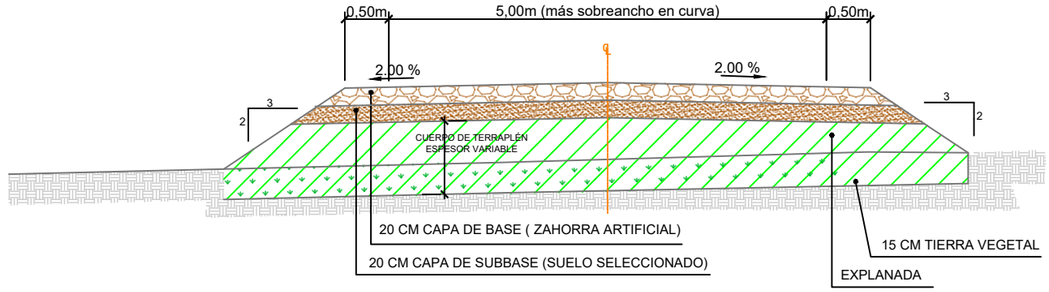
VIAL PRIMARIO

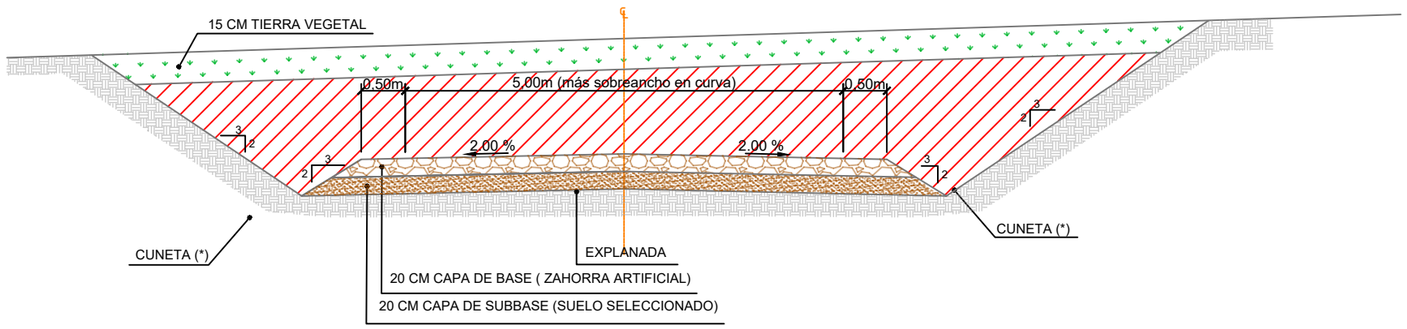
VIALES MATERIAL GRANULAR DESMONTE Y TERRAPLÉN



VIALES MATERIAL GRANULAR TERRAPLÉN

VIALES MATERIAL GRANULAR DESMONTE





LEYENDA

- CAPA BASE (Z.A)
- CAPA SUB-BASE
- TIERRA VEGETAL
- DESMONTE
- TERRAPLEN

NOTAS:

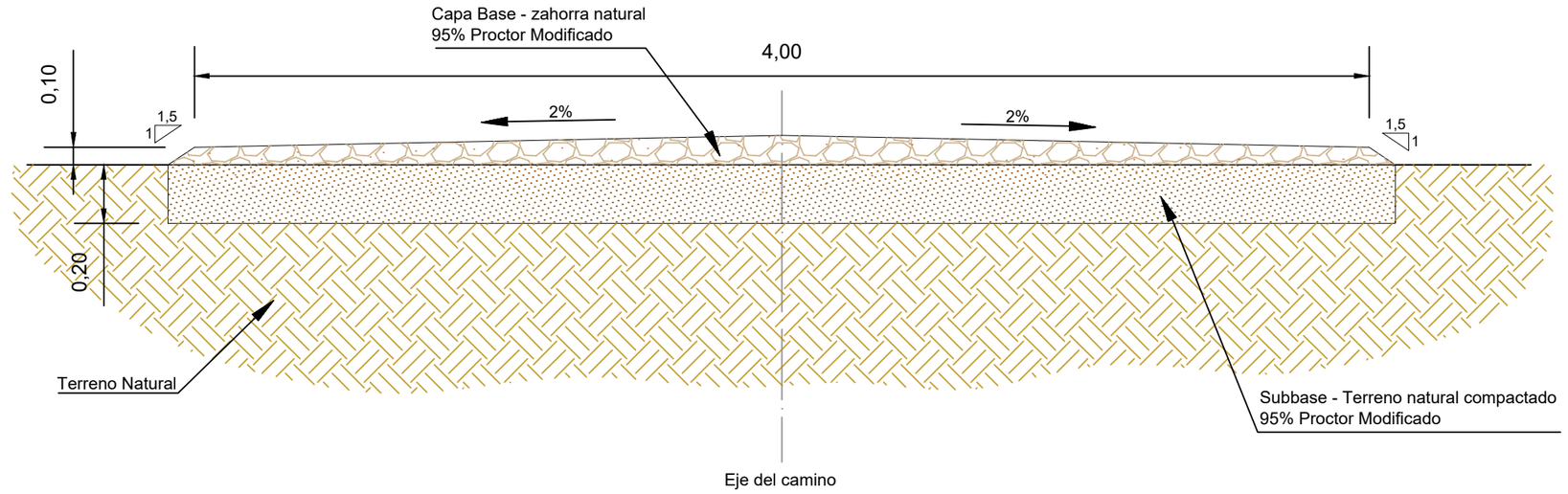
Cotas en metros.

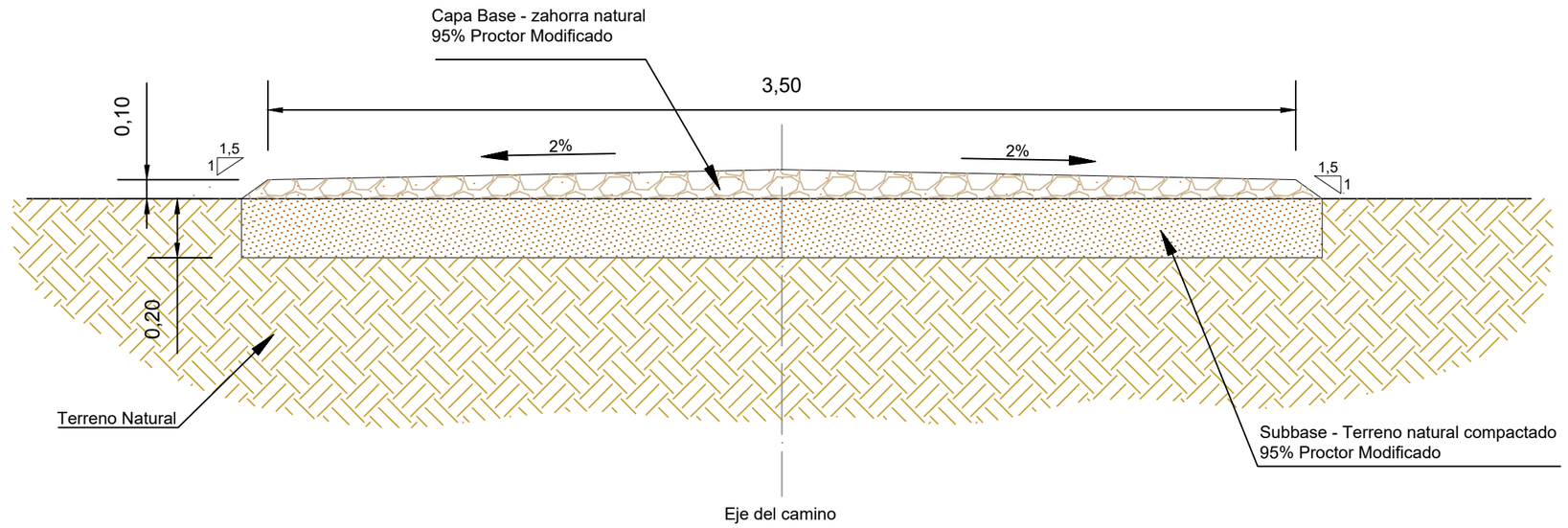
Los tramos de los caminos cuya pendiente sea superior al 10% irán hormigonados.

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:	
2.5	Sección tipo viales- vial primario instalación eólica	1/70	
Hoja 1 de 2	PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.	Nov. 2023	INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO / INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

ingnova PROYECTOS bogaris





NOTAS:

Cotas en metros.

Los tramos de los caminos cuya pendiente sea superior al 10% irán hormigonados.

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.5 Hoja 2 de 2

PLANO DE: Sección tipo viales instalación fotovoltaica

ESCALA: 1/20

PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.

Nov. 2023

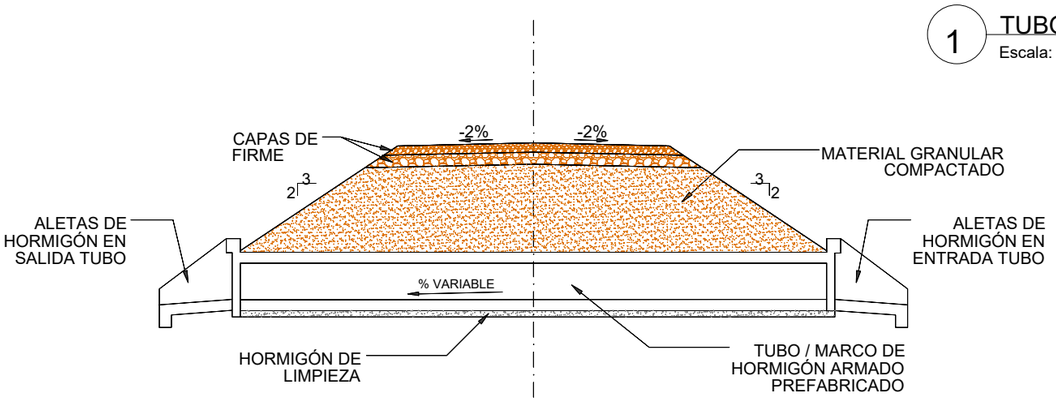
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

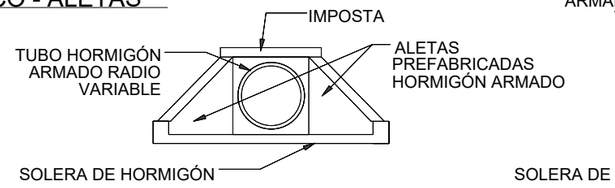
INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

OBRAS DRENAJE TRANSVERSAL

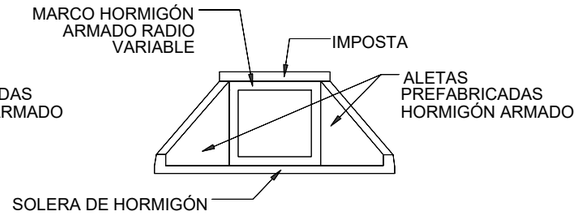
1 TUBO / MARCO - ALETAS

Escala: 1/100

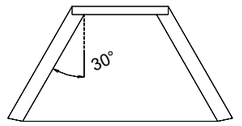




PERFIL TUBO CON ALETAS



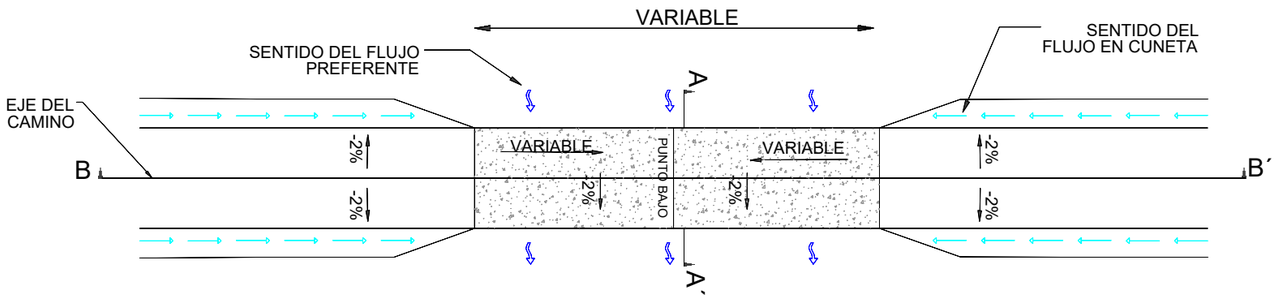
PERFIL MARCO CON ALETAS



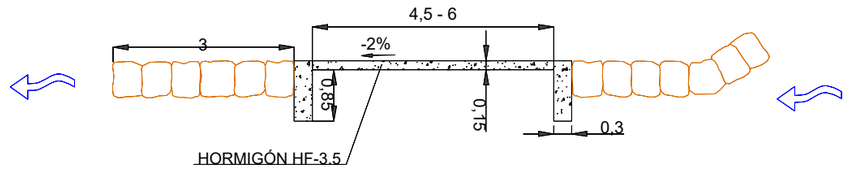
PLANTA TUBO / MARCO CON ALETA

2 BADENES

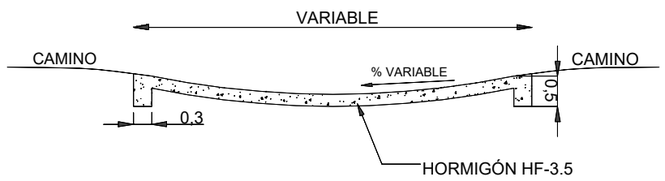
Escala: 1/100



PLANTA
(ESCALA 1/250)



SECCIÓN A-A´



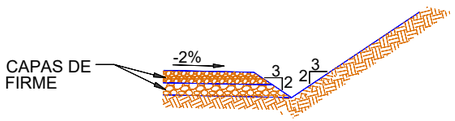
SECCIÓN B-B´

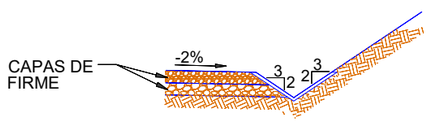
OBRAS DRENAJE LONGITUDINAL

3 CUNETAS

Escala: 1/100

CUNETAS SIN REVESTIR



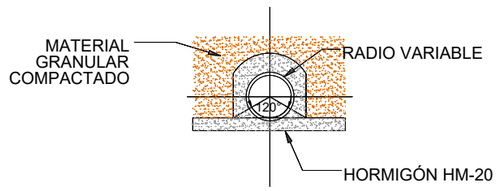


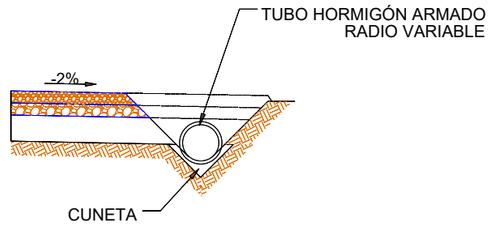
NOTA (*):

LAS CUNETAS CON PENDIENTES SUPERIORES AL 7% SERÁN HORMIGONADAS.

4 PASO SALVACUNETAS

Escala: 1/100





PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.6

Hoja 1 de 1

PLANO DE: Detalles obras de fábrica tipo

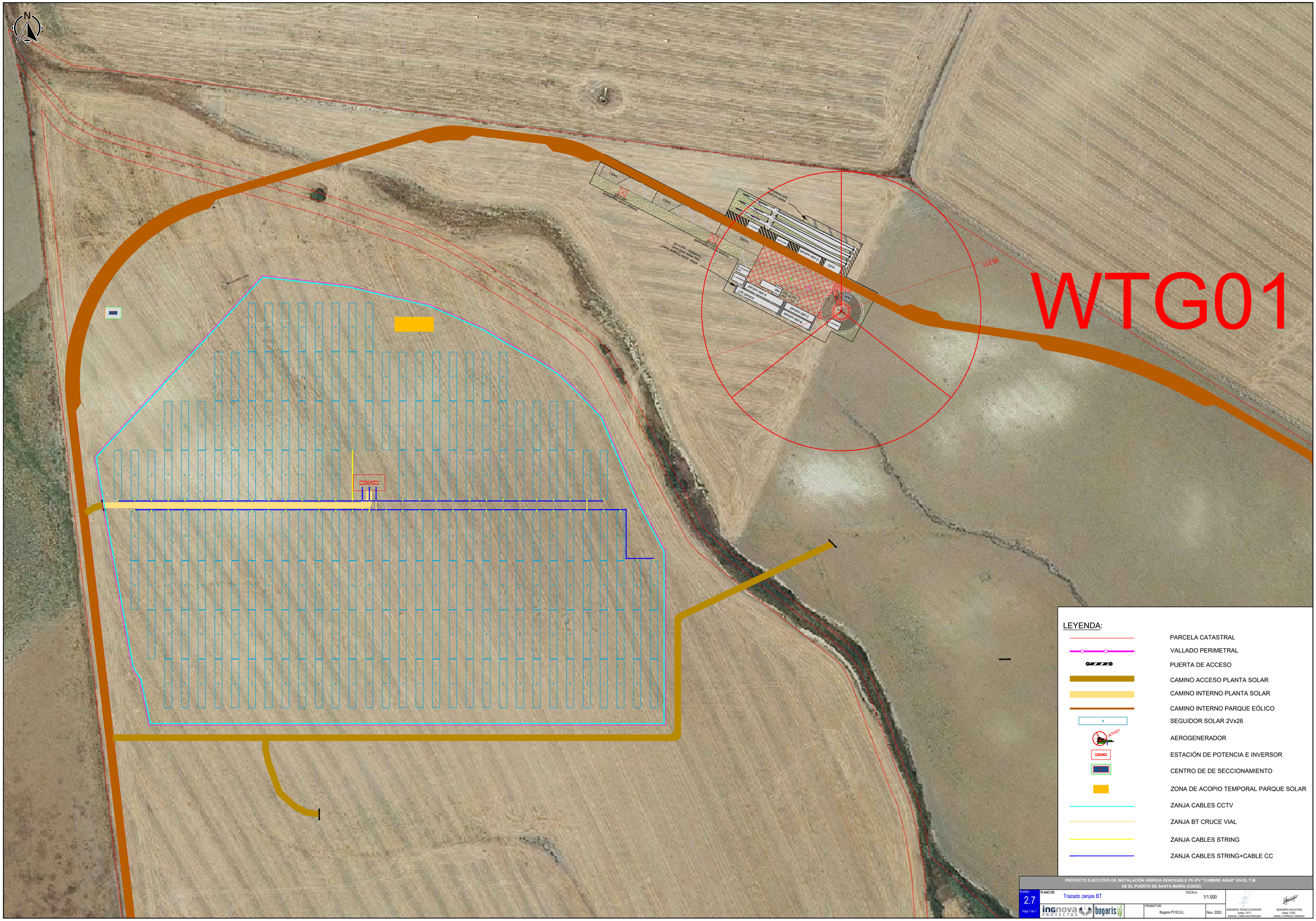
ESCALA: 1/40

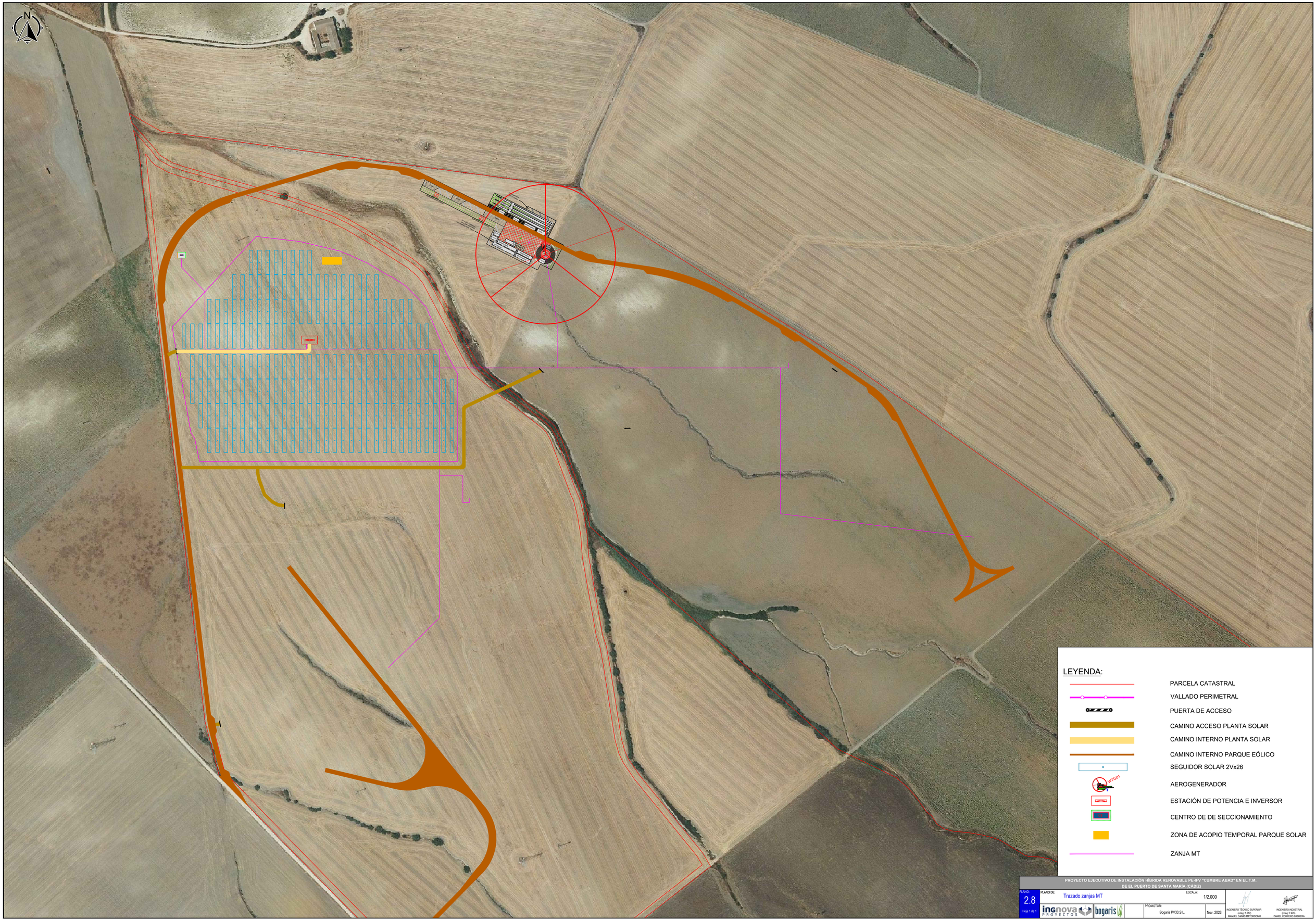
PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA


WTG01
LEYENDA:
PARCELA CATASTRAL
VALLADO PERIMETRAL
PUERTA DE ACCESO
CAMINO ACCESO PLANTA SOLAR
CAMINO INTERNO PLANTA SOLAR
CAMINO INTERNO PARQUE EÓLICO
SEGUIDOR SOLAR 2Vx26
AEROGENERADOR
ESTACIÓN DE POTENCIA E INVERSOR
CENTRO DE DE SECCIONAMIENTO
ZONA DE ACOPIO TEMPORAL PARQUE SOLAR
ZANJA CABLES CCTV
ZANJA BT CRUCE VIAL
ZANJA CABLES STRING
ZANJA CABLES STRING+CABLE CC
PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M.
DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)
PLANO:
2.7
Hoja 1 de 1
PLANO DE:
Trazado zanjas BT
ESCALA:
1/1.000
PROMOTOR:
Bogaris PV33,S.L.
Nov. 2023
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR
(colleg. 1.617)
MANUEL CAÑAS MAYORDOMO
INGENIERO INDUSTRIAL
(colleg. 7.436)
DANIEL CORRIERO CABRERA



PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.8 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Trazado zanjas MT

ESCALA: 1/2.000

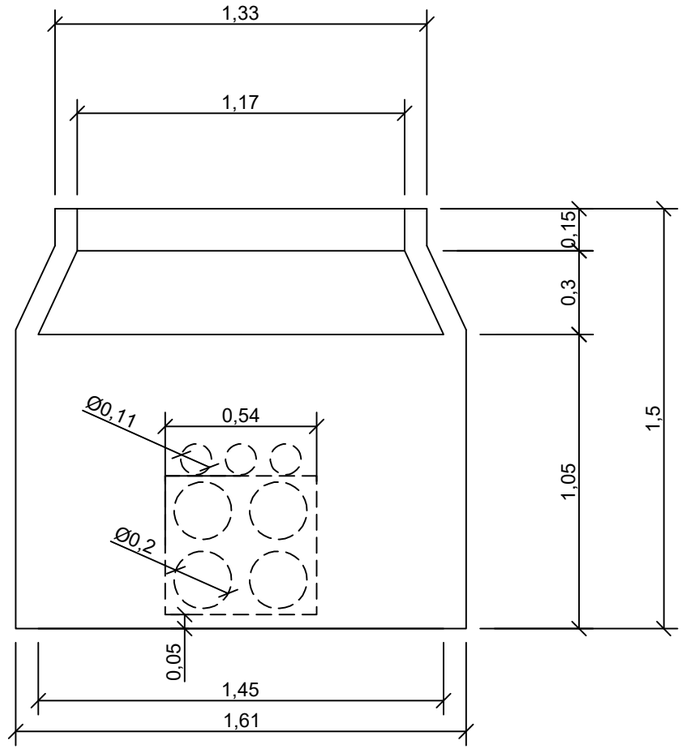
PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

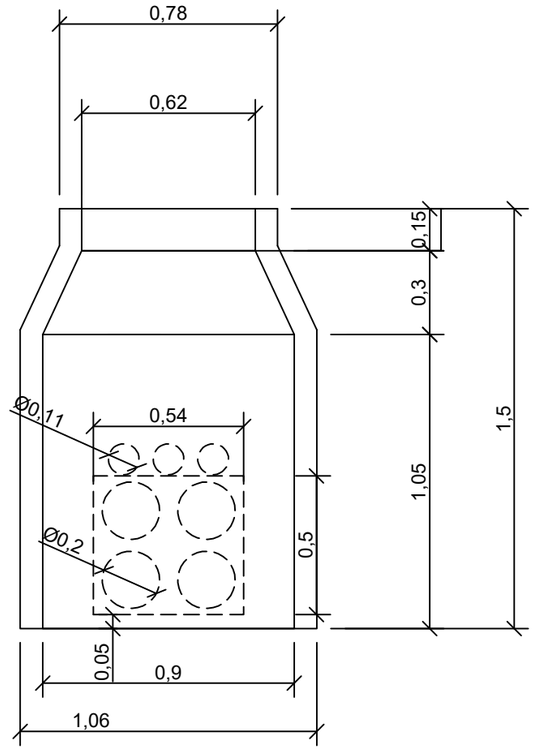
Nov. 2023

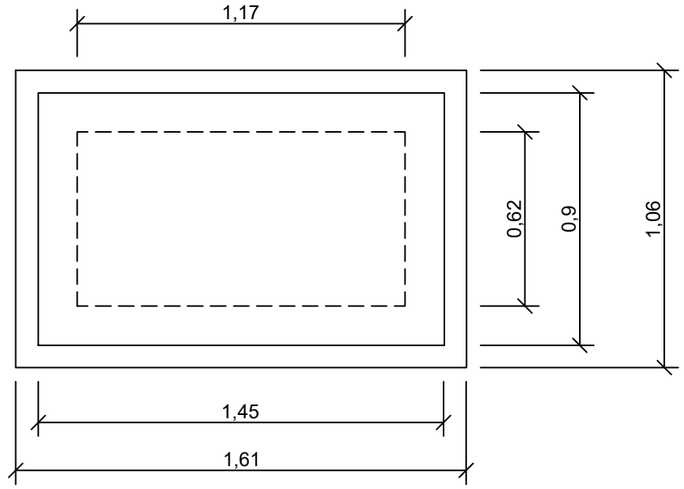
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

ARQUETA REGISTRABLE TIPO A-2





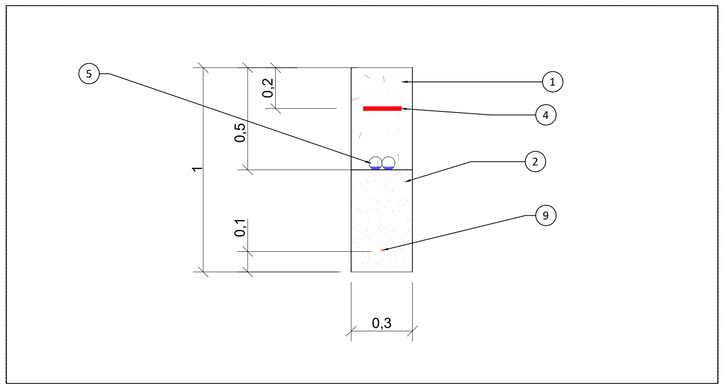




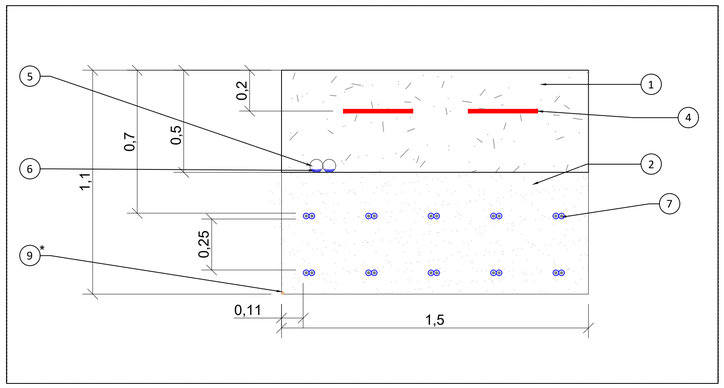
PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.9 Hoja 1 de 1	PLANO DE: Detalles arquetas MT	ESCALA: S/E		
ingnova PROYECTOS / bogaris	PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.	Nov. 2023	INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO	INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

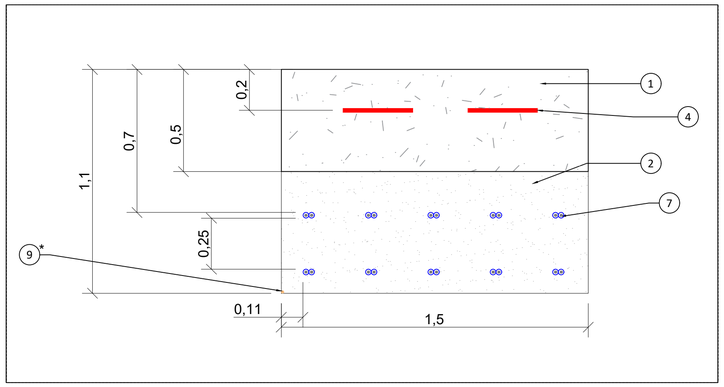
TIPO I
ZANJA CABLEADO SOLAR



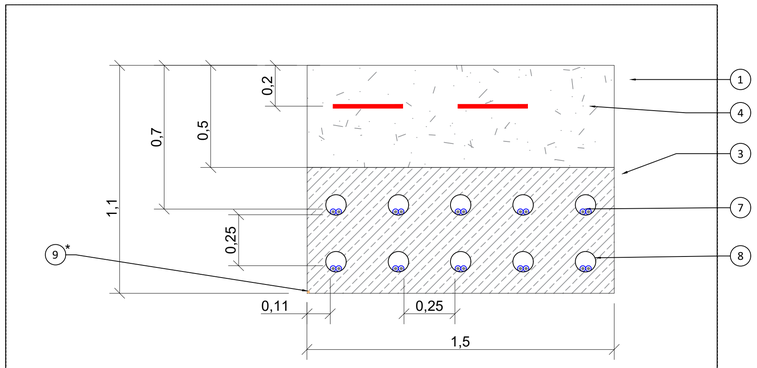
TIPO II
MAX 2 TUBOS PARA CABLE SOLAR (Cu)
MAX 10 CIRCUITOS CABLE BT (Al)



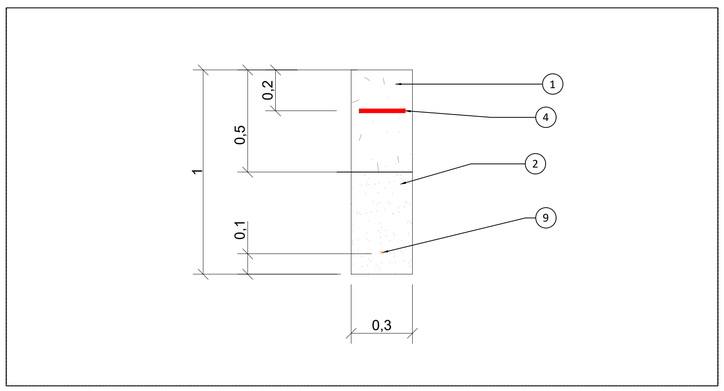
TIPO III
MAX 10 CIRCUITOS CABLE BT (Al)



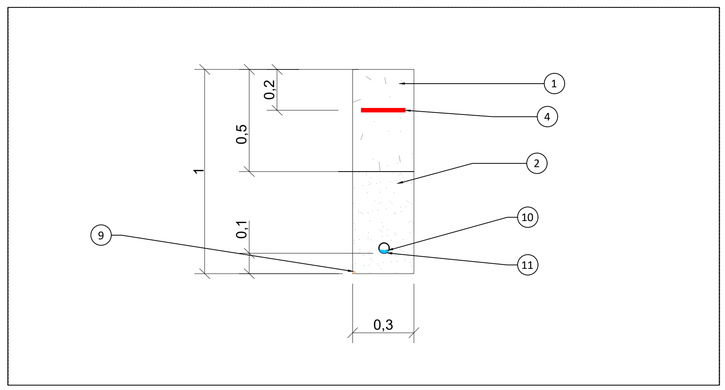
TIPO IV
MAX 10 CIRCUITOS CABLE BT (Al) EN TUBO
BAJO CAMINO



TIPO V
ZANJA CABLEADO TIERRA



TIPO VI
ZANJA CABLEADO CCTV



LEYENDA:

1. TIERRA PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN
2. ARENA COMPACTADA
3. HORMIGÓN
4. CINTA DE SEÑALIZACIÓN CON FUNCIÓN DE PROTECCIÓN MECÁNICA SI EL CABLEADO ES DIRECTAMENTE ENTERRADO
5. CABLE SOLAR (Cu)
6. TUBO PEAD Ø63MM
7. CABLE BT (Al)
8. TUBO PVC Ø100mm
9. CABLE DE TIERRA (* En las zanjas donde aplique)
10. FIBRA ÓPTICA (F.O.)
11. TUBO DE PVC Ø50mm PARA F.O.

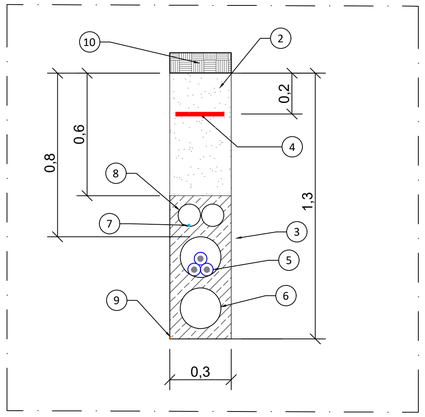
Notas:

Cotas en metros.

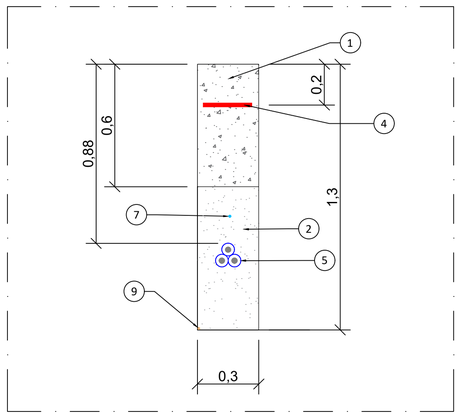
PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.10 Hoja 1 de 1	PLANO DE: Zanjas tipo BT	ESCALA: 1/15	
ingnova PROYECTOS / bogaris	PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.	Nov. 2023	INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colegio 1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO / INGENIERO INDUSTRIAL (colegio 7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

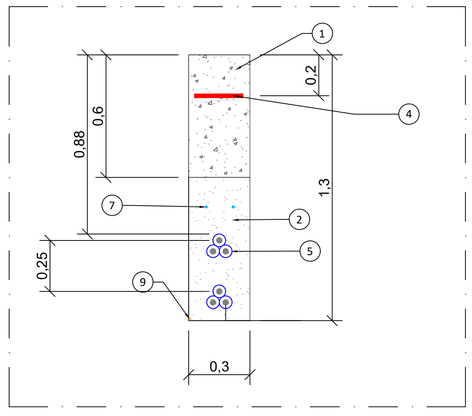
CABLES DE MT EN TUBO
CABLE F.O COMUNICACIONES EN TUBO
BAJO CAMINO PARA 1 CIRCUITO



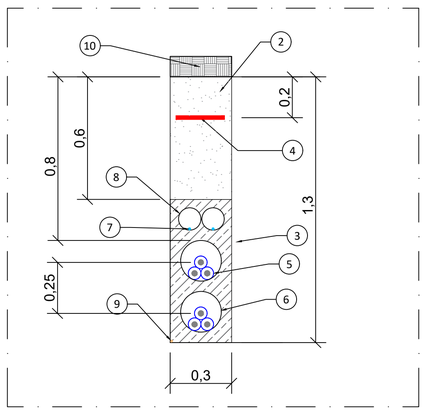
CABLES DE MT
CABLE F.O COMUNICACIONES
DIRECTAMENTE ENTERRADOS
PARA 1 CIRCUITO



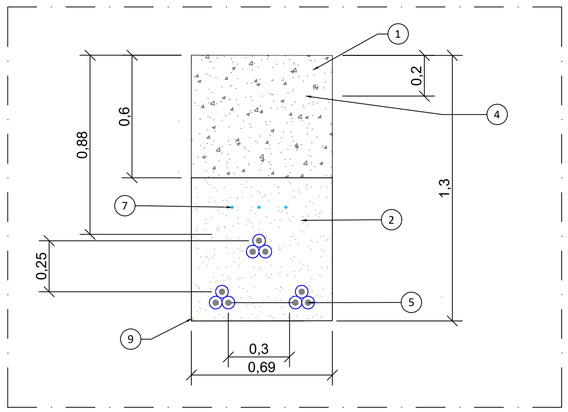
CABLES DE MT
CABLE F.O COMUNICACIONES
DIRECTAMENTE ENTERRADOS
PARA 2 CIRCUITOS



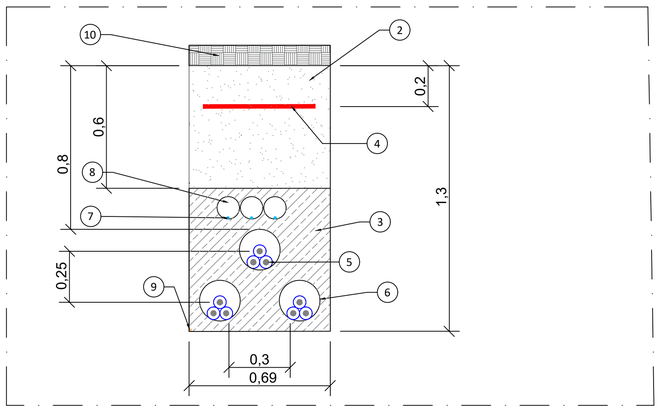
CABLES DE MT EN TUBO
CABLE F.O COMUNICACIONES EN TUBO
BAJO CAMINO PARA 2 CIRCUITOS



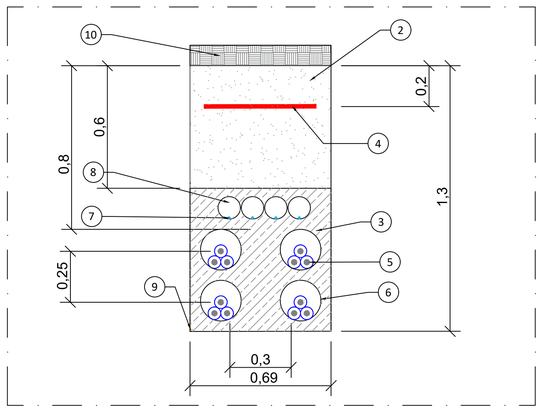
CABLES DE MT
CABLE F.O COMUNICACIONES
DIRECTAMENTE ENTERRADOS
PARA 3 CIRCUITOS



CABLES DE MT EN TUBO
CABLE F.O COMUNICACIONES EN TUBO
BAJO CAMINO PARA 3 CIRCUITOS



CABLES DE MT EN TUBO
CABLE F.O COMUNICACIONES EN TUBO
BAJO CAMINO PARA 4 CIRCUITOS



LEYENDA:

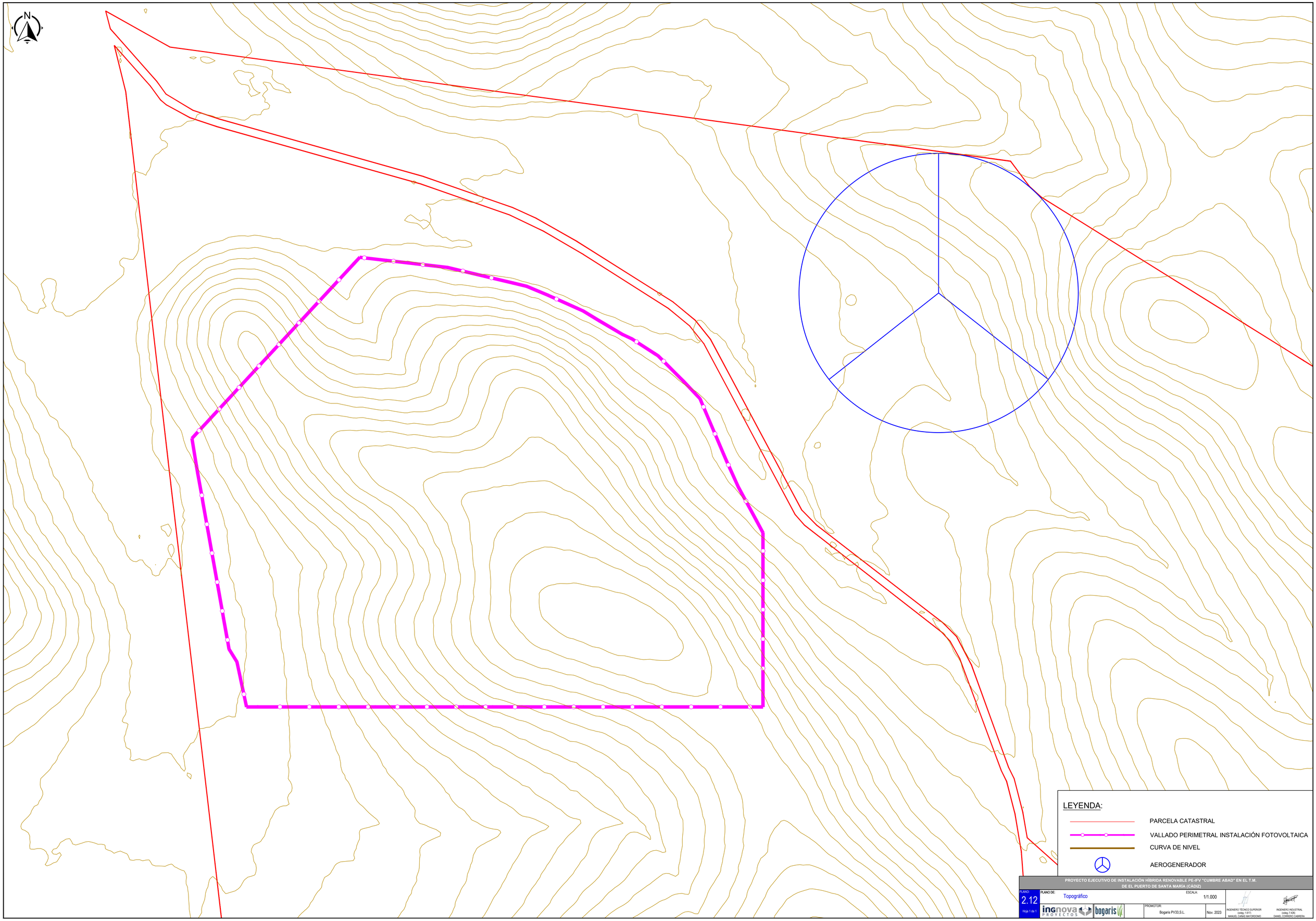
1. TIERRA PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN
2. ARENA COMPACTADA
3. HORMIGÓN
4. CINTA DE SEÑALIZACIÓN CON FUNCIÓN DE PROTECCIÓN MECÁNICA SI EL CABLEADO ES DIRECTAMENTE ENTERRADO
5. CABLE MT
6. TUBO PEAD Ø200mm
7. FIBRA ÓPTICA
8. TUBO PVC Ø110mm
9. PUESTA A TIERRA
10. RELLENO DE PAVIMENTO O TERRENO NATURAL

Notas:

Cotas en metros (m).

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 2.11 Hoja 1 de 1
PLANO DE: Zanjas tipo MT
ESCALA: 1/15
PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.
Nov. 2023
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.7.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO
INGENIERO INDUSTRIAL (colg.7.429) DANIEL CORRERO CABRERA


N
LEYENDA:
PARCELA CATASTRAL
VALLADO PERIMETRAL INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
CURVA DE NIVEL
AEROGENERADOR
PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M.
DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)
PLANO:
2.12
Hoja 1 de 1
PLANO DE:
Topográfico
ESCALA:
1/1.000
ingnova PROYECTOS
bogaris
PROMOTOR:
Bogaris PV33,S.L.
Nov. 2023
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR
(colleg. 1.617)
MANUEL CAÑAS MAYORDOMO
INGENIERO INDUSTRIAL
(colleg. 7.426)
DANIEL CORRERO CABRERA

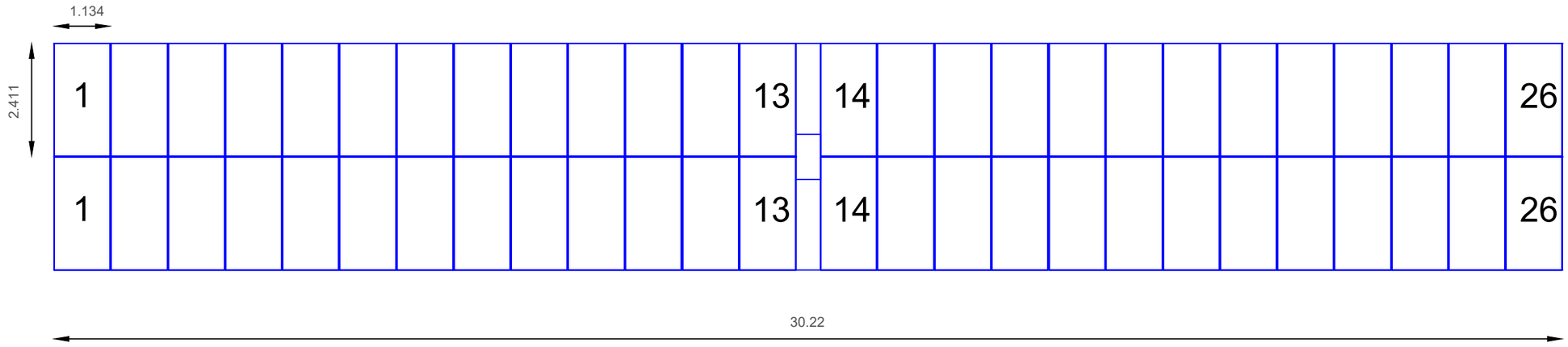
Planos Mecánicos

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:		
3.0	Portada	S/E		
Hoja 1 de 1	ingnova PROYECTOS bogaris	PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.	Nov. 2023	INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO / INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

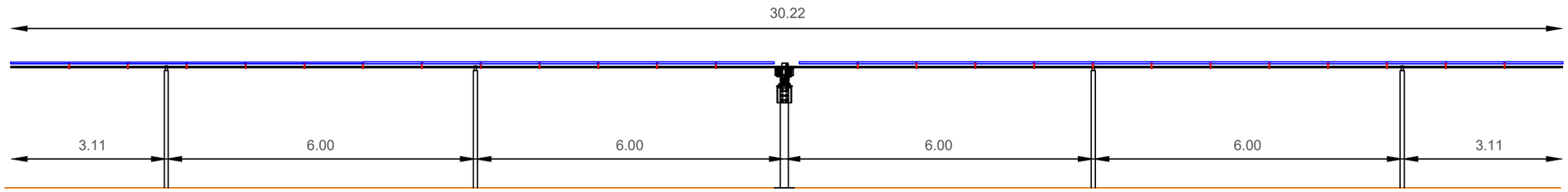
Planta

Escala 1:100



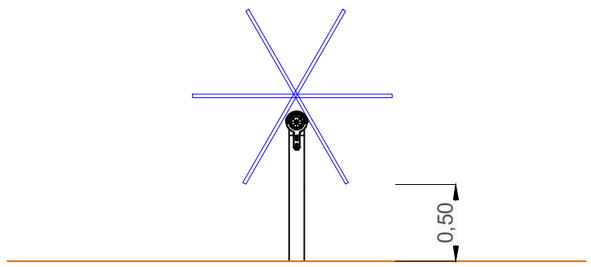
Alzado

Escala 1:100



Posición máxima inclinación

Escala 1:40

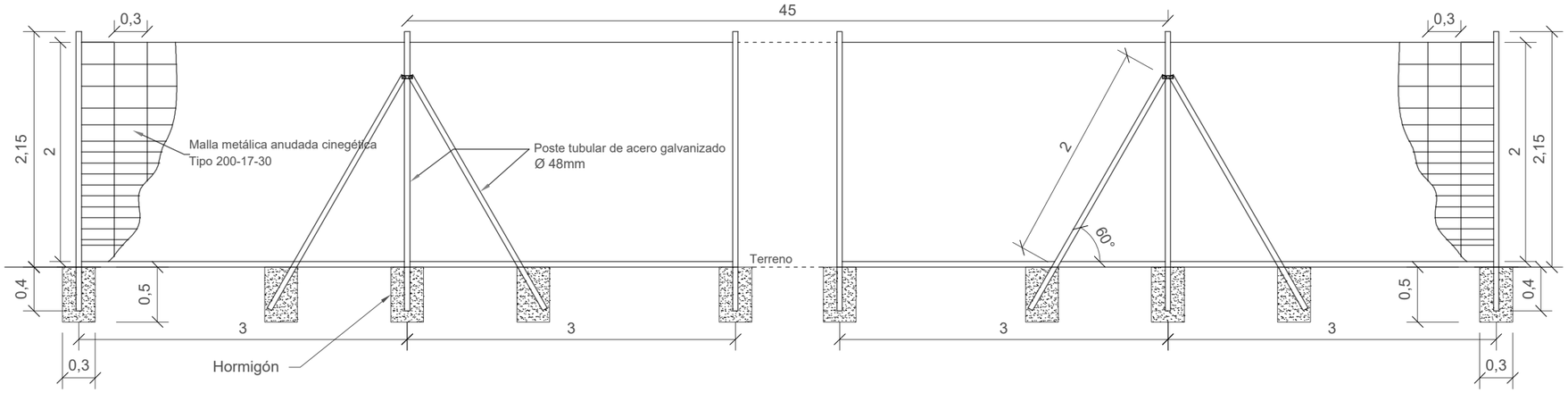


PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

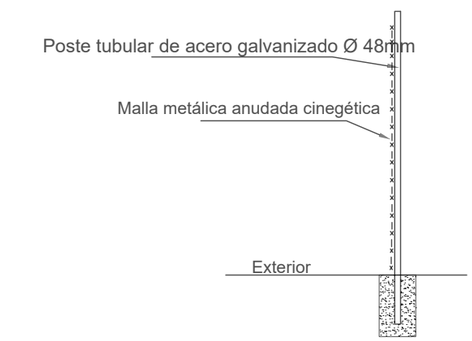
PLANO: 3.1 Hoja 1 de 1	PLANO DE: Detalle de seguidor solar	ESCALA: Varias	
ingnova PROYECTOS bogaris	PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.	Nov. 2023	INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO / INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

VALLADO

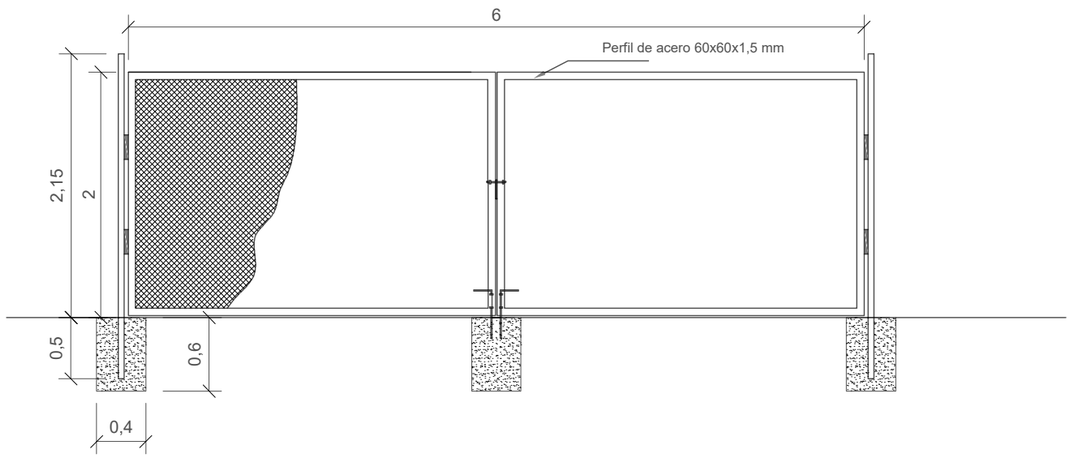
Alzado



Perfil



PUERTA DE ACCESO



PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 3.2 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Detalle de vallado

ESCALA: 1/50

PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

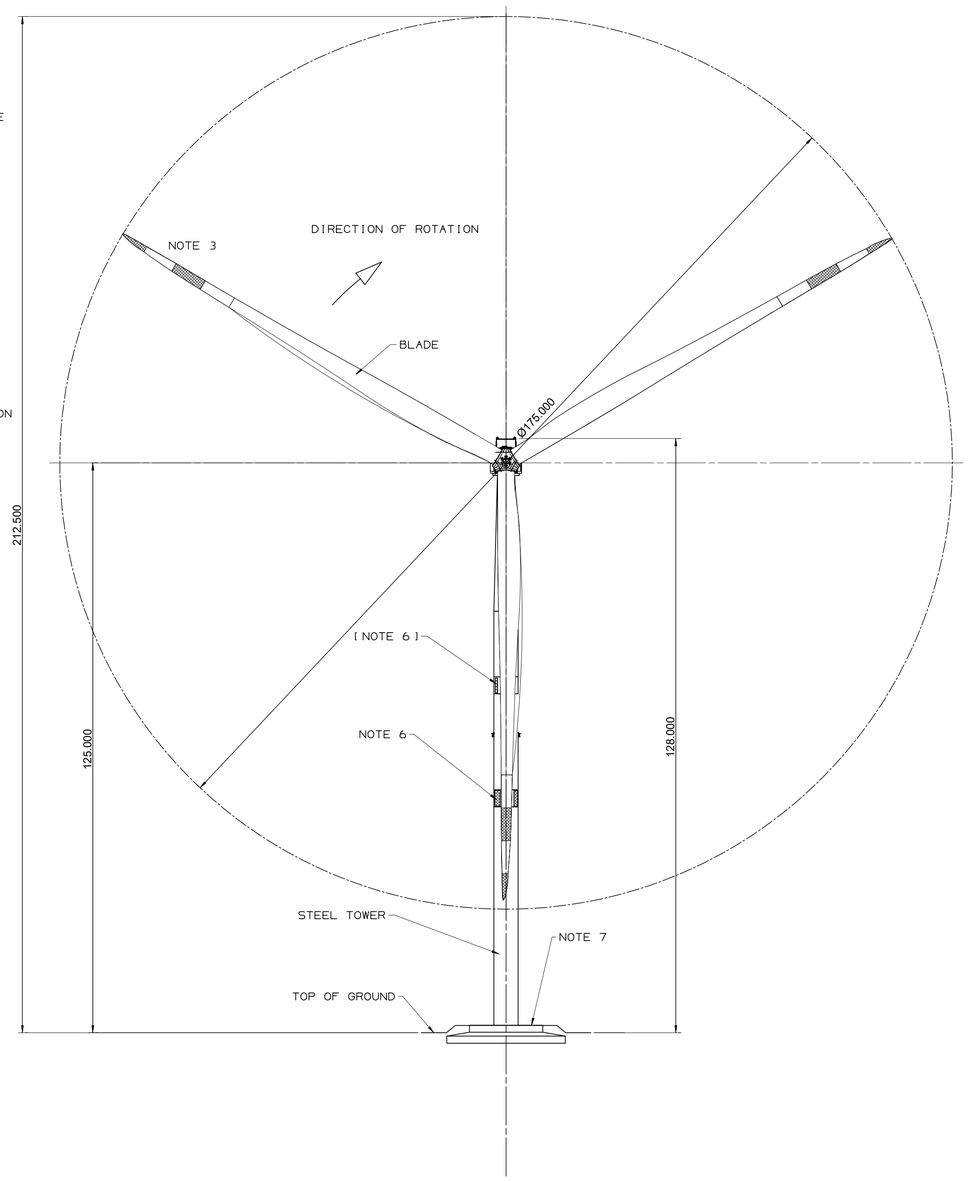
AEROGENERADOR NORDEX-ACCIONA N175/6.X

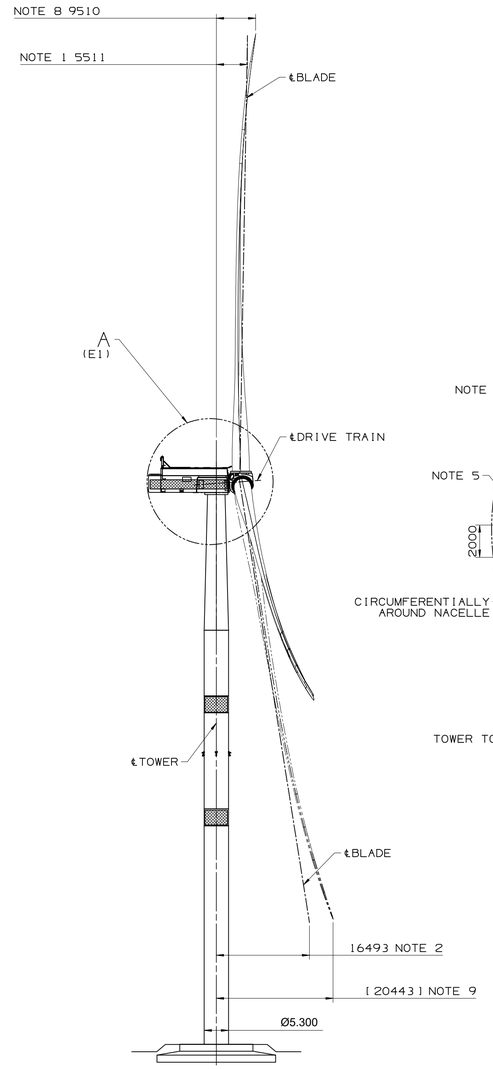
NOTES:

DIMENSIONS AND DESCRIPTION IN ( ) ARE OPTIONAL.
DIMENSIONS AND DESCRIPTION IN [ ] ARE ALTERNATIVE MARKING, WHICH CAN BE USED INSTEAD.

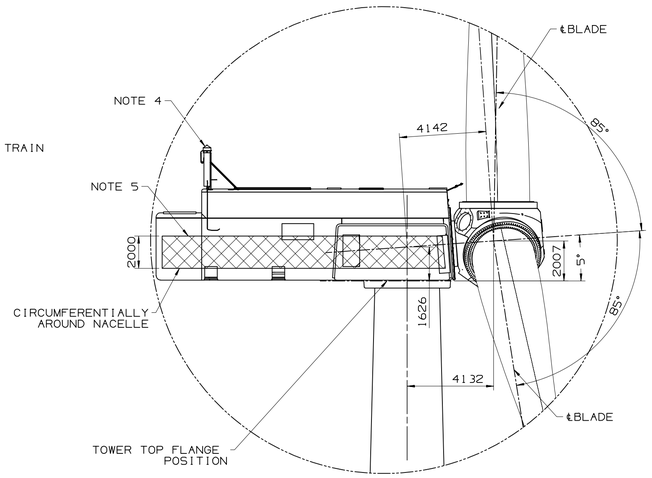
THIS DRAWING SHOWS A STANDARD CONFIGURATION ONLY. COUNTRY AND SITE SPECIFIC REGULATION MAY VARY.

1. ECCENTRICITY EB: DISTANCE BETWEEN TOWER CENTER AND BLADE TIP IN OPERATION.
2. DISTANCE AB: DISTANCE BETWEEN TOWER CENTER AND BLADE TIP IN OPERATION.
3. DAYLIGHT IDENTIFICATION 3X6m ON EACH BLADE
   RED-LIGHTGREY-RED : RAL 3020, 7035, 3020
   [ORANGE-WHITE-ORANGE: RAL 2009, 9016, 2009]
4. NIGHT IDENTIFICATION:
   TWO AVIATION LIGHTS W-RED
5. DAYLIGHT IDENTIFICATION BOTH SIDES OF NACELLE:
   2m RED : RAL 3020 [2m ORANGE: RAL 2009]
6. DAYLIGHT IDENTIFICATION AT TOWER:
   3m RED : RAL 3020 [3m ORANGE: RAL 2009]
7. FOUNDATION SHOWN IS FOR INFORMATION ONLY.
8. ECCENTRICITY ES: DISTANCE BETWEEN TOWER CENTER AND BLADE TIP IN IDLE.
9. DISTANCE AS: DISTANCE BETWEEN TOWER CENTER AND BLADE TIP IN IDLE.
10. DISTANCE FROM TOWER CENTER TO BLADE TIP IN IDLE AREA: 20311m²
11. DISTANCE FROM TOWER CENTER TO BLADE TIP IN OPERATION AREA: 19987m²

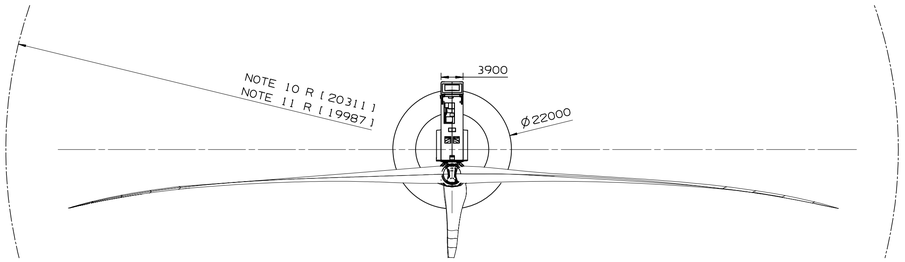




VIEW WITH ROTOR 60° TURNED



DETAIL A (G4)
ENLARGED



PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 3.3 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Detalle planta y alzado aerogenerador

ESCALA: S/E

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

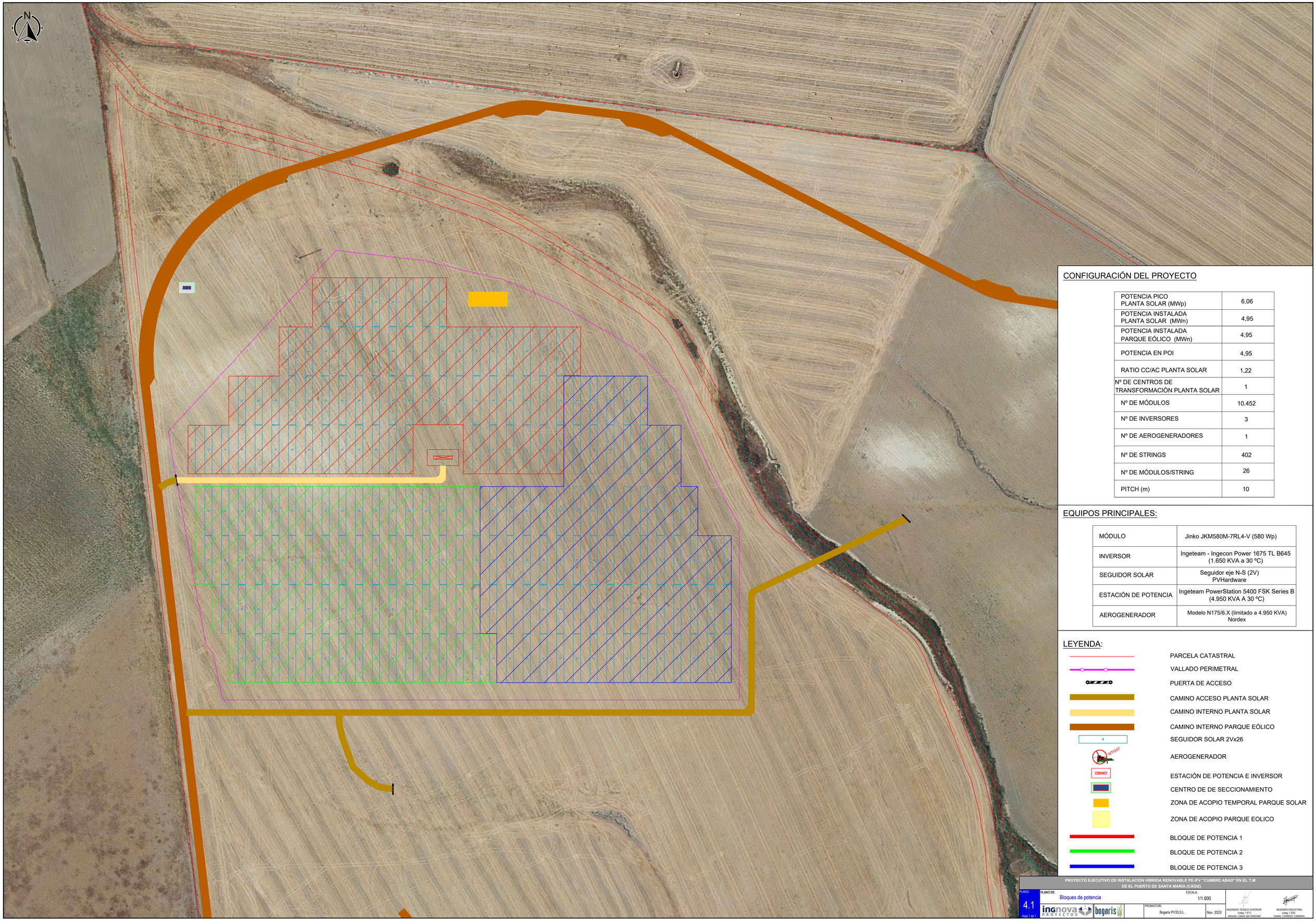
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colg.7.429) DANIEL CORRERO CABRERA

Planos Eléctricos

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:		
4.0	Portada	S/E		
Hoja 1 de 1	ingnova PROYECTOS / bogaris	PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.	Nov. 2023	INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO / INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA



CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO

POTENCIA PICO PLANTA SOLAR (MWp)	6,06
POTENCIA INSTALADA PLANTA SOLAR (MWn)	4,95
POTENCIA INSTALADA PARQUE EÓLICO (MWn)	4,95
POTENCIA EN POI	4,95
RATIO CC/AC PLANTA SOLAR	1,22
Nº DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PLANTA SOLAR	1
Nº DE MÓDULOS	10.452
Nº DE INVERSORES	3
Nº DE AEROGENERADORES	1
Nº DE STRINGS	402
Nº DE MÓDULOS/STRING	26
PITCH (m)	10

EQUIPOS PRINCIPALES:

MÓDULO	Jinko JKM580M-7RL4-V (580 Wp)
INVERSOR	Ingeteam - Ingecon Power 1675 TL B645 (1.650 KVA a 30 ºC)
SEGUIDOR SOLAR	Seguidor eje N-S (2V) PVHardware
ESTACIÓN DE POTENCIA	Ingeteam PowerStation 5400 FSK Series B (4.950 KVA A 30 ºC)
AEROGENERADOR	Modelo N175/6.X (limitado a 4.950 KVA) Nordex

LEYENDA:

- PARCELA CATASTRAL
- VALLADO PERIMETRAL
- PUERTA DE ACCESO
- CAMINO ACCESO PLANTA SOLAR
- CAMINO INTERNO PLANTA SOLAR
- CAMINO INTERNO PARQUE EÓLICO
- SEGUIDOR SOLAR 2Vx26
- AEROGENERADOR
- ESTACIÓN DE POTENCIA E INVERSOR
- CENTRO DE DE SECCIONAMIENTO
- ZONA DE ACOPIO TEMPORAL PARQUE SOLAR
- ZONA DE ACOPIO PARQUE EOLICO
- BLOQUE DE POTENCIA 1
- BLOQUE DE POTENCIA 2
- BLOQUE DE POTENCIA 3

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 4.1 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Bloques de potencia

ESCALA: 1/1.000

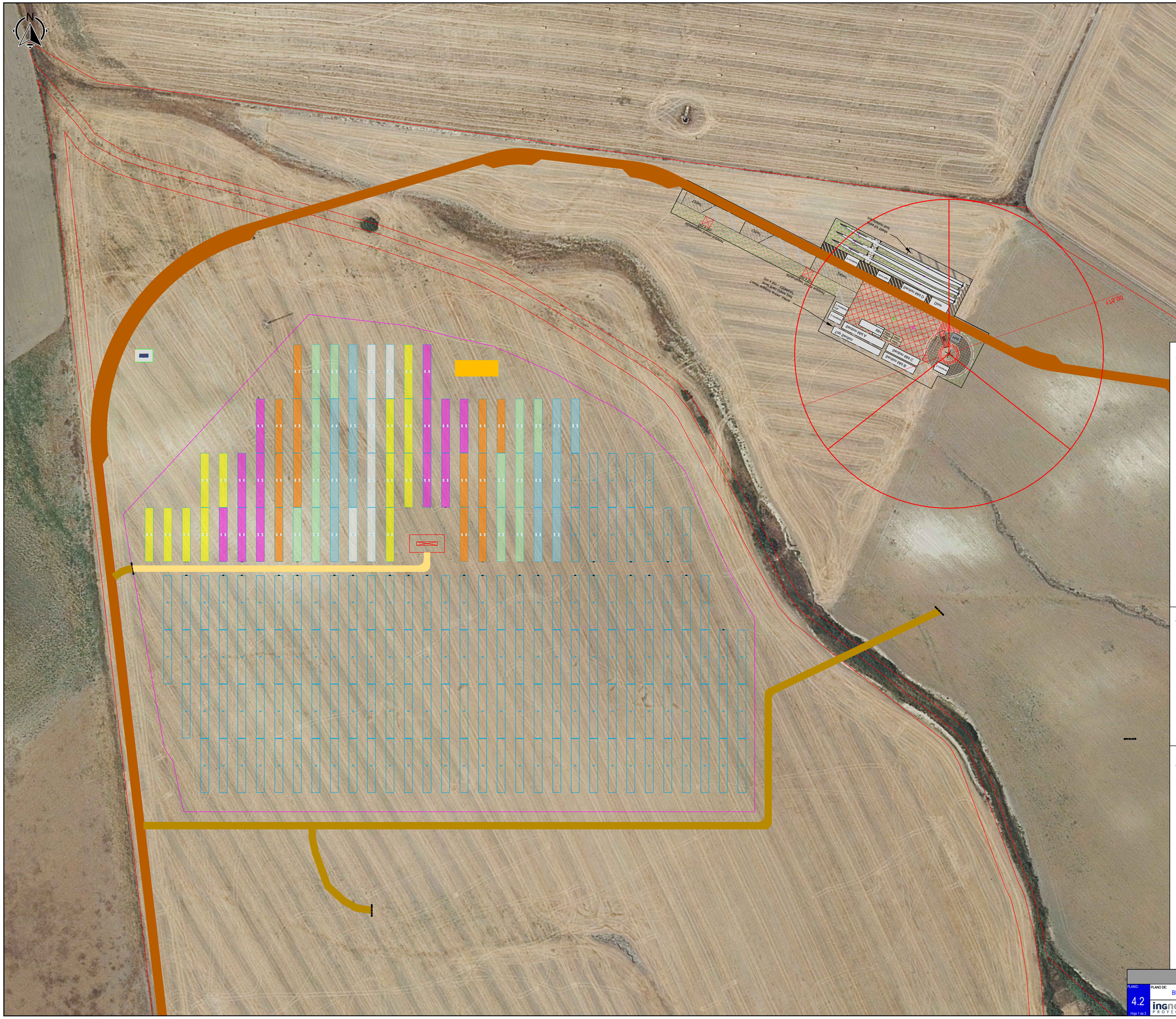
ingnova PROYECTOS | bogaris

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

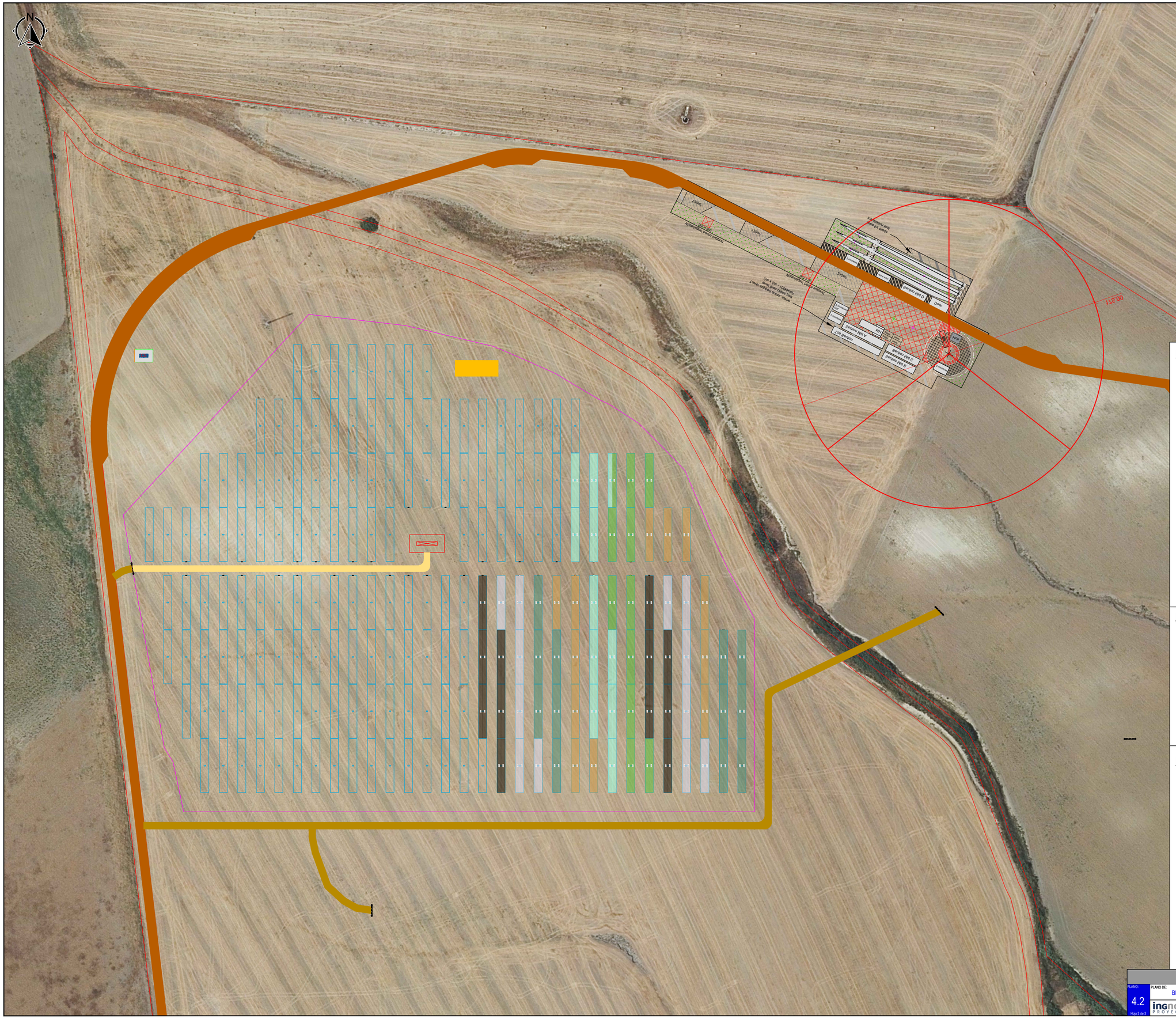
Nov. 2023

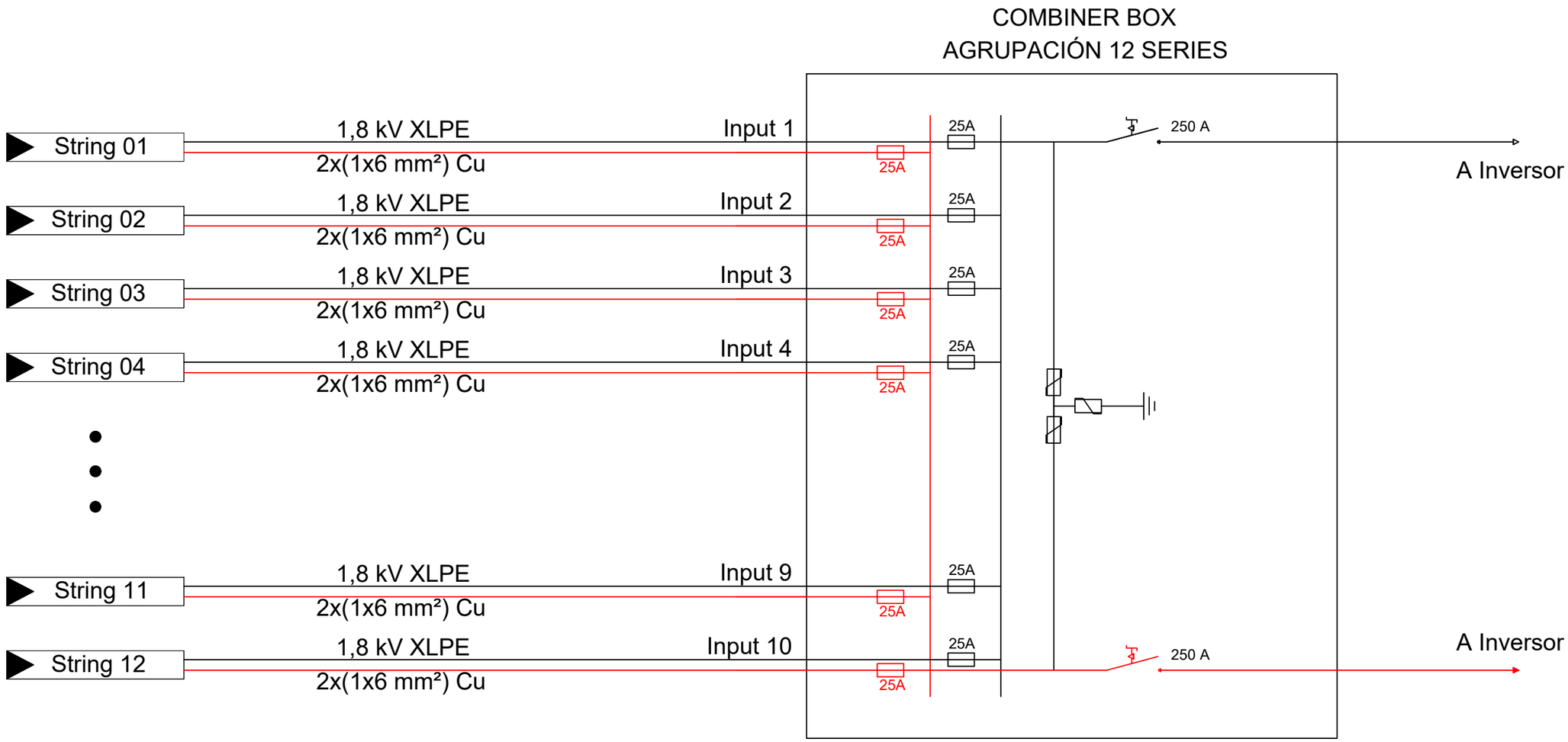
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colg.:7.429) DANIEL CORRERO CABRERA


N
Inversor
Inversor
Inversor


N
Vallado
Vallado
Vallado


N
Inversor
Inversor
Inversor



LEYENDA

- Puesta a Tierra
- Fusible
- Seccionador
- Enclave Mecánico
- Protección contra sobretensiones

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 4.3 Hoja 1 de 3

PLANO DE: Esquema Unifilar - Combiner Box tipo 1

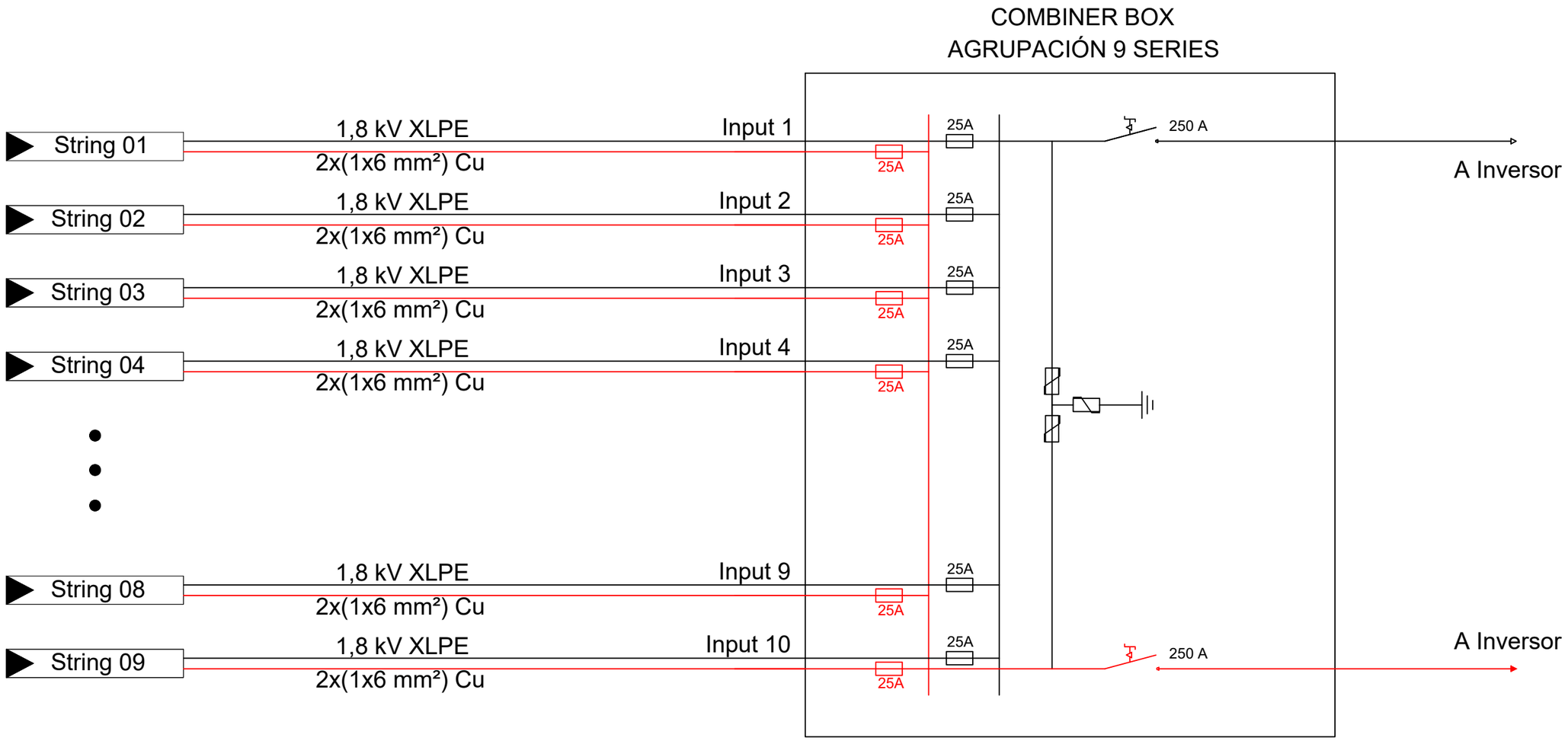
ESCALA: S/E

PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA



LEYENDA

- Puesta a Tierra
- Fusible
- Seccionador
- Enclave Mecánico
- Protección contra sobretensiones

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 4.3 Hoja 2 de 3

PLANO DE: Esquema Unifilar - Combiner Box tipo 2

ESCALA: S/E

PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

CONFIGUIRACIÓN TÍPICA DEL SKID DE MEDIA TENSIÓN - TIPO I (3 INVERSORES)

Leyenda

- Puesta a Tierra
- Fusible
- Interruptor - Seccionador
- Seccionador
- Protección sobretensiones
- Interruptor automático con relé de protección de sobrecorriente 50, 51, 51N
- Indicador de tensión capacitivo

Power Station 5400 FSK Serie B

VER PLANO DE CAJA DE AGRUPACIÓN (COMBINER BOXES)

COMBINER BOX 01 … COMBINER BOX 11

Yx(2x1x300 mm²) Al
1,8 kV XLPE

NUMERO TOTAL DE COMBINER: 11

(11 COMBINER TIPO I)

VER PLANO DE CAJA DE AGRUPACIÓN (COMBINER BOXES)

COMBINER BOX 01 … COMBINER BOX 12

Yx(2x1x300 mm²) Al
1,8 kV XLPE

NUMERO TOTAL DE COMBINER: 12

(10 COMBINER TIPO I + 2 COMBINER TIPO II)

250 A

INVERSOR
1,508 MVA @50ºC
1,673 MVA @30ºC
1,650 MVA @30ºC (Limitada)

VER PLANO DE CAJA DE AGRUPACIÓN (COMBINER BOXES)

COMBINER BOX 01 … COMBINER BOX 11

Yx(2x1x300 mm²) Al
1,8 kV XLPE

NUMERO TOTAL DE COMBINER: 11

(11 COMBINER TIPO I)

250 A

INVERSOR
1,508 MVA @50ºC
1,673 MVA @30ºC
1,650 MVA @30ºC (Limitada)

TRANSFORMADOR DE SISTEMAS AUXILARES
10 kVA
0,645/0,4 kV

TRANSFORMADOR BT/MT
0,645/15 kV
5,379 MVA @30ºC
Dy11

CELDAS DE MEDIA TENSIÓN
SF6,36 kV,400 A
25kA (3s)

PROTECCIÓN | LÍNEA

Y01
Y0
Y1
20T

SALIDA

NOTA: La conexión de los combiner box al inversor viene representada con una linea de 300 mm, si bien en la la instalación se han utilizado, además de las representadas, secciones de 185, 240, 400, 500 y 630 mm

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 4.3 Hoja 3 de 3

PLANO DE: Esquema Unifilar BT

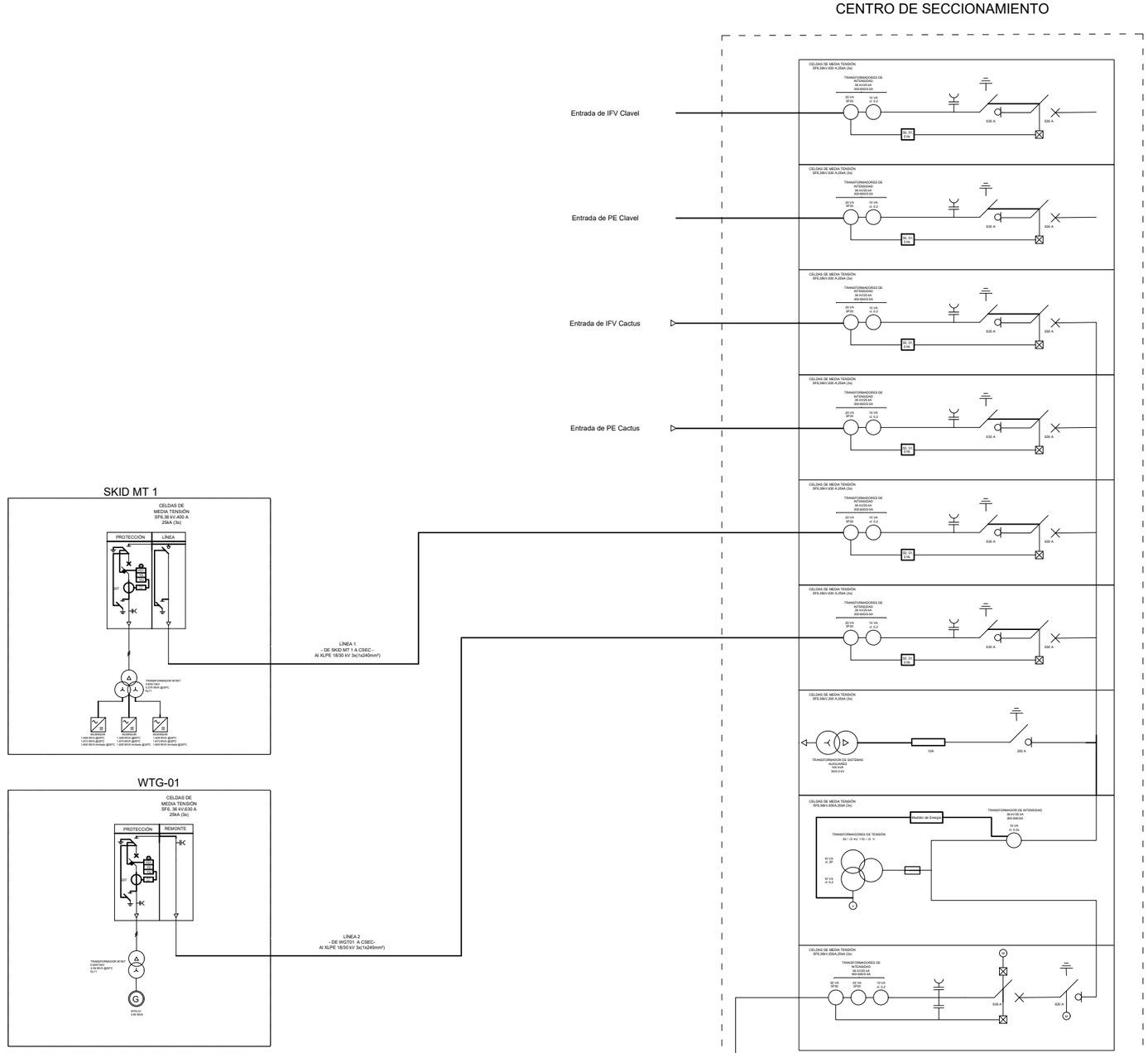
ESCALA: S/E

PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.T.677) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colg.7.429) DANIEL CORRERO CABRERA



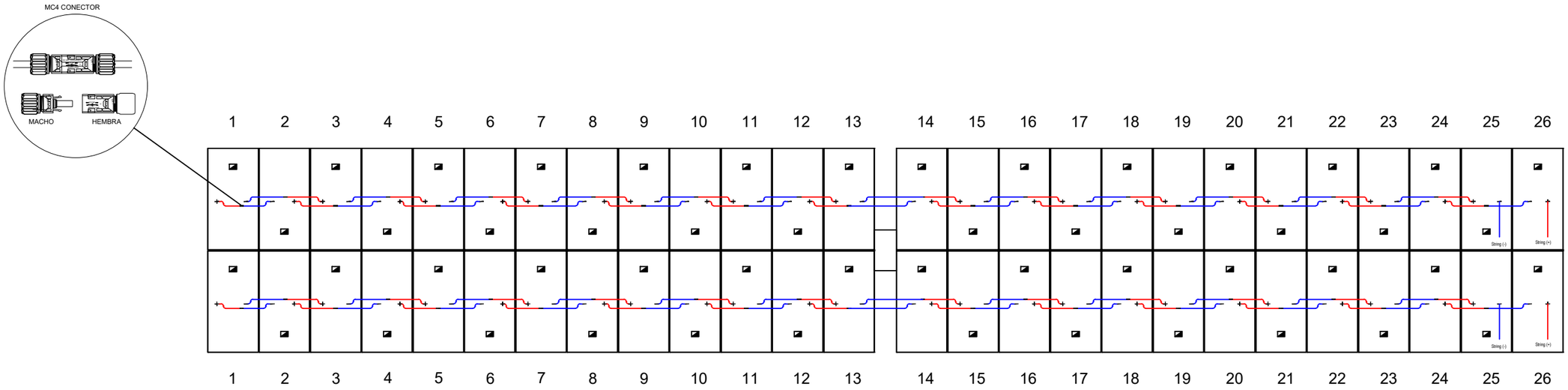
Leyenda

- Puesta a Tierra
- Fusible
- Interruptor - Seccionador
- Seccionador
- Protección sobretensiones
- Interruptor automático con relé de protección de sobrecorriente 50, 51, 51N
- Indicador de tensión capacitivo

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:		
4.4	Esquema unifilar MT	S/E		
Hoja 1 de 1	ingnova PROYECTOS / bogaris	PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.	Nov. 2023	

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR	INGENIERO INDUSTRIAL
(coleg.:1.617)	(coleg.:7.426)
MANUEL CAÑAS MAYORDOMO	DANIEL CORRERO CABRERA



LEYENDA:

CONDUCTOR POSITIVO

CONDUCTOR NEGATIVO

PLACA IDENTIFICATIVA

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 4.5 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Configuración strings

ESCALA: S/E

ingnova PROYECTOS

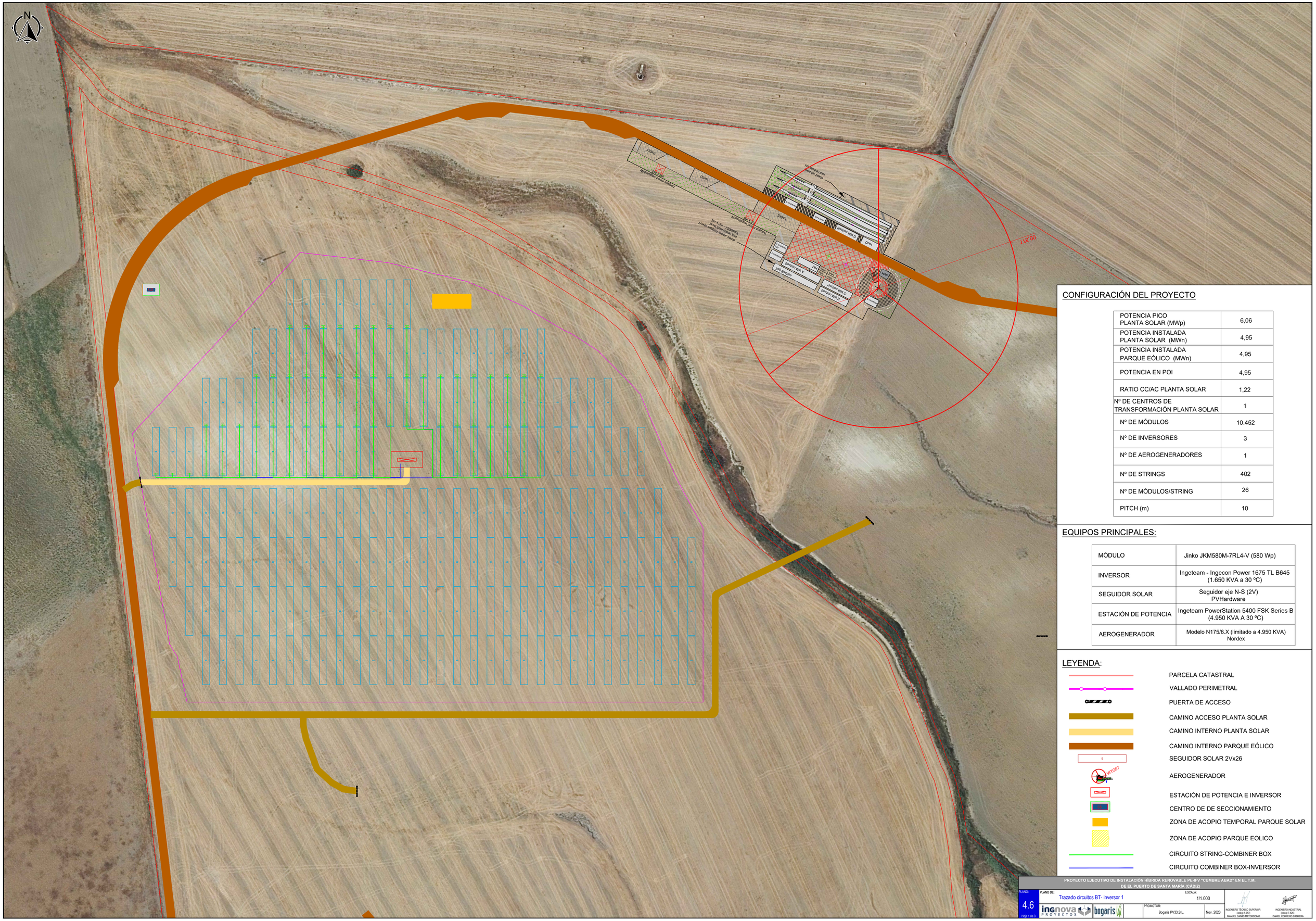
bogaris

PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.

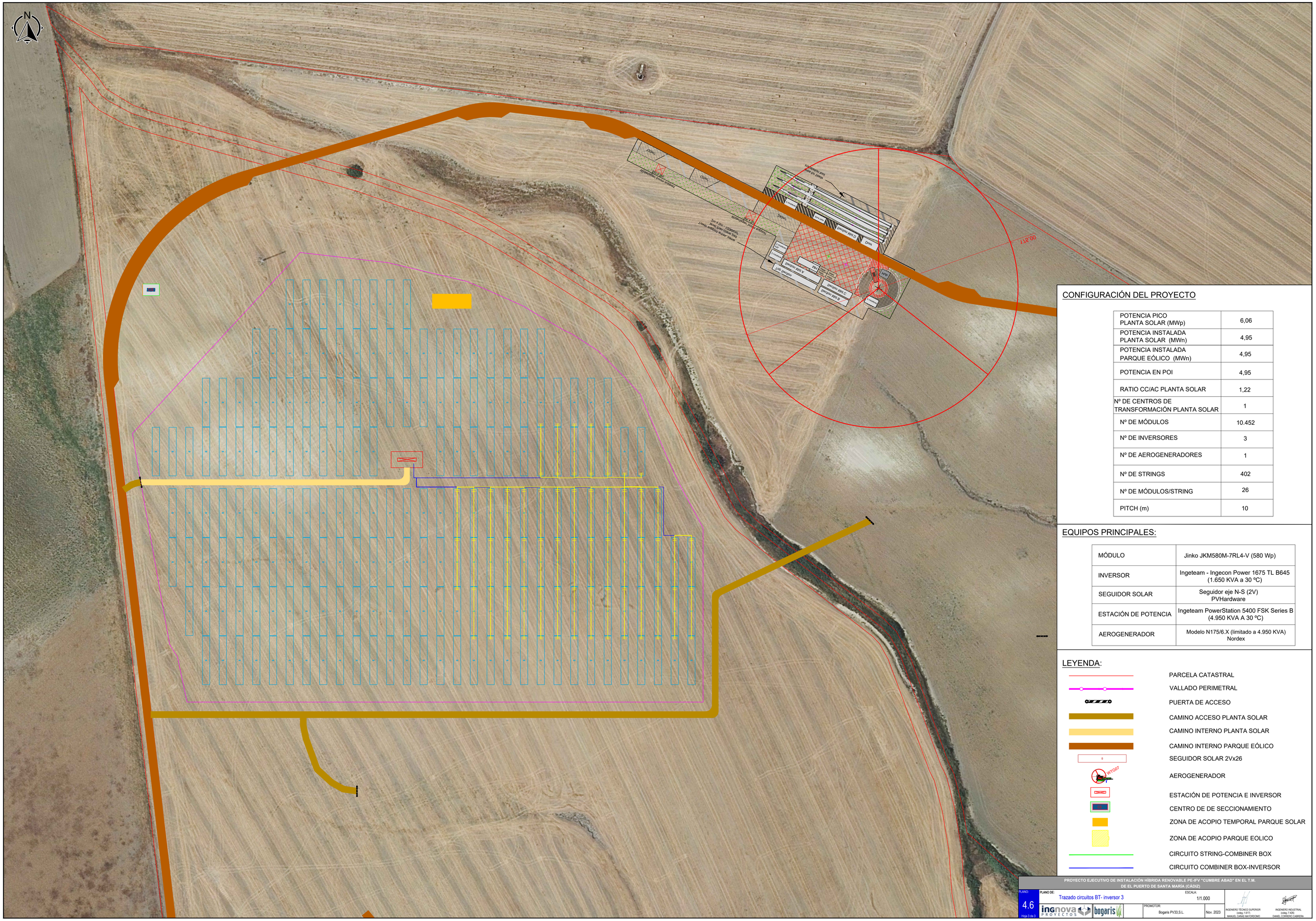
Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

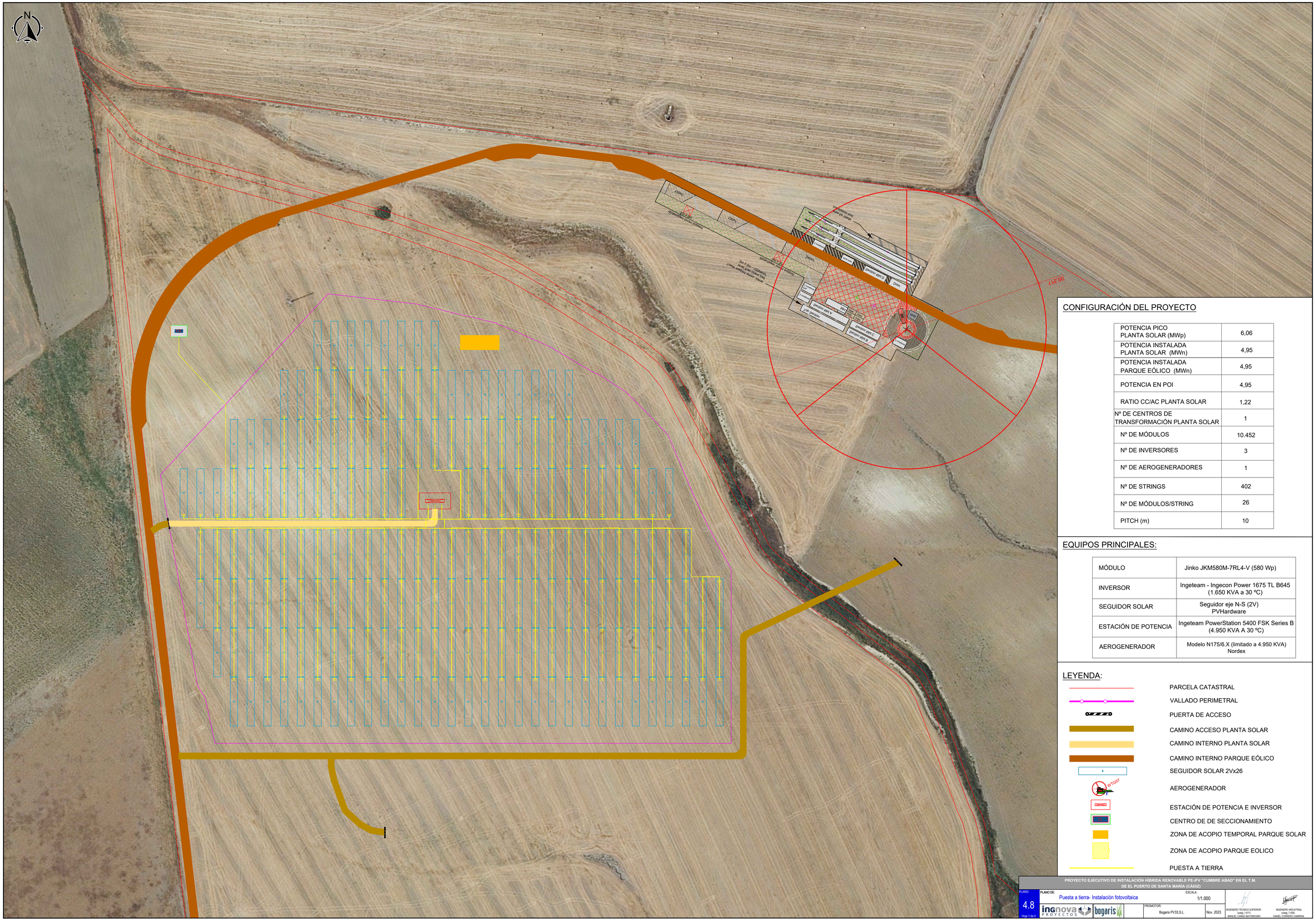

N
00.0TY
Solar PV array
Inverter
Transformer
Switchgear
Ditch
Fence
Road
Substation
Control room
Storage
Parking
Access road
Internal road
Power line
Boundary
Wind turbine
Solar panel
Tracker
Foundation
Cable trench
Drainage
Gate
Entrance
Exit
Office
Workshop
Warehouse
Laydown area
Temporary road
Permanent road
Crane pad
Met mast
Transformer station
Switchgear room
Control building
Auxiliary transformer
Earthing system
Lightning protection
Security fence
Perimeter road
Inverter station
Solar array
Tracker row
Foundation pile
Cable duct
Drainage channel

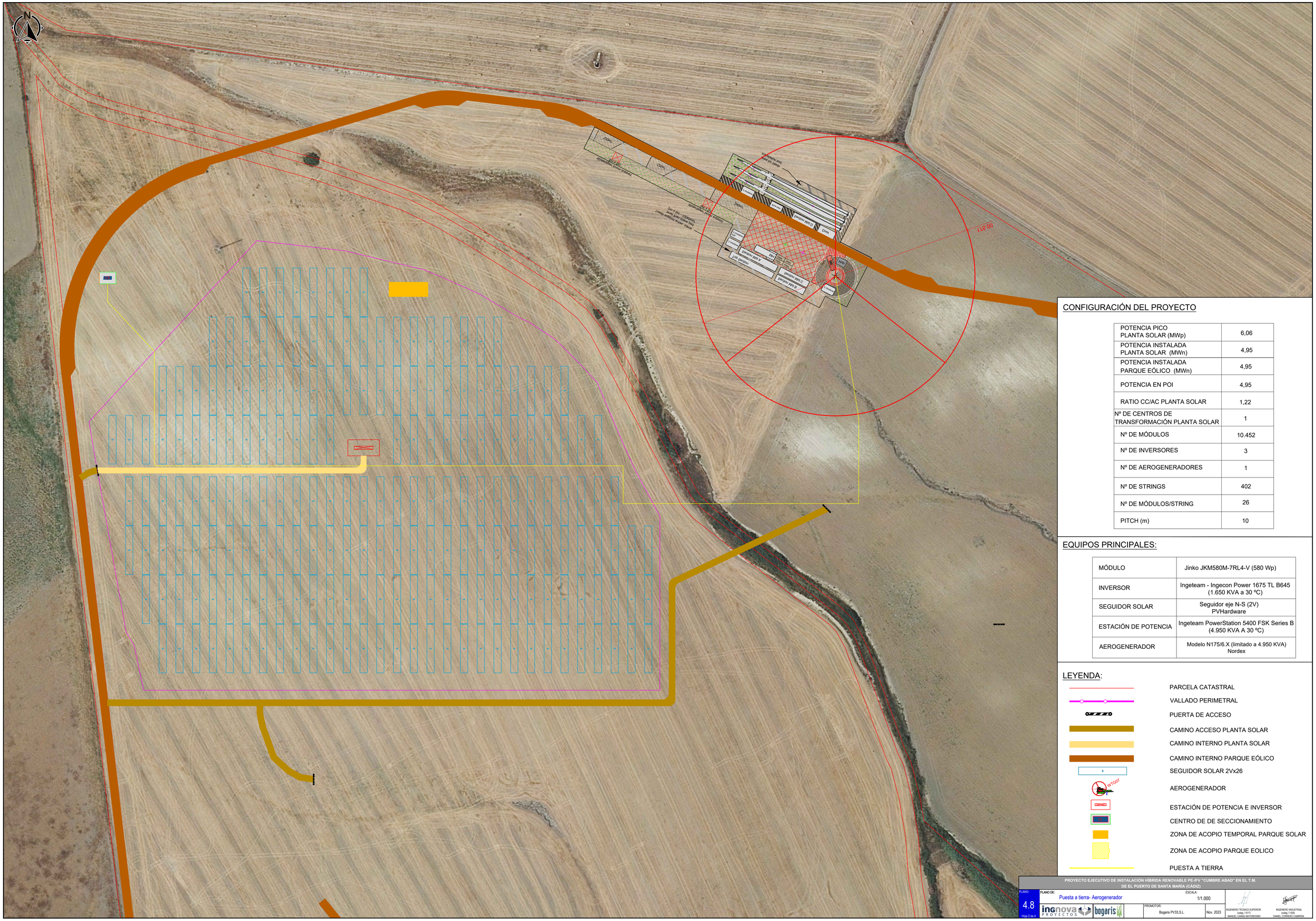

N
Solar PV Inverter
Solar PV Inverter
Solar PV Inverter


N
00.0T.Y
Solar PV Inverter
Solar PV Inverter
Solar PV Inverter

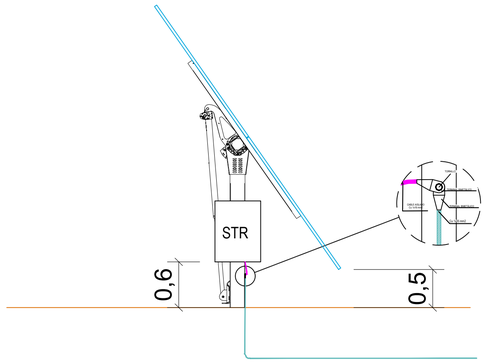

N
Línea aérea 132kV
Línea aérea 132kV
Línea aérea 132kV


N
00.0'1"
Cuneta tipo tierra
Cuneta tipo hormigón
Cuneta tipo tierra
Cuneta tipo hormigón
Cuneta tipo tierra
Cuneta tipo hormigón

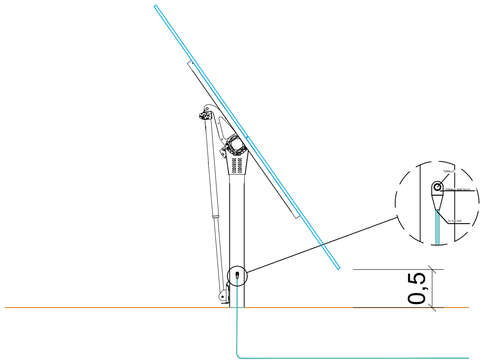

N
00.871
Nuevo Vallado Perimetral
Nuevo Vallado Perimetral
Nuevo Vallado Perimetral


N
00.47Y
Dock
Dock
Dock

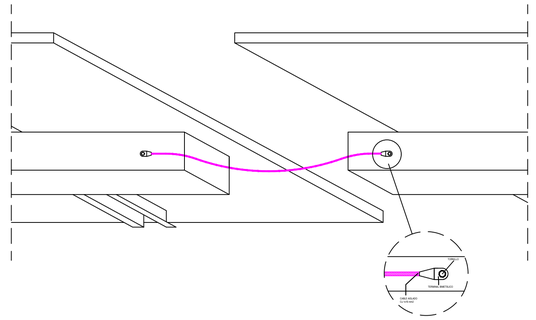
DETALLE PUESTA A TIERRA - TRACKER CON CAJA DE CONEXIÓN



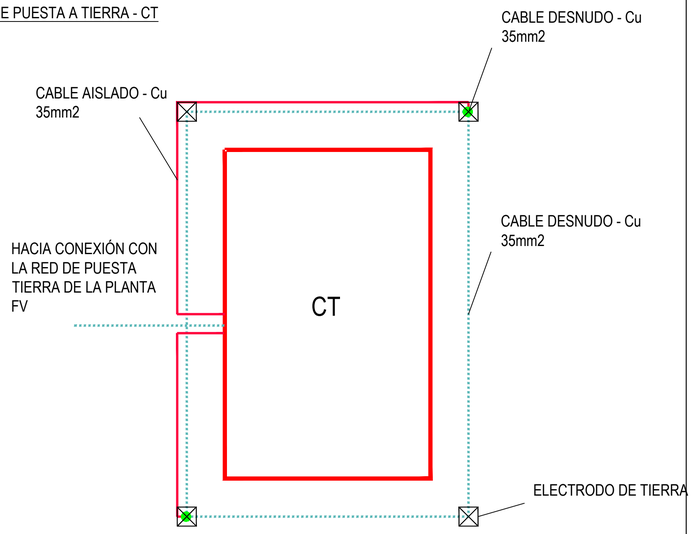
DETALLE PUESTA A TIERRA - TRACKER



DETALLE PUESTA A TIERRA -CONEXIÓN ENTRE TRACKERS

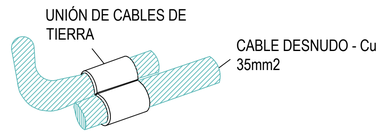


DETALLE PUESTA A TIERRA - CT

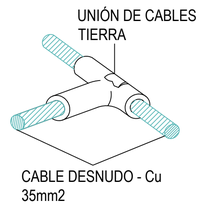


DETALLE UNIONES EXOTÉRMICAS

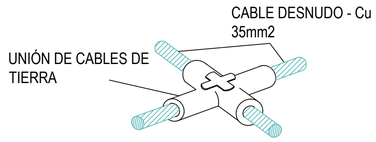
UNIÓN DIRECTA



UNIÓN EN "T"

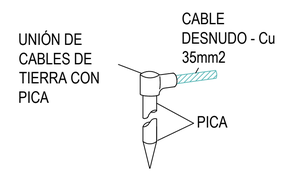


UNIÓN EN "CRUZ"

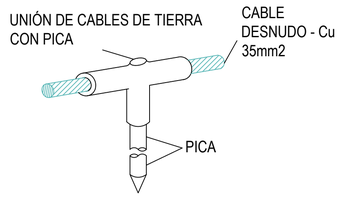


DETALLE ELECTRODOS DE TIERRA

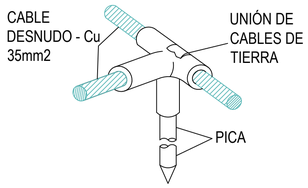
ELECTRODO SIMPLE



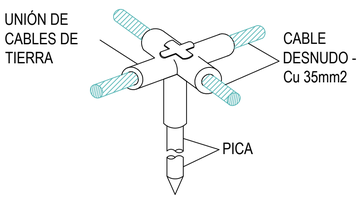
ELECTRODO DOBLE



ELECTRODO EN "T"



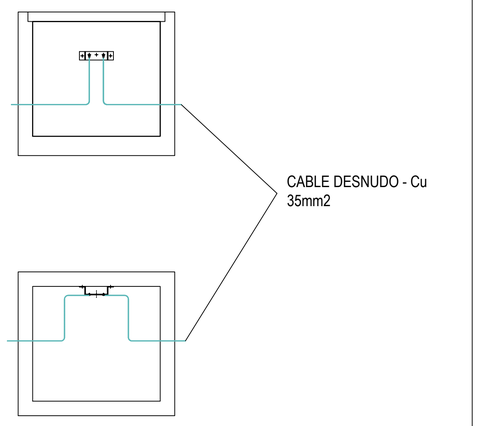
ELECTRODO EN "CRUZ"



DETALLE ARQUETA DE REGISTRO

ALZADO

PLANTA



PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 4.8 Hoja 3 de 4

PLANO DE: Detalle puesta a tierra- Instalación fotovoltaica

ESCALA: S/E

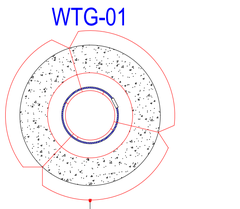
ingnova PROYECTOS | bogaris

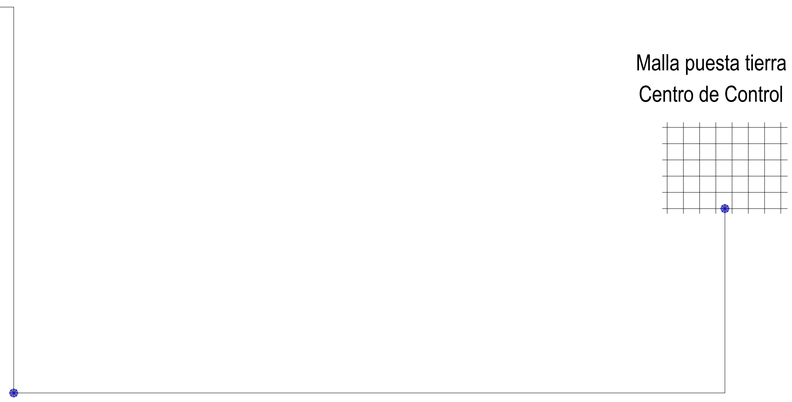
PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

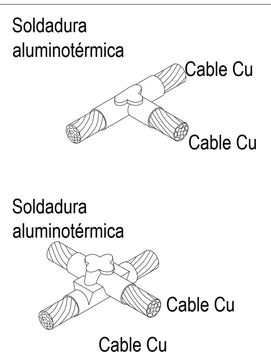
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colg.7.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

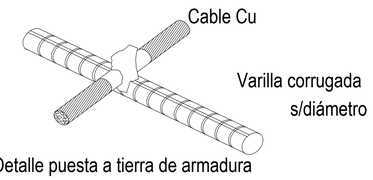
INGENIERO INDUSTRIAL (colg.7.429) DANIEL CORRERO CABRERA





Detalle soldadura





Detalle puesta a tierra de armadura

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 4.8 Hoja 4 de 4

PLANO DE: Detalle puesta a tierra- Aerogenerador

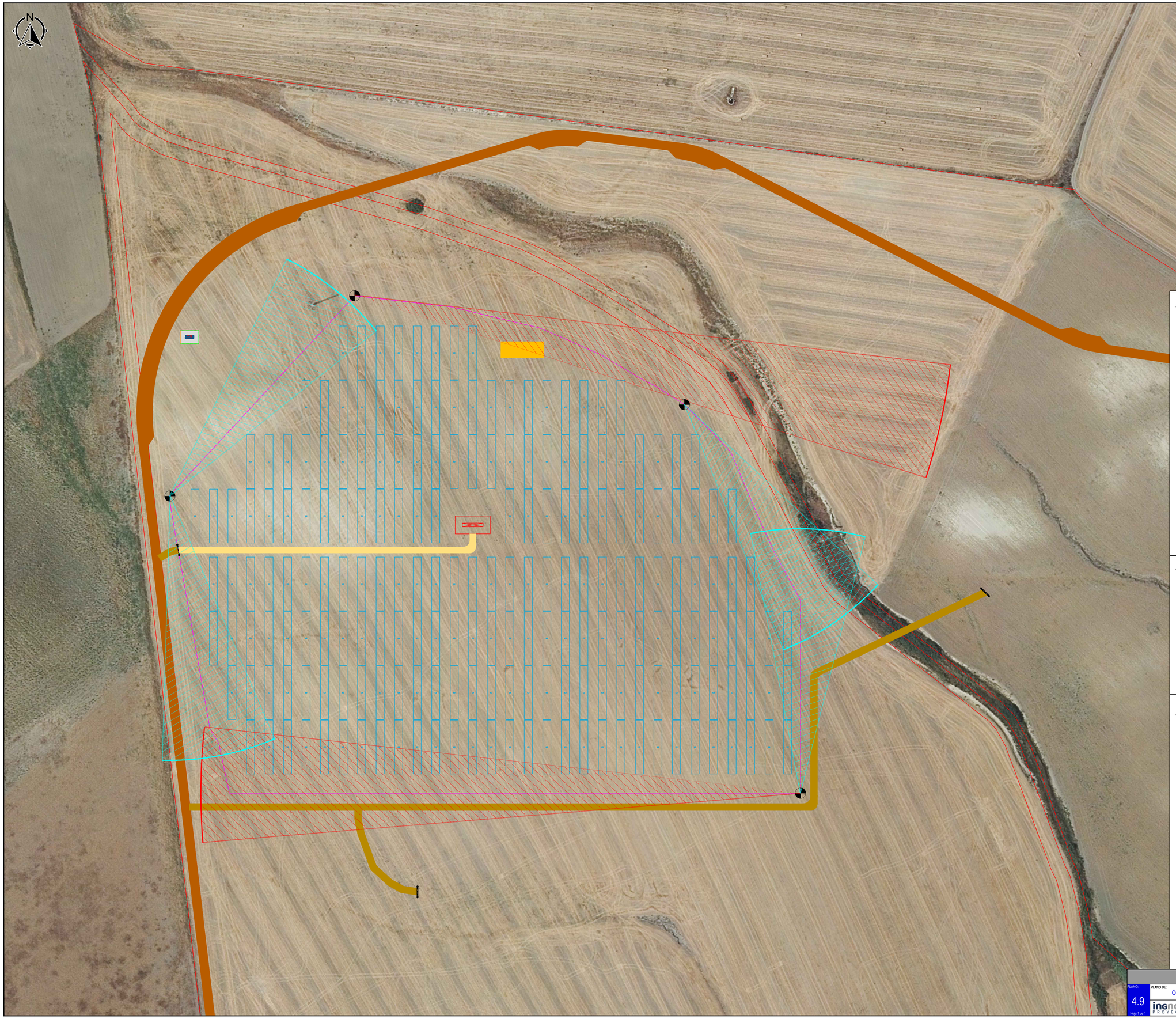
ESCALA: S/E

PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colng.1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (colng.7.429) DANIEL CORRERO CABRERA



CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO

POTENCIA PICO PLANTA SOLAR (MWp)	6,06
POTENCIA INSTALADA PLANTA SOLAR (MWn)	4,95
POTENCIA INSTALADA PARQUE EÓLICO (MWn)	4,95
POTENCIA EN POI	4,95
RATIO CC/AC PLANTA SOLAR	1,22
Nº DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PLANTA SOLAR	1
Nº DE MÓDULOS	10.452
Nº DE INVERSORES	3
Nº DE AEROGENERADORES	1
Nº DE STRINGS	402
Nº DE MÓDULOS/STRING	26
PITCH (m)	10

EQUIPOS PRINCIPALES:

MÓDULO	Jinko JKM580M-7RL4-V (580 Wp)
INVERSOR	Ingeteam - Ingecon Power 1675 TL B645 (1.650 KVA a 30 ºC)
SEGUIDOR SOLAR	Seguidor eje N-S (2V) PVHardware
ESTACIÓN DE POTENCIA	Ingeteam PowerStation 5400 FSK Series B (4.950 KVA A 30 ºC)
AEROGENERADOR	Modelo N175/6.X (limitado a 4.950 KVA) Nordex

LEYENDA:

- PARCELA CATASTRAL
- VALLADO PERIMETRAL
- PUERTA DE ACCESO
- CAMINO ACCESO PLANTA SOLAR
- CAMINO INTERNO PLANTA SOLAR
- CAMINO INTERNO PARQUE EÓLICO
- SEGUIDOR SOLAR 2Vx26
- AEROGENERADOR
- ESTACIÓN DE POTENCIA E INVERSOR
- CENTRO DE DE SECCIONAMIENTO
- ZONA DE ACOPIO TEMPORAL PARQUE SOLAR
- ZONA DE ACOPIO PARQUE EOLICO
- CÁMARA TÉRMICA 15 mm
- CÁMARA TÉRMICA 35 mm
- BÁCULO CCTV

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 4.9 Hoja 1 de 1

PLANO DE: CCTV

ESCALA: 1/1.000

ingnova PROYECTOS | bogaris

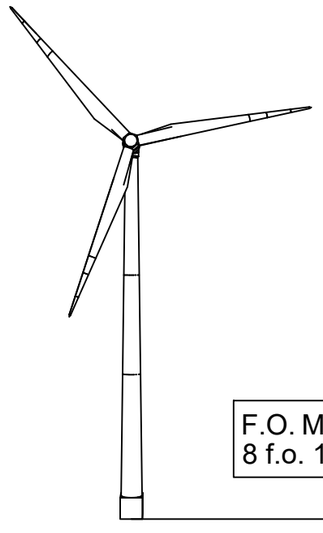
PROMOTOR: Bogaris PV33,S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (cons.) T.M. MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (cons.) T.M. DANIEL CORREO CABRERA

WTG_01



F.O. Monomodo
8 f.o. 10/125

CENTRO DE SECCIONAMIENTO

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 4.10 Hoja 1 de 2

PLANO DE: Red de comunicaciones instalación eólica

ESCALA: S/E

ingnova PROYECTOS

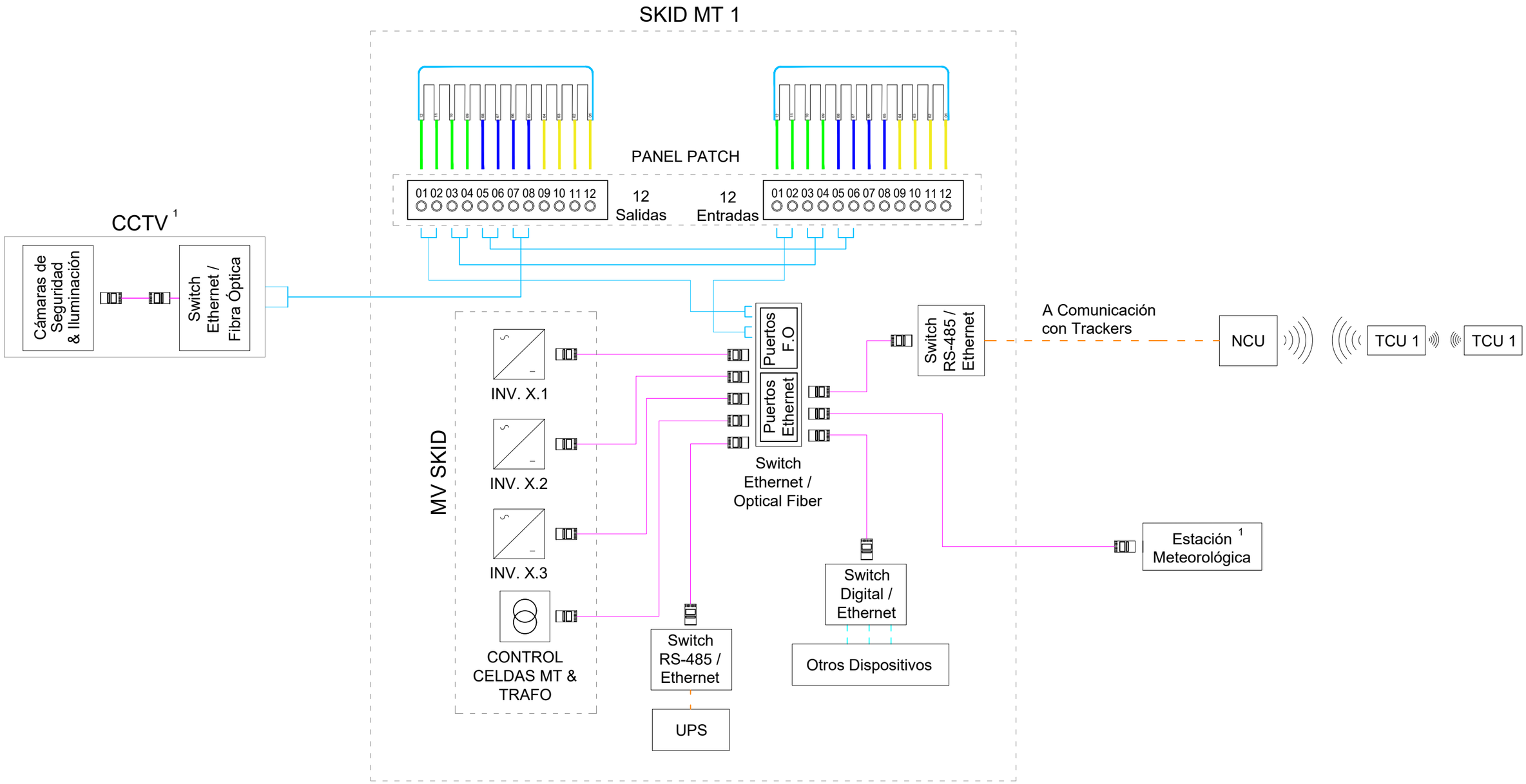
bogaris

PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA



PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" EN EL T.M. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ)

PLANO: 4.10 Hoja 2 de 2

PLANO DE: Red de comunicaciones instalación fotovoltaica

ESCALA: S/E

ingnova PROYECTOS

bogaris

PROMOTOR: Bogaris PV33, S.L.

Nov. 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

Documento nº 3:

Pliego de condiciones

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV " Cumbre Abad " en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

1. OBJETO DEL PLIEGO 8

1.1. DOCUMENTOS QUE DEFINEN EL PROYECTO 8

1.2. COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN ENTRE DOCUMENTOS 9

1.3. ALCANCE 9

2. CONDICIONES GENERALES 9

2.1. DISPOSICIONES LEGALES 10

2.2. PERMISOS 10

2.3. LEGISLACIÓN SOCIAL 10

2.4. REPRESENTANTES DE LA PROPIEDAD Y DEL CONTRATISTA 11

2.4.1. Propiedad 11

2.4.2. Dirección Facultativa de la Obra 11

2.4.3. Contratista 12

2.5. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO 13

2.6. SEGURIDAD Y SALUD 13

2.7. PRESENCIA DEL CONTRATISTA EN LA OBRA 13

2.8. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE 13

2.9. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO 14

2.10. RECLAMACIONES CONTA ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA 14

2.11. FALTAS DE PERSONAL 14

2.12. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS 15

2.13. RESPONSABILIDAD CIVIL 15

2.14. CONTROL DE CALIDAD 15

2.15. CONDICIONES GENERALES DE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 18

2.15.1. Característica de las obras 18

2.15.2. Caminos y Accesos 18

2.15.3. Replanteo 18

2.15.4. Comienzo de la Obra y Ritmo de Ejecución de los Trabajos 18

2.15.5. Orden de Ejecución de los Trabajos 18

2.15.6. Facilidades para Otros Contratistas 19

2.15.7. Ampliación del Proyecto por Causas Imprevistas o de Fuerza Mayor 19

2.15.8. Prórroga por Causas de Fuerza Mayor 19

2.15.9. Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el Retraso de la Obra 19

2.15.10. Trabajos Defectuosos 19

2.15.11. Vicios Ocultos 20

2.15.12. Procedencia de Equipos y Materiales 20

2.15.13. Materiales No Utilizables 20

2.15.14. Ensayos 20

2.15.15. Limpieza de las Obras 21

2.15.16. Vertido aguas residuales 21

2.15.17. Documentación Final de Obra 21

2.16. GARANTÍAS, PLAZOS Y FIANZAS 21

2.16.1. Conservación del Proyecto durante el Plazo de Garantía 22

2.16.2. Recepción Definitiva del Proyecto 22

2.16.3. Prórroga del Plazo de Garantía 22

2.17. RESOLUCIÓN DEL CONTRATO 22

2.18. HALLAZGOS 22

3. CONDICIONES ECONÓMICAS 23

3.1. BASE FUNDAMENTAL 23

3.2. GARANTÍA 23

3.3. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS 23

3.4. PRECIO DE CONTRATA 24

3.5. PRECIOS CONTRADICTORIOS 24

3.6. RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS 25

3.7. REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS 25

3.8. ACOPIO DE MATERIALES 25
3.9. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES 25
3.10. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES 26
3.11. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA 26
3.12. PAGOS 27
3.13. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO 27
3.14. DEMORA DE LOS PAGOS 27
3.15. MEJORAS Y AUMENTO DE OBRAS 27
3.16. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS ACEPTABLES 28
3.17. SEGURO DEL PROYECTO 28
3.18. CONSERVACIÓN DE LA OBRA 28
3.19. BIENES DE LA PROPIEDAD USADOS POR EL CONTRATISTA 29
3.20. CONTRADICCIONES ENTRE EL PRESENTE PLIEGO DE CONDICIONES Y LAS CLÁUSULAS DEL CONTRATO ENTRE LA PROPIEDAD Y EL CONTRATISTA 29

4. CONDICIONES TÉCNICAS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 30

4.1. GENERADOR FOTOVOLTAICO 30
4.1.1. Módulos Fotovoltaicos 30
4.1.2. Estructura Soporte 33
4.1.3. Cimentación de los Seguidores 34
4.1.4. Suministro y Montaje de los Seguidores 34
4.1.5. Inversores y Centros de Transformación o Estaciones de Potencia 36
4.2. OBRA CIVIL 38
4.2.1. Materiales Básicos 38
4.2.2. Equipos y Maquinaria 41
4.2.3. Implantación en Obra 43
4.2.4. Verificación y Replanteo 45
4.2.5. Despeje y Desbroce del Terreno 45
4.2.6. Excavación 47

4.2.7. Terraplén y Rellenos Auxiliares 51

4.2.8. Viales 54

4.2.9. Accesos 55

4.2.10. Drenaje Superficial 56

4.2.11. Cuneta Triangular 56

4.2.12. Caños y Pasos Salvacunetas 57

4.2.13. Badén de Hormigón 59

4.2.14. Cerramiento Perimetral 60

4.2.15. Excavación en Zanjas 62

4.2.16. Canalización Eléctrica 63

4.2.17. Criterios de Aceptación y Rechazo 67

4.2.18. Puntos de Inspección 69

4.2.19. Control Medioambiental 69

4.2.20. Normativa 70

4.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA 75

4.3.1. Instalación de Baja Tensión 75

4.3.2. Instalaciones de Media Tensión 80

4.3.3. Red de Tierras 90

4.4. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL 92

4.5. ESTACIÓN METEOROLÓGICA 93

4.6. SISTEMA DE SEGURIDAD 95

4.7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN 97

4.9. DOCUMENTACIÓN 97

5. CONDICIONES TÉCNICAS INSTALACIÓN EÓLICA 98

5.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS OBRA CIVIL 98

5.1.1. Trabajos topográficos 98

5.1.2. Movimiento de tierras 100

5.1.3. Firmes 108

5.1.4. Obras de contención de taludes 112

5.1.5. Drenajes 113

5.1.6. Materiales siderúrgicos 117

5.1.7. Embebidos en hormigón 119

5.1.8. Virolas o pernos 120

5.1.9. Hormigones 120

5.1.10. Morteros 128

5.1.11. Encofrados y cimbras 129

5.1.12. Entibación 131

5.1.13. Elementos prefabricados 131

5.1.14. Señalización, balizamiento y defensas 132

5.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ELÉCTRICAS 140

5.2.1. Condiciones que deben cumplir los materiales 140

5.2.2. Condiciones técnicas en centros de transformación 151

5.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MECÁNICAS 152

5.3.1. Transporte, acarreo y acopio 152

5.3.2. Materiales 153

5.3.3. Montaje 154

5.3.4. Soldadura 155

5.3.5. Uniones atornilladas 161

5.3.6. Fijaciones con pernos 163

6. CONDICIONES AMBIENTALES 163

6.1. CONDICIONANTES GENERALES 164

6.2. ATMÓSFERA 164

6.3. RESIDUOS 164

6.4. INERTES 164

6.5. DERRAMES Y VERTIDOS 165

6.6. CONSERVACIÓN AMBIENTAL 165

6.7. FINALIZACIÓN DE LA OBRA Y RESTAURACIÓN AMBIENTAL 165

1. Objeto del Pliego

El objeto del presente Pliego de Condiciones es definir las condiciones técnicas mínimas que deberán cumplir las instalaciones eléctricas y civiles que han de regir la ejecución de las obras relativas a la construcción de la Instalación híbrida PE-IFV "Cumbre Abad" de 4,95 MW de capacidad de acceso, localizada en el término Municipal de El Puerto de Santa María (Cádiz).

La instalación fotovoltaica convierte la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica a través de una serie de módulos solares instalados sobre estructuras que hacen de soporte. A este conjunto de módulos solares se le denomina generador fotovoltaico.

La instalación eólica convierte la energía procedente del viento en energía eléctrica a través del aerogenerador. Esta energía es trasportada por las instalaciones eólicas mediante cables de media tensión hasta el lugar de evacuación de la red.

La corriente continua producida por el generador fotovoltaico es transformada mediante los inversores en corriente alterna y elevada a una tensión adecuada para su transporte por el interior del parque y posterior evacuación a la red.

La instalación posee elementos de protección tales como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general que nos permita separar la instalación fotovoltaica de la red de distribución. Habrá que asegurar un grado de aislamiento eléctrico clase II en lo que afecta a equipos (módulos e inversores) y al resto de materiales (cableado, cajas, armarios de conexión…). La instalación incorporara todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de la persona, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

Se definen por tanto las especificaciones y criterios mínimos, las disposiciones de tipo administrativo y legal, las normas y las condiciones técnicas con relación a los materiales y a la ejecución de las obras y al procedimiento de medición y abono para las diferentes obras incluidas en el Proyecto, pretendiendo servir de guía para asegurar la calidad del Proyecto en términos de rendimiento, producción e integración. No obstante, en el replanteo de las obras o durante la ejecución de las mismas, la Dirección de la Obra podrá introducir las modificaciones que estime conveniente para su mejor realización.

1.1. Documentos que Definen el Proyecto

Los siguientes documentos definen el presente Proyecto:

- Documento nº 1: Memoria y Anejos
- Documento nº 2: Planos
- Documento nº 3: Pliego de condiciones
- Documento nº 4: Presupuesto

1.2. Compatibilidad y Prelación entre Documentos

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los Planos del Proyecto, o viceversa, será ejecutado como si estuviese contenido en ambos documentos.

En caso de contradicción entre los Planos del Proyecto y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en los Planos.

Las omisiones en los Planos del Proyecto y en el Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra, que sean manifiestamente indispensables para lograr el alcance de lo expuesto en los documentos del presente Proyecto o que, por su buen uso y costumbre, deban ser realizados, no solo no exime al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, serán ejecutados como si hubiesen sido completa y correctamente especificados en los Planos del Proyecto y en el Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá informar por escrito a la Dirección Facultativa, tan pronto como sea de su conocimiento, de toda discrepancia, error u omisión que encontrase.

Cualquier corrección o modificación en los Planos del Proyecto o en las especificaciones del Pliego de Condiciones, sólo podrá ser realizada por la Dirección Facultativa del Proyecto, siempre y cuando así lo juzgue conveniente para su interpretación o el fiel cumplimiento de su contenido.

En referencia a la interpretación del mismo, en caso de oscuridad o divergencia, se atenderá a lo dispuesto por la Dirección Facultativa, y en todo caso a las estipulaciones y cláusulas establecidas por las partes contratantes.

En caso de discrepancia entre los precios de una unidad, los cuadros de precios del Contrato prevalecerán sobre el Presupuesto.

1.3. Alcance

Se entenderá que el contenido del presente Pliego rige para todo lo comprendido y expresado en los sucesivos capítulos, siempre y cuando no se opongan a lo establecido en la legislación vigente.

Las unidades de obra que no hayan sido incluidas y señaladas expresamente en este Pliego se ejecutarán conforme a lo establecido en las normas e instrucciones técnicas en vigor que sean aplicables a dichas unidades, con lo sancionado por la costumbre como reglas de buenas prácticas en la construcción y con las indicaciones que, sobre el particular, señale la Dirección Facultativa de la obra.

2. Condiciones Generales

El presente Pliego obliga a la Propiedad, a la Dirección Facultativa de las obras y al Contratista.

2.1. Disposiciones legales

El Contratista observará todas las ordenanzas, leyes, reglas, regulaciones estatales, provinciales y municipales, incluyendo sin limitación las relativas a salarios y Seguridad Social.

Será de obligado cumplimiento en la ejecución del proyecto la normativa legal actualmente vigente de aplicación a las obras que se contratan, además de la adopción de aquellas técnicas de la buena construcción.

Entre la normativa legal aplicable, estarán las normas para llevar a efecto la obra que dentro de la legalidad vigente y de los reglamentos que aseguren el correcto cumplimiento de la técnica aplicada. Estas normativas se podrán encontrar en la Introducción del proyecto. Además, serán de aplicación las Normas Técnicas del operador del sistema.

El presente proyecto, ha sido redactado teniendo en cuenta las normas del operador del sistema de energía. No obstante, el Contratista se obliga a mantener con ellas el debido contacto a través del Técnico encargado, para evitar, siempre que sea posible, criterios dispares y dificultades posteriores.

Aparte de estas normativas tendremos que tener en cuenta las especificaciones legales de emplazamiento del término municipal en el cual se localizara la instalación. El cual en este caso son los términos municipales de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz).

Toda la reglamentación utilizada se entiende que deba incluir las modificaciones habidas con posterioridad a su aprobación, y aquellas otras auxiliares o complementarias que se derivan de las mismas.

2.2. Permisos

El Contratista se procurará todos los permisos, licencias e inspecciones necesarias para el inicio de las Obras, siendo abonadas por la Propiedad.

El Contratista una vez finalizadas las Obras y realizada la recepción provisional tramitará las correspondientes autorizaciones de puesta en marcha, siendo de su cuenta los gastos que ello ocasione.

El Contratista responde, como patrono legal, del cumplimiento de todas las leyes y disposiciones vigentes en materia laboral, cumpliendo además con lo que el Ingeniero Director le ordene para la seguridad de los operarios y viandantes e instalaciones, sin que la falta de tales órdenes por escrito lo eximan de las responsabilidades que, como patrono legal, corresponden exclusivamente al Contratista.

2.3. Legislación social

El Contratista, estará obligado al exacto cumplimiento de toda legislación en materia de Reglamentación del Trabajo correspondiente, y de las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros, los accidentes de trabajo, e incluso la contratación del

seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquéllas de carácter social en vigencia o que en lo sucesivo se apliquen.

El adjudicatario deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y uso de equipos, con objeto de proteger a las personas y animales de peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades derivadas de tales acciones u omisiones.

2.4. Representantes de la Propiedad y del Contratista

2.4.1. Propiedad

Se entiende por La Propiedad a cualquier persona, física o jurídica, representante de ésta, autorizada legalmente.

2.4.2. Dirección Facultativa de la Obra

Se entiende por Dirección Facultativa, por una parte, al Ingeniero que lleve oficialmente la dirección de las obras o la persona o personas autorizadas formalmente por éste para representarle en algún aspecto relacionado con dicha dirección y, por otra parte, al Ingeniero Técnico de la Obra propuesto y aceptado por la Propiedad.

A la Dirección Facultativa le corresponde lo siguiente:

- Redactar los complementos o rectificaciones del Proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo inicial de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Contratista.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, siempre que no solape competencias con el Coordinador de Seguridad y Salud, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al Proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de calidad, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el Proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Contratista, impartiéndole, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

- Las funciones de la dirección de obras serán llevadas a cabo por el equipo facultativo que para ello se designe.

2.4.3. Contratista

Se entiende por Contratista a la parte contratante obligada a ejecutar la obra.

Se entiende por Jefe de Obra y Delegado del Contratista a la persona, designada expresamente por el Contratista y aceptada por la Propiedad y la Dirección Facultativa, con capacidad suficiente para:

- Ostentar la representación del Contratista cuando sea necesaria su actuación o presencia en cualquier acto derivado del cumplimiento de las actividades contractuales, siempre en orden a la ejecución y buena marcha de las obras.
- Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes recibidas de la Dirección.
- Colaborar con la Dirección Facultativa en la resolución de los diferentes problemas que se planteen durante la ejecución.

Al Contratista le corresponde lo siguiente:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad y Salud 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.
- Suscribir con la Dirección Facultativa el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Custodiar el libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Facilitar a la Dirección Facultativa con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con la Propiedad las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

2.5. Verificación de los Documentos del Proyecto

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

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

Durante la ejecución del proyecto en la Oficina de Obras, existirá en todo momento un ejemplar completo del Proyecto, así como de todas las normas, leyes, decretos, resoluciones, órdenes y ordenanzas a que se hacen referencia en los distintos documentos que integran el presente Proyecto.

2.6. Seguridad y Salud

El Contratista, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

El Contratista será responsable del cumplimiento de toda la legislación vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo, así como de las especificaciones particulares expuestas en el presente Pliego o en el correspondiente Anexo a la Memoria.

2.7. Presencia del Contratista en la Obra

El Contratista tiene la obligación a comunicar a La Propiedad la persona designada como representante en la obra, que tendrá carácter de Jefe de Obra, con dedicación plena y con total facultad para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan al Contratista.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará a la Dirección Facultativa para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de Obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Facultativa, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.8. Trabajos no Estipulados Expresamente

Es obligación del Contratista el ejecutar cuanto 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 la

Dirección Facultativa dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

2.9. Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de la Documentación del Proyecto

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 por escrito al Contratista, estando obligado a devolver los originales y sus copias, y suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba de la Dirección Facultativa.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por estos crea oportuna hacer el Contratista, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Contratista, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Contratista podrá requerir de la Dirección Facultativa, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

2.10. Reclamaciones conta Órdenes de la Dirección Facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones provenientes de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas 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, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida a la Dirección Facultativa, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

2.11. Faltas de Personal

Si la Dirección Facultativa, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la correcta ejecución de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

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 principal de la obra.

2.12. Gastos Ocasionados por Pruebas y Ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán por cuenta del Contratista.

La Dirección Facultativa podrá exigir la repetición de todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías

2.13. Responsabilidad Civil

El Contratista deberá tener cubierta la responsabilidad civil en que pueda incurrir cada uno de sus empleados y Subcontratistas dependientes del mismo, extremo que deberá acreditar ante el Propietario, dejando siempre exento al mismo y al Ingeniero Director de cualquier reclamación que se pudiera originar.

En caso de accidentes ocurridos con motivo de los trabajos para la ejecución de las Obras, el Contratista atenderá a lo dispuesto en estos casos por la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar en lo posible accidentes a los operarios o a los viandantes, en todos los lugares peligrosos de la Obra.

Asimismo, el Contratista será responsable de todos los daños que por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la zona donde se llevan a cabo las Obras, como en las zonas contiguas. Será, por tanto, de su cuenta, el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las Obras.

2.14. Control de Calidad

Cada partida, trabajo, equipo y material debe seguir unos parámetros de control de calidad específicos de cada uno. En todo caso cumplirán como mínimo las prescripciones estipuladas en el presente apartado.

El control de calidad de las obras se divide en:

- Control de la recepción del producto
- Control durante la ejecución
- Control de la unidad terminada

Responsabilidades

El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.

El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.

La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

Control de Recepción de productos

El control de recepción tiene por objeto comprobar las características técnicas mínimas exigidas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente en el edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción.

Durante la construcción de las obras el director de la ejecución de la obra realizará los siguientes controles:

- Control de documentación de los suministros

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de la ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

  - Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
  - El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
  - Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

- Control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

  - Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas

en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en la normativa vigente aplicable al producto.

- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

- Control mediante ensayos

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del producto puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos de ellos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

Control de Ejecución

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa.

En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

Control de Obra Terminada

Con el fin de comprobar las prestaciones finales del edificio en la obra terminada deben realizarse las verificaciones y pruebas de servicio establecidas en el proyecto o por la dirección facultativa y las previstas en la legislación aplicable a cada producto o unidad terminada.

2.15. Condiciones Generales de la Ejecución de los Trabajos

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 entregue el director de Obra al Contratista, dentro de las limitaciones presupuestarias.

2.15.1. Característica de las obras

El Contratista adjudicatario estará obligado a realizar las obras cumpliendo las especificaciones que se señalen en la Licencia Municipal y en las licencias y permisos que para la obra sean necesarias. Cumpliendo siempre la normativa municipal del municipio de la instalación.

2.15.2. Caminos y Accesos

El Contratista dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de la misma, pudiendo la Dirección Facultativa exigir su modificación o mejora.

Asimismo, el Contratista tendrá la obligación de colocar en lugar visible a la entrada de la obra un cartel de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra tales como el título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

2.15.3. Replanteo

El Contratista 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 son considerados a cargo del Contratista e deberán ir incluidos en su oferta.

El Contratista someterá el replanteo a la aprobación de la Dirección Facultativa, y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Director de Obra, siendo responsabilidad del Contratista la omisión de este trámite.

2.15.4. Comienzo de la Obra y Ritmo de Ejecución de los Trabajos

El Contratista 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, el Contratista deberá dar cuenta a la Dirección Facultativa del comienzo de los trabajos, con al menos con tres días de antelación.

2.15.5. Orden de Ejecución de los Trabajos

La determinación del orden de los trabajos es facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

2.15.6. Facilidades para Otros Contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a las demás subcontratas que intervengan en la obra, sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratas por la utilización de medios auxiliares, suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, el Contratista y las Subcontratas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.15.7. Ampliación del Proyecto por Causas Imprevistas o de Fuerza Mayor

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 Director de Obra, mientras se define o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección Facultativa disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

2.15.8. Prórroga por Causas de Fuerza Mayor

Si por causa de fuerza mayor el Contratista no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuese posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución de los trabajos y el retraso que ésta tendrá en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que solicita.

2.15.9. Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el Retraso de la Obra

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

2.15.10. Trabajos Defectuosos

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las Condiciones Generales y Condiciones Técnica de este Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del Proyecto es responsable de la ejecución de los trabajos que contratados y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o equipos instalados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Director de Obra, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Obra advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los equipos instalados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

2.15.11. Vicios Ocultos

Si el Director de Obra 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 trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente.

2.15.12. Procedencia de Equipos y Materiales

El Contratista tiene libertad a la hora de proveerse de los materiales y equipos en los puntos que le parezcan convenientes, excepto en los casos en que el Pliego de Condiciones Particulares preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa una lista completa de los materiales y equipos que vaya a utilizar en la ejecución de los trabajos, incluyendo información sobre la marca, calidad, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.15.13. Materiales No Utilizables

El Contratista 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.

Estos materiales no utilizables se retirarán de la obra 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 la Dirección Facultativa.

2.15.14. Ensayos

El director técnico de la instalación podrá establecer cuantas pruebas y ensayos crea convenientes con los materiales utilizados, al objeto de comprobar su calidad, debiendo ser sustituidos los que a su juicio no reúnan las condiciones del proyecto, por mala calidad de los materiales o de ejecución de la instalación.

Serán por cuenta del Contratista los gastos originados por estos conceptos hasta un máximo del 1 % del Presupuesto de Ejecución Material. Esta partida se considera incluida en los Gastos Generales.

A la finalización de la instalación, se procurará a las siguientes comprobaciones:

- Zanjas
- Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica
- Funcionamiento de los interruptores diferenciales
- Funcionamiento de los interruptores automáticos magnetotérmicos
- Empalmes
- Medida de tierra

2.15.15. Limpieza de las Obras

Es obligación del Contratista mantener las obras y sus alrededores limpios, tanto de escombros como de materiales sobrantes, y 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 un buen aspecto.

2.15.16. Vertido aguas residuales

Se dispondrá de una fosa séptica provisional o infraestructura equivalente, con capacidad suficiente, desde el principio de las obras a la cual se conducirán las aguas sucias de los servicios higiénicos

2.15.17. Documentación Final de Obra

La Dirección Facultativa facilitará a la Propiedad la documentación final del Proyecto, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente. Esto incluirá, como mínimo, los manuales de instalación, manuales de operación y mantenimiento, proyecto AS-BUILT incluyendo planos y cálculos y cualquier otra documentación relacionada con el Proyecto.

2.16. Garantías, Plazos y Fianzas

Durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

Las garantías y fianzas de todo tipo que se consideren necesarias por abonos de acopios, daños causados por demoras, etc., serán las que se estipulen en contrato. Si no se ha establecido otro tipo de fianza en el Contrato, del importe de cada certificación se deducirá un cinco (5%) por ciento que será retenido por La Propiedad en concepto de garantía, hasta la Recepción Definitiva de la obra.

El Contratista garantiza a La Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

2.16.1. Conservación del Proyecto durante el Plazo de Garantía

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista será el conservador del Proyecto durante el plazo de garantía, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la Propiedad antes de la Recepción Definitiva.

2.16.2. Recepción Definitiva del Proyecto

La Recepción Definitiva se verificará después de transcurrido el Plazo de Garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la Recepción Provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios ocultos de la construcción.

2.16.3. Prórroga del Plazo de Garantía

Si al proceder al reconocimiento para la Recepción Definitiva del Proyecto no se encontrase éste en las condiciones debidas se aplazará dicha Recepción Definitiva, y la Dirección Facultativa marcará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias.

De no efectuar el Contratista lo requerido por la Dirección Facultativa para considerar que el Proyecto se encuentra en las condiciones debidas para la Recepción Definitiva, podrá resolverse el Contrato con pérdida de los avales.

2.17. Resolución del Contrato

En el caso de resolución contractual, el Contratista tendrá la obligación de retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaría, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otro contratista.

2.18. Hallazgos

El Propietario se reserva la posesión de las sustancias minerales utilizables, o cualquier elemento de interés, que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en su terreno de edificación.

El hallazgo de cual elemento susceptible de ser patrimonio cultural obligara al propietario a comunicarlo a las autoridades competentes.

3. Condiciones económicas

3.1. Base fundamental

Como base fundamental de estas condiciones, se establece que el Contratista debe percibir de todos los trabajos efectuados su real importe, siempre de acuerdo, y con sujeción al Proyecto y condiciones generales y particulares que han de regir la Obra.

3.2. Garantía

La Dirección podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que este reúne todas las condiciones de solvencia requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Asimismo, deberá acreditar el título oficial correspondiente a los trabajos que el mismo vaya a realizar

3.3. Composición de los Precios Unitarios

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

Costes Directos:

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

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 esto gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Gastos Generales:

- 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 un máximo del 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en un máximo del 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

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.

3.4. Precio de Contrata

En el caso de que los trabajos a realizar 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 Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 8 por 100 y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares o contractuales entre Contrata y Promotor se establezca otro destino.

3.5. Precios Contradictorios

Salvo que las condiciones contractuales entre el Contratista y la Propiedad que establezcan lo contrario, se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Director de Obra decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las partidas previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios y, ante la falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre la Dirección Facultativa y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese 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 de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del Contrato.

3.6. Reclamación de Aumento de Precios

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.

Las equivocaciones materiales, o errores aritméticos, en las cantidades de Obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observase, pero no se tendrá en cuenta a los efectos de la rescisión del Contrato.

3.7. Revisión de los Precios Contratados

Una vez que el Contratista y la Propiedad cierren el contrato económico de la ejecución de las obras no se procederá a revisión de precios.

3.8. Acopio de Materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o equipos para la ejecución de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de exclusiva propiedad de éste. De su guarda y conservación será responsable el Contratista.

3.9. Responsabilidad del Contratista en el Bajo Rendimiento de los Trabajadores

Si de los partes mensuales, o cualquier solución bajo forma contractual entre Contratista y Propiedad para la elaboración de las certificaciones parciales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Contratista al Director de Obra, éste advirtiese que los rendimientos o calidades, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutadas, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos o calidades normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Contratista, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción o calidad en la cuantía señalada por el Director de Obra.

Si hecha esta notificación al Contratista, en los meses sucesivos, los rendimientos o calidades no llegasen a los normales, La Propiedad queda facultada para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Contratista en las liquidaciones parciales que

preceptivamente deben efectuársele, siempre que el resultado ejecutado tenga solución técnico-normativo. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo se someterá el caso a arbitraje.

3.10. Relaciones Valoradas y Certificaciones

En cada una de las fechas que se fijen en el Contrato o en los Pliegos de Condiciones Particulares que rijan en la obra, el Contratista formará una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a 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, la Dirección Facultativa 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 de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o 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, la Dirección Facultativa aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiera, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante la Propiedad contra la resolución de la Dirección Facultativa en la forma establecidas en las condiciones legales acordadas.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Director de Obra la certificación de las obras ejecutadas.

Las certificaciones se remitirán a la Propiedad 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.

3.11. Abono de Trabajos Presupuestados con Partida Alzada

Salvo lo preceptuado en el Pliego de Condiciones Particulares de índole económica, y siempre que no se contradiga el documento contractual entre Contratista y Propiedad, 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:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- 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, La Dirección Facultativa indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha 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.

3.12. Pagos

Los pagos se efectuarán por la Propiedad en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra conformadas por la Dirección Facultativa en virtud de las cuales se verifiquen los mismos.

3.13. Indemnización por Retraso No Justificado en el Plazo de Ejecución del Proyecto

La indemnización por retraso en la ejecución del Proyecto se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el plan de obra (cronograma).

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza o avales.

3.14. Demora de los Pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del Contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el Contrato.

3.15. Mejoras y Aumento de Obras

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que la Dirección Facultativa 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 en caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que la Dirección Facultativa ordene, también por escrito, la ampliación de las unidades 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.

En el supuesto contrario, cuando la Dirección Facultativa introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas, se seguirá el mismo criterio y procedimiento expuesto en el párrafo anterior.

3.16. Unidades de Obra Defectuosas Aceptables

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

3.17. Seguro del Proyecto

El Contratista estará obligado a asegurar el Proyecto 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 caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre de la Propiedad, 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, La Propiedad podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte 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 hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Sociedad Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por la Dirección Facultativa.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de Proyecto que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del Proyecto 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 de la Propiedad, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

3.18. Conservación de la Obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el Plazo de Garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por la Propiedad antes de la Recepción Definitiva, la Dirección Facultativa, en representación de la Propiedad, 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 del Contratista.

Al abandonar el Contratista el Proyecto, tanto por la buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que la Dirección Facultativa establezca.

Después de la recepción provisional del Proyecto y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería, limpieza y resto de trabajos que fuese preciso ejecutar.

En cualquier caso, el Contratista tiene la obligación de revisar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Condiciones Económicas.

3.19. Bienes de la Propiedad Usados por el Contratista

Cuando durante la ejecución de las obras el Contratista, siempre con la necesaria y previa autorización de la Propiedad, ocupe edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes a la misma, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato en perfecto estado de conservación y 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 la Propiedad a costa del Contratista y con cargo a la fianza.

3.20. Contradicciones entre el Presente Pliego de Condiciones y las Cláusulas del Contrato entre la Propiedad y el Contratista

En caso de contradicciones entre el presente Pliego de Condiciones y las cláusulas del Contrato entre el Contratista y La Propiedad prevalecerán los acuerdos y cláusulas que de mutuo acuerdo hayan pactado el Contratista y La Propiedad en su Contrato.

Cuando tal circunstancia se produjera, la Dirección Facultativa podrá solicitar al Contratista una copia de dichos acuerdos o contratos suscritos en forma de Contrato Legal, que deberá estar firmado por las partes que lo acuerdan.

4. Condiciones técnicas instalación fotovoltaica

4.1. Generador Fotovoltaico

4.1.1. Módulos Fotovoltaicos

Genéricamente la Instalación contará con un Generador Fotovoltaico constituido por módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, sin ningún paso intermedio.

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino. Todos los módulos que integren la Instalación serán del mismo modelo, o en caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

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.

Los módulos deberán llevar diodos de derivación para evitar posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

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.

Ejecución:

La instalación de módulos fotovoltaicos requiere un alto nivel de capacitación y debe ser realizada por personal cualificado. Se divide en las siguientes fases:

- Descarga de módulos: Los módulos se entregan apilados horizontalmente en un pallet. Se pueden manipular los pallets con una carretilla o traspalet tanto por el lado corto como por el lado largo del pallet, pero para evitar el riesgo de dañar el módulo FV colocado en el fondo del pallet, es recomendable adaptar la longitud de las uñas a las dimensiones del pallet, especialmente si lo levantamos por el lado corto.
- Manipulación de módulos: Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:
    - No cargar excesivamente la superficie del módulo fotovoltaico. La superficie de vidrio se puede romper fácilmente.
    - No subir encima ni pisar el módulo fotovoltaico. La superficie de vidrio del módulo fotovoltaico es resbaladiza, existe riesgo de caída.
    - No golpear ni aplicar una carga excesiva sobre el vidrio o la lámina posterior. La célula fotovoltaica es muy delgada y puede romperse fácilmente.
    - No arañar ni golpear la lámina posterior. La lámina posterior es frágil.
    - No levantar el módulo por la caja de conexiones ni por los cables eléctricos.
    - Nunca tocar la caja de conexiones o el extremo final de los cables de salida con la mano descubierta si el módulo fotovoltaico está siendo irradiado.

- No arañar el cable de salida ni doblarlo con fuerza. El aislamiento del cable de salida puede deteriorarse, lo que puede dar lugar a una fuga de corriente o descargas.
- No tirar excesivamente del cable de salida. El cable de salida puede desconectarse y producir una fuga de corriente o descarga.
- No taladrar el marco. Puede perjudicar la resistencia mecánica del marco y dar lugar a su corrosión.
- No arañar la cobertura aislante del marco (excepto para la conexión a tierra).
- Esto puede dar lugar a la corrosión del marco o perjudicar su resistencia mecánica.
- No tocar el módulo fotovoltaico sin llevar guantes de protección. El marco del módulo fotovoltaico tiene bordes afilados que pueden provocar lesiones.
- No dejar caer el módulo fotovoltaico ni permitir que caigan objetos sobre él.
- No intentar concentrar artificialmente la luz solar sobre el módulo fotovoltaico.
- No levantar el módulo fotovoltaico cogiéndolo por un único lado. El marco podría doblarse. Tomar el módulo fotovoltaico por dos lados opuestos.
- Trabajar solarmente en condiciones secas y utilizar exclusivamente herramientas secas. A menos que vaya equipado con las protecciones adecuadas, no se deben manipular los paneles que estén mojados.

- Instalación de módulos: Cada módulo se debe fijar de forma segura a la estructura de montaje por cuatro puntos, como mínimo. Para fijar los módulos fotovoltaicos a la estructura de montaje se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:
  - Utilizar siempre casco, guantes y calzado de seguridad.
  - Mantener el módulo fotovoltaico en su embalaje hasta su instalación.
  - No tocar el módulo fotovoltaico durante la instalación más de lo necesario. La superficie de vidrio y los marcos se calientan. Existe riesgo de quemaduras e incluso de colapso debido a una descarga eléctrica.
  - Utilizar herramientas con aislamiento.
  - No dejar caer herramientas ni objetos rígidos sobre los módulos fotovoltaicos.
  - Asegurarse de que no se generan gases inflamables cerca del emplazamiento de instalación.
  - No tocar la caja de conexiones ni los extremos de los cables de salida (conectores) con la mano descubierta durante la instalación ni bajo la luz solar, independientemente de si el módulo fotovoltaico está conectado o no al sistema.
  - No pisar con fuerza el vidrio mientras trabaja. Existe riesgo de lesión o descarga eléctrica si se rompe el vidrio.
  - No llevar joyas metálicas que puedan causar descargas eléctricas durante la instalación.
  - Los cables deben colocarse de forma que no queden expuestos a la luz solar directa una vez instalados, para prevenir su degradación.
  - Una instalación inadecuada del panel solar puede ocasionar daños en el módulo y en consecuencia poner en riesgo la seguridad de las personas.

- Una vez terminados los trabajos de montaje se elaborará un listado final (en Excel) indicando el número de serie de cada módulo fotovoltaico con la posición exacta y serie en la que se encuentra conectado cada módulo.

- Mantenimiento: Los módulos fotovoltaicos requieren muy escaso mantenimiento, por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión muy protegidas del ambiente exterior por capas de material protector. El mantenimiento abarca los siguientes procesos:

  - Limpieza periódica del panel. La periodicidad del proceso depende, lógicamente, de la intensidad del ensuciamiento. En el caso de depósitos procedentes de las aves conviene evitarlos instalando pequeñas antenas elásticas en la parte alta del panel, impidiendo a aquellas que se posen. La operación de limpieza consiste simplemente en el lavado de los módulos con agua y algún detergente no abrasivo. Esta operación se tiene que realizar a primeras horas de la mañana, cuando el módulo está frío. No es recomendable en ningún caso utilizar mangueras a presión.

  - Inspección visual de posibles degradaciones internas y de la estanqueidad del panel.

  - Revisión de los prensaestopas de la caja de conexión.

  - Revisión de mantenimiento anual de acuerdo a las prescripciones técnicas del fabricante.

Control de Calidad

En primer lugar, se realizará un replanteo topográfico de una muestra aleatoria (5% de las mesas instaladas) durante la ejecución de los trabajos para comprobar la distancia entre filas (Pitch) y su orientación (Azimut). Del mismo modo se comprobará mediante nivel digital la correcta inclinación de los módulos, verificando que en la misma mesa (o seguidor) la inclinación esté dentro de unos parámetros de tolerancia establecidos.

Posteriormente, se verificará que la fijación de los módulos sobre la estructura dispone de la suficiente solidez y que está adecuadamente puesto a tierra. La fijación se realizará según el manual de instalación del fabricante de los módulos.

Se comprobará que la instalación de los módulos sea adecuada a las recomendaciones de fabricante tanto de módulo como de la estructura de soporte, así como que sea capaz de soportar los esfuerzos a que estará sometida.

Se comprobará la existencia de elementos adecuados para prevenir pares galvánicos.

La separación entre filas, así como la orientación e inclinación de paneles es la especificada en Proyecto, especificaciones de fabricante de módulos y/o estructura, encontrándose debidamente instalados. Será admisible una desviación respecto a lo indicado en Proyecto de +/- 3º en la orientación y en la inclinación (en el caso de seguidores la inclinación se verificará con respeto a su valor teórico establecido por el mismo sistema de seguimiento del tracker).

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Suministro de los módulos: suministro de módulo fotovoltaico de silicio cristalino (cSi). Medida de la unidad suministrada en obra y previamente certificada y ensayada.
- Instalación y montaje de los módulos: Instalación, alineación y fijación de modulo fotovoltaico sobre estructura conforme al Proyecto y a las especificaciones de montaje. La operación incluye:
    - Descarga desde el camión
    - Desembalaje
    - Clasificación
    - Reparto y distribución de paneles hasta su ubicación final de montaje
    - Montaje, alineación y fijación de los paneles
    - Apriete definitivo o de los herrajes de fijación

4.1.2. Estructura Soporte

La estructura soporte del Proyecto consiste en seguidores solares que cuentan con un sistema de seguimiento solar a un eje.

La estructura soporte es el elemento mecánico que sujeta los módulos fotovoltaicos para instalarlos sobre el terreno, asegurando la rigidez mecánica del conjunto. Tiene las funciones principales de servir de soporte y fijación segura de los módulos fotovoltaicos, así como proporcionarles la inclinación y orientación adecuadas, con el objetivo de obtener el máximo aprovechamiento de la energía solar incidente.

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 (CTE).

El diseño 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 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.

El mantenimiento de la estructura de soporte se regirá por las siguientes operaciones:

- Comprobación del estado de los motores de CC de accionamiento y de los cojinetes de giro.
- Comprobación de la firmeza de todos los tornillos y, en caso necesario, reapriete aplicando los pares de giro especificados en las instrucciones de montaje.
- Comprobación del cincado de la estructura y, en caso necesario, imprimación de una nueva de capa de cincado mediante aplicación in situ.

4.1.3. Cimentación de los Seguidores

Siempre que sea posible, y los resultados del Estudio Geotécnico a realizar así lo aconsejen, se plantea un anclaje de la estructura metálica al terreno mediante hincas metálicas. Estas cimentaciones serán iguales o muy similares entre ellas y seguirán las dimensiones y requerimientos recomendados por el fabricante.

Las hincas estarán separadas a una distancia constante entre ellas, se instala por hincado directo sobre el terreno permitiendo su montaje sin necesidad de llevar a cabo excavaciones, hormigonado, placas de anclaje, etc.

Este tipo de cimentación exige menores nivelaciones de terreno, permite el recorte de los tiempos de ejecución de la obra y la reducción de los costes de mano de obra y materiales necesarios, frente a la cimentación de micro-pilotes a base de hormigón.

Ejecución

El hincado se efectúa con una maquina hincapostes que levanta cada unidad, la apoya de punta sobre el suelo y la fuerza por medio de la caída de una maza desde una altura prefijada, golpeando sobre la cabeza del pilote en forma repetitiva hasta enterrarla a la longitud requerida. En la cabeza del pilote se dispone una sufridera, pieza de madera que recibe directamente los golpes de la maza que golpea, para evitar que se generen fisuras en cabeza de cada tramo de perfil hincado.

En caso de daños, las cabezas de los postes se repararán en situ y se le aplicará con galvanizado en frio.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las mismas cimentaciones de los seguidores.

4.1.4. Suministro y Montaje de los Seguidores

La secuencia de montaje se establece a partir de los planos y documentación técnica del fabricante optimizado el proceso en cuanto a seguridad, método y tiempo.

La coordinación, a su nivel, con las diferentes personas involucradas en la obra se realiza atendiendo a criterios de eficacia y seguridad.

Ejecución

El montaje de la estructura se realizará de acuerdo con las indicaciones contenidas en el Plan de Montaje y siguiendo las especificaciones correspondientes del fabricante de la misma.

El material deberá transportarse y manejarse con cuidado para evitar torceduras y daños.

Todas las sales corrosivas y otros materiales extraños depositados o adheridos a la estructura con anterioridad o durante el montaje de ellas, deberán ser eliminadas, no pudiendo instalarse miembros doblados, torcidos, oxidados o dañados.

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

Cada parte de la estructura debe quedar alineada nivelada y ajustada tan pronto como sea posible una vez que haya sido montada, la ejecución de sus uniones debe realizarse inmediatamente después.

Control de Calidad

Se comprobará que las estructuras estén bien plomadas y que la trasmisión de los esfuerzos se realice conforme a los cálculos del Proyecto, para lo que se comprobará que los ángulos y ejes ejecutados coincidan con los proyectados y sus correspondientes tolerancias. Se comprobará que no existen desalineaciones que provoquen tensiones en los módulos solares.

Se comprobará el correcto anclaje de las estructuras al sistema de anclaje, asegurando la correcta colocación de los tornillos y sistemas anti-afloje según las especificaciones técnicas de la estructura.

Se comprobará la documentación de calidad de la estructura.

Se comprobará aleatoriamente el apriete de las uniones atornilladas, así como la presencia de sistemas antiafloje adecuados según las especificaciones técnicas de la estructura.

Se medirá el espesor del galvanizado según normativa vigente y especificaciones de material.

Se comprobará que no se han realizado taladros, cortes ni soldaduras que no sean necesarios para la instalación de la estructura y que no hayan sido aprobados por el Director de Obra.

Se comprobará que no hay restos de óxido.

Se comprobará la tornillería existente y que se han tomado las medidas adecuadas para que no se produzcan pares galvánicos.

Todas las comprobaciones citadas anteriormente se realizarán acorde a las especificaciones y garantías aportadas por el Contratista.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Suministro de la estructura de los seguidores y componentes relacionados en cumplimiento con el manual de instalación.
- Montaje de los seguidores: Montaje completo de la estructura mecánica, motores y equipos relacionados a los seguidores y fijación de bandeja para cableado.

4.1.5. Inversores y Centros de Transformación o Estaciones de Potencia

Para el Proyecto se han seleccionado inversores centrales que irán instalados en Estaciones de Potencia o Centros de Transformación para el incremento de la tensión de baja (BT) a media tensión (MT).

El mantenimiento del inversor no difiere especialmente de las operaciones normales en equipos electrónicos. Las averías en condiciones normales de funcionamiento son poco frecuentes y la simplicidad de los equipos reduce el mantenimiento a las siguientes operaciones:

- Observación visual general del estado y funcionamiento del inversor.
- Comprobación del cableado y conexionado de los componentes.
- Observación del funcionamiento de los indicadores ópticos.
- Limpieza de la acumulación de polvo que se pueda producir en el conducto de ventilación.

Los Centros de Transformación están formados por tres elementos independientes (inversores, transformador, y celdas de media tensión) que se proporcionan precableados para una fácil conexión entre sí.

La compacidad es la característica más relevante que permite realizar el montaje del centro en fábrica por lo que ofrece: calidad en origen, reducción del tiempo de instalación, soluciones llave en mano y posibilidad de posteriores traslados.

Debido a su concepción de centro monobloque, la instalación de estos prefabricados sólo precisa haber realizado previamente una excavación en el terreno y la posterior cimentación.

Esta solución tipo power station es más versátil, ya que presenta una plataforma metálica o skid de media tensión que integra el transformador y las celdas. Todos sus elementos están pensados para facilitar su inmediata instalación a la intemperie, gracias a lo cual se puede prescindir de envolventes del tipo contenedor.

Gracias al uso de equipos de intemperie, el acceso a los inversores y al transformador se hace de forma directa. Además, el diseño de los inversores ha sido pensado para facilitar las tareas de mantenimiento y reparación.

Cada Estación se divide en tres zonas separadas con accesos independientes:

- Zona de la Aparamenta para instalar las celdas de distribución MT.
- Zona del Transformador para instalar el transformador BT/MT.
- Zona del Inversor para instalar en su interior:

Cada Estación incluirá al menos, los siguientes componentes:

- Hasta 3 Inversor/es fotovoltaicos CC/CA.
- Transformador de potencia.
- Transformador SSAA.
- Celdas de Media Tensión (MT).

- Tableros eléctricos, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.
- Sistema SCADA.
- Transformadores toroidales para monitorización de las entradas de los inversores.
- Alumbrado.
- Tomas de corriente.
- Extintores
- Sensores antincendios.

La instalación de alumbrado, soporte de cables de MT y BT, así como la línea de puesta a tierra debe incluirse en el suministro del edificio.

Ejecución

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos de la Estación de Potencia, sin que estos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

Sus elementos constructivos son los descritos en el apartado correspondiente de la Memoria del presente Proyecto.

De acuerdo con la recomendación UNESA 1303-A, el prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

La base de la Estación de Potencia será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas, insertadas en el hormigón, que estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el bloque de potencia deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. Todas las piezas contiguas estarán unidas eléctricamente entre sí. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

Todos los elementos metálicos de la Estación de Potencia que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU.-6618-A.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Estación de Potencia: suministro y montaje de prefabricado compacto, equipado con inversores fotovoltaicos, transformador de baja a media tensión, transformador de servicios auxiliares, celdas de protección asociadas y la interconexión entre todos los elementos. Incluye su transporte y descarga.

4.2. Obra Civil

En este apartado se realiza una descripción de las diferentes partes que integran el alcance del suministro y los trabajos de movimiento de tierras y obra civil de la Planta Fotovoltaica, figurando las descripciones y las mediciones detalladas de todas las partidas que lo componen.

4.2.1. Materiales Básicos

4.2.1.1. Zahorras Artificiales

Material granular formado por áridos machacados total o parcialmente, cuya granulometría es de tipo continuo, utilizada como capa de firme, apoyo y relleno.

Los materiales que compongan la zahorra deberán cumplir todo lo estipulado en el apartado 501.2 del artículo 510 del PG3.

Ejecución de las Obras

La ejecución de las obras se ajustará al apartado 501.3 del artículo 501 del PG3.

La zahorra que se tiene previsto colocar es la denominada ZA (25) que deberá cumplir el siguiente huso granulométrico:

TAMICES UNE	25	20	10	5	2	400 mm	80 mm
CERNIDO ACUMULADO (%)	100	75-100	50-80	35-60	20-40	8-22	0-10

Para realizar el control de calidad de las zahorras artificiales y su puesta en obra deberán realizarse los siguientes ensayos:

- Ensayos granulométricos.
- Comprobación geométrica del espesor de las tongadas.
- Comprobación de módulo de reacción del material compactado. Placa de Carga (NLT 357).
- La zahorra artificial se medirá y abonará por m3 realmente ejecutados.
- No serán de abono las creces laterales, ni los consecuentes de la aplicación de la compensación de la merma de espesores de capas subyacentes.

4.2.1.2. Hormigón

Los hormigones cumplirán las c el artículo 610 del PG-3.

Composición del hormigón:

- Cemento: Todo cemento a emplear en obra habrá de cumplir cuanto se establece en el Vigente Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- Además, cumplirá la Reglamentación en vigor y Normas UNE que se reseñan en Anexo al citado R.D.776/1.997.
- Cada entrega de cemento en obra vendrá acompañada del documento de garantía de la fábrica, en el que figurará su designación, por el que se garantiza que cumplen las prescripciones relativas a las características físicas y mecánicas y a la composición química establecida.
- Agua a emplear en morteros y hormigones: En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.
- Se prohíbe expresamente el empleo de agua de mar o salina análoga para el amasado o curado del hormigón armado o pretensado, salvo estudios especiales. Si podrán utilizarse para hormigones sin armaduras. En este caso deberán utilizarse cementos MR o SR. Será utilizará el RD. 470/2021. Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas.
- Aditivos a emplear en morteros y hormigones: Productos que, incorporados al hormigón o el mortero en una proporción igual o menor del 5% del peso del cemento, antes del amasado, durante el mismo y/o posteriormente en el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido. La designación de los aditivos se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:2002. Será de aplicación todo lo prescrito en el apartado 281.4 del artículo 281 del PG-3. La unidad terminada cumplirá los requisitos contenidos en la UNE EN 934-2:2002. El control de recepción de los aditivos se llevará a cabo según se especifica en el apartado 281.7 del artículo 281 del PG-3.
- Adiciones a emplear en hormigones: Materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle características especiales. Solo se utilizarán como adiciones al hormigón, en el momento de su fabricación, el humo de sílice y las cenizas volantes, estando éstas últimas prohibidas en el hormigón pretensado. El suministrador de la adición la identificará y garantizará documentalmente el cumplimiento de las características especificadas, según que la adición empleada sea ceniza volante o humo de sílice.
- Las cenizas volantes no podrán contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Además, deberán cumplir las especificaciones de acuerdo con la UNE EN 450-1:2006+A1:2008. El humo de sílice no podrá contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Los resultados de los análisis y de los ensayos previos estarán a disposición de la Dirección Facultativa. Se podrán utilizar cenizas volantes o humo de sílice como adición en el momento de la fabricación del hormigón, únicamente cuando se utilice cemento tipo CEM I. No se utilizará ningún tipo de adición sin la

aprobación previa y expresa de la Dirección Facultativa, quien exigirá la presentación de ensayos previos favorables. Para la utilización de las cenizas volantes y el humo de sílice además se seguirán las indicaciones de la UNE 83414:1990 EX y UNE 83460:1994 EX.

- Características: Las características mecánicas de los hormigones empleados en estructuras cumplirán las condiciones impuestas en el RD. 470/2021..
- Dosificación del hormigón: El Contratista realizará ensayos previos en laboratorio para establecer la dosificación, con objeto de conseguir que el hormigón resultante cumpla con las condiciones que se le exigen en el RD. 470/2021. a menos que pueda acreditar documentalmente que los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos pueda conseguir un hormigón que posea las condiciones exigidas. En el caso de existencia de sulfatos, el cemento poseerá la característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la UNE 80303:96, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o igual o mayor que 3000 mg/kg en el caso de suelos.

Medición y Abono

La medición de los hormigones en general tendrá lugar por m3, m2 o m según resulte más conveniente a la definición de la unidad. Se calculará exactamente por procedimientos geométricos, junto con las modificaciones que hubiera podido autorizar la Dirección de Obra durante la construcción.

Los volúmenes de hormigón originados por exceso de excavación no serán de abono excepto si hubieran sido previamente autorizados por la Dirección de Obra sobreexcavaciones correspondientes o si corresponden a desprendimientos, no imputables al Contratista. En este último caso el hormigón empleado en su relleno se abonaría al precio correspondiente.

Se abonará según cálculos por procedimientos geométricos, no admitiéndose ningún exceso de medición sobre dichas secciones, salvo aprobación expresa y por escrito de la Dirección de Obra.

Se encuentra incluido en el precio cualquier aditivo necesario para la elaboración del mismo.

4.2.1.3. Armaduras de Acero

Conjunto de barras que se colocarán en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido. En todos los casos se emplearán barras B500S.

Lo materiales se ajustarán a lo prescrito en el Artículo 600 del PG-3 para un límite elástico de 5.000 Kp/cm2, así como a las modificaciones del mismo en su nueva redacción de la O.M. de 21 de enero de 1988, y en el RD. 470/2021.

Ejecución

La forma y dimensiones de las armaduras se calculará por procedimientos geométricos. Si se realizase alguna modificación en los empalmes o solapes de algunas barras, su distribución se hará de forma que el número de empalmes o solapes sea mínimo, debiendo el Contratista, en cualquier caso, someter a la aprobación del Director de Obra los correspondientes esquemas de despiece.

La Dirección de obra examinará la armadura y dará su aprobación por escrito, antes de que se produzca el hormigonado.

Los tipos de acero empleados en la obra son, con arreglo a la nomenclatura de el RD. 470/2021 B 500 S en barras corrugadas.

Cuando las mediciones realizadas superen los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono los excesos resultantes salvo autorización previa de la Dirección de Obra. En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas.

Las armaduras deben llevar grabadas las marcas de identificación definidas en el RD. 470/2021.

El Contratista deberá aportar certificado del suministrador de cada partida que llegue a obra, en los que se garanticen las características del material.

Medición y Abono

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán según cálculos geométricos.

El precio incluye el suministro del acero hasta la obra, el ferrallado y la colocación.

El abono de las mermas, despuntes y empalmes no definidos se considerará incluido en el del kg de armadura.

4.2.2. Equipos y Maquinaria

Los equipos y maquinaria deberán estar ubicados en zonas donde menos alteren y molesten las condiciones medio ambientales.

Los equipos y maquinaria deberán estar en perfectas condiciones, debiendo tener perdidas o producir vertidos de aceites o grasas.

En los casos en los que los condicionantes medio ambientales impuestos por la Administración Ambiental competente lo requiera, los equipos y maquinaria deberán llevar silenciadores.

La maquinaria de desbroce estará dotada de extintores al objeto de sofocar de forma inmediata cualquier conato de incendio que pudiera provocarse al saltar una chispa durante el desbroce.

4.2.2.1. Compactador

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave.

La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos.

El rodillo metálico del compactador vibratorio tendrá una carga estática sobre la generatriz no inferior a trescientos newtons por centímetro (300 N/cm) y será capaz de alcanzar una masa de al menos quince toneladas (15 t), con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas.

Los compactadores con rodillos metálicos no presentarán surcos ni irregularidades en ellos. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de la marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape entre las huellas delanteras y las traseras.

4.2.2.2. Camión Cisterna

La cisterna del camión tendrá una capacidad mínima de 10.000 l de agua, y llevará acoplado un sistema para el reparto homogéneo del agua en superficie para los procesos de compactación.

4.2.2.3. Motoniveladora

Tendrá una potencia mínima de 100 CV, y una pala con ancho mínimo de 2,5 m y un alto mínimo de 0,6 m.

4.2.2.4. Retroexcavadora

La retroexcavadora llevará cazos de limpieza y de cuchillas, de diferentes dimensiones según las necesidades del Proyecto. Tendrá una potencia mínima de 100 CV.

4.2.2.5. Pala Cargadora

La pala cargadora deberá disponer de una pala de excavación de tierras y de una pala para material ligero. La anchura mínima de las palas será de 2,5 m.

4.2.2.6. Camión

Se usará un camión basculante 4x4, con una capacidad mínima de carga de 14 tm.

4.2.2.7. Cuba de Transporte de Hormigón

La cuba de transporte del hormigón deberá ser móvil, permitiendo los movimientos de rotación para amasar el hormigón.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido.

Los camiones deberán disponer de los materiales para realizar la prueba de consistencia del hormigón mediante el cono de Abrams.

Deberán de disponer de los adecuados sistemas para el control de distribución del hormigón.

4.2.2.8. Bombas de Achique

Deberá haber un número no inferior a 3 dentro del recinto de las obras, de las cuales una se dejará como bomba de reserva. Las bombas deberán poder sumergirse en agua.

4.2.2.9. Inclinómetros

Los inclinómetros (uno para pendiente y otro para peralte) que permiten la medición automática de los valores de pendientes, bombeos y peraltes, deben disponer de una resolución de 0,05º.

4.2.3. Implantación en Obra

Este apartado comprende la totalidad de los trabajos preparatorios, obras auxiliares y accesos necesarios para la ejecución de los trabajos objeto del Contrato, incluyendo el mantenimiento de dichas instalaciones y accesos hasta la recepción de la obra. Incluye también las previsiones que han de tomarse para la preservación y restauración del medio ambiente local, durante y hasta la recepción de los trabajos.

Ejecución

Obras Preparatorias:

El Contratista ejecutará los siguientes trabajos preparatorios, de acuerdo con el programa de trabajo:

- Suministro y transporte al lugar del equipo principal de construcción y de todas las herramientas y utensilios requeridos.
- El Contratista instalará, a su cargo, las casetas de obra necesarias para su personal, incluidos aseos necesarios, duchas, talleres, almacenes y demás instalaciones para la construcción.
- Acondicionamiento de áreas de almacenamiento de materiales, áreas de estacionamiento y áreas de disposición de desperdicios.
- Equipamiento de las instalaciones provisionales con sus correspondientes servicios de agua potable, instalaciones sanitarias, depuración de aguas negras, instalaciones eléctricas, comunicaciones y demás.
- Retirada de equipos del lugar de trabajo una vez terminada la totalidad de la obra.
- Demolición de las obras preparatorias y no permanentes que indique la Dirección de las Obras, retirada de los materiales resultantes y restauración del paisaje natural.
- El Contratista deberá someter a la Dirección de Obra, para su aprobación, los posibles sitios de ubicación de las instalaciones provisionales con sus correspondientes planos detallados, programa de instalación, etc. Asimismo, deberá presentar los esquemas de funcionamiento de las plantas con indicación de sus eficiencias y capacidades.
- El Contratista deberá suministra a la Dirección de Obra cualquier plano o información adicional que ésta considere necesarios con relación a las instalaciones y obras provisionales.
- El Contratista deberá garantizar la calidad del agua potable, para lo cual procederá mensualmente o cuando la Dirección de Obra lo juzgue conveniente, a efectuar el análisis bacteriológico y químico del agua potable. En caso de no ser satisfactorio el resultado del análisis procederá a revisar las instalaciones y el tratamiento dado al agua y a realizar nuevos análisis, hasta la obtención de una calidad de agua adecuada.
- El Contratista será responsable del suministro de energía, así como de la instalación y mantenimiento del sistema de comunicaciones.

- Las instalaciones provisionales de obra serán mantenidas en perfecto estado de limpieza a lo largo de la duración de las obras. Si el contratista no cumpliera finalmente en este punto, la Propiedad puede decidir realizarlo por sus medios, propios o ajenos, deduciendo las cantidades incurridas de la siguiente certificación y facturación del contratista.
- Los desechos provenientes de las instalaciones anteriormente descritas deberán ser dispuestos en las áreas de vertedero aprobadas por la Dirección de Obra.

Carreteras y Accesos:

- El Contratista deberá construir y mantener aquellas vías de acceso e interiores necesarias para la realización de las obras cuyo trazado y características de sección deberán ser sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra.
- La construcción de estas obras no afectará al normal nivel de servicio de las carreteras y caminos de la zona. Así mismo el Contratista será responsable de la reparación de los daños que como consecuencia de las obras se produzcan en aquellas.

Equipos:

- El Contratista realizará el suministro, transporte e instalación en las áreas aprobadas, de todo el equipo, herramientas y utensilios requeridos para la ejecución de los trabajos estipulados en el contrato. Al finalizar la obra retirará a su cargo el equipo utilizado.

Derecho de paso:

- El Contratista proveerá de paso continuo y seguro a las personas y vehículos que utilicen los caminos y vías de comunicación afectados por las obras.
- Se tomarán las medidas necesarias para evitar accidentes, empleando señales adecuadas y a satisfacción de la Dirección de Obra y de acuerdo con el plan diseñado por el Coordinador de Seguridad y Salud de las Obras.

Reparación de daños:

- Durante el período de construcción el Contratista podrá utilizar las áreas de trabajo aprobadas, carreteras y áreas de estacionamiento existentes y las que él construya, con la condición de que repare, tanto durante el desarrollo de la obra, como al finalizar ésta, los daños que se ocasionen en dichas carreteras, obras anexas y en propiedades privadas, de tal manera que queden a satisfacción de la Dirección de Obra.

Demolición de obras temporales:

- El Contratista al finalizar la obra, deberá demoler las obras temporales que la Dirección de Obra crea innecesarias y retirar todos los materiales resultantes a los lugares de deshecho o al lugar que indique ésta.

Medición y Abono

Los trabajos incluidos en este apartado no serán, en general, de abono, excepto cuando así lo estipulen otros apartados del Pliego o el Presupuesto. Estos gastos necesarios se

consideran incluidos en los precios de las distintas unidades de obra, dentro del porcentaje de costes indirectos y adicionales.

4.2.4. Verificación y Replanteo

Este trabajo de replanteo consiste en el conjunto de operaciones que es preciso efectuar para trasladar al terreno los datos expresados en los Planos que definen la obra, y se realizará según se especifica en el presente Pliego.

Ejecución

El replanteo se hará en una o varias veces y siempre de acuerdo con los datos del Proyecto y según instrucciones dadas por la Propiedad. El replanteo deberá hacerse una vez limpia la zona de actuación.

El Contratista está obligado, además, a suministrar todos los útiles y elementos auxiliares necesarios para este replanteo, con inclusión de los clavos y estacas. También correrá de su cuenta el personal necesario para las mismas. El Constructor vigilará, conservará y responderá de las estacas o señales, haciéndose directamente responsable de cualquier desaparición o modificación de estos elementos, una vez aprobado el replanteo por la Propiedad.

Se determinará por cuenta del Contratista los perfiles del terreno que sean necesarios para obtener exactamente la cantidad de tierras a desmontar o a rellenar, marcándose las alineaciones y rasantes en los puntos necesarios para que, con auxilio de los Planos de detalle, pueda el Constructor realizar los trabajos con arreglo a los mismos.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Trabajos relativos a la topografía en obra: replanteo del movimiento de tierras, replanteo de edificaciones, replanteo de estructura soporte de los módulos fotovoltaicos, viales, canalizaciones, etc.

4.2.5. Despeje y Desbroce del Terreno

Incluye operaciones de deforestación (eliminación de plantas, tocones de árboles y arbustos con sus raíces, cepas, broza, escombros, basuras, etc.), retirada de la capa superficial de las tierras y carga, transporte y descarga en vertedero o lugar de empleo de los materiales sobrantes.

Los vertederos tendrán que ser autorizados expresamente por la Dirección Facultativa, así como por los organismos medioambientales competentes que se vean afectados por el mismo.

Ejecución

El desbroce se ejecutará con medios mecánicos mediante motoniveladora, tractor con orugas (con bulldozer y ripper) y pala cargadora con ruedas. Para el transporte a vertedero, del material que no se incorpore como tierra vegetal, se usará camión con caja basculante.

El Contratista dispondrá las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando dichos elementos resulten dañados por el Contratista, este los reemplazará con la aprobación de la Dirección Facultativa, sin costo para la Propiedad.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, se manejarán de forma adecuada y se almacenarán a disposición de la Administración cuidadosamente separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados.

La retirada de la capa de tierra vegetal en terrenos a ocupar por las obras constituye una medida fundamental en el establecimiento posterior de la vegetación, ya que dicha capa tiene incorporados nutrientes y semillas y es apta para soportar el crecimiento de las especies.

La extracción de la capa superficial de tierra vegetal de los suelos durante los movimientos de tierra se realizará en los lugares previstos, debiendo extraerse un espesor de unos 20 cm en función de la profundidad de esta capa.

Se manipulará la tierra cuando posea un contenido de humedad inferior al 75%, evitando siempre los días de lluvia a fin de prevenir su compactación.

Se separará la capa horizonte A o capa vegetal y horizontes subsuperficiales para que no se diluyan las cualidades de las más fértiles al mezclarse con otras con peores cualidades.

Se evitará el paso de maquinaria sobre los terrenos en que se proyecta la retirada de suelo a fin de evitar su deterioro debido a una compactación excesiva y pérdida de su estructura.

El suelo retirado será almacenado en lugar adecuado del entorno de las obras, tal como las márgenes de las superficies dedicadas a instalaciones auxiliares o en otros terrenos adecuados para su correcta conservación.

Deberán ser lo más llanos posible por razones de estabilidad y para evitar la desaparición de nutrientes, que pueden ser arrastrados por las aguas de escorrentía, y estar suficientemente drenado para no generar un ambiente reductor.

Antes de iniciar la operación de creación de los acopios, se comunicará y recabará la aprobación de la Dirección de Obra acerca de su localización y forma de realización.

Los acopios se realizarán en caballones longitudinales, de sección trapezoidal, unos 30 cm de espesor y no más de 1,5 m de altura. Se eliminarán las concavidades en la parte superior para evitar la entrada de agua de lluvia. No se compactará y se mantendrán libres de objetos extraños.

Control y Criterios de Aceptación y Rechazo

- Control de Ejecución: Dadas las características de las operaciones, el control se efectuará mediante inspección visual.
- Control Geométrico: Una vez ejecutada la unidad de obra de despeje y desbroce se realizará la medición de la superficie resultante con el fin de no duplicar en ningún punto el volumen de desbroce como excavación de la explanación.

Las irregularidades deberán ser corregidas por el Contratista. Serán a su cargo, asimismo, los posibles daños al sobrepasar el área señalada.

Medición y Abono

La unidad de despeje y desbroce, incluyendo las demoliciones necesarias, se medirá en m² medidos en proyección horizontal.

El precio incluye la limpieza y el destoconado del terreno, incluso la protección de los árboles y arbustos que deban ser protegidos, así como de los que tengan que ser trasplantados a juicio de la Dirección Facultativa, la carga, transporte a vertedero y descarga en el mismo de todos los materiales procedentes de las demoliciones y desbroce del terreno y la obtención de los permisos necesarios para el vertido del material en los vertederos autorizados. Si existen vertederos propios o acuerdos con canteras con un canon de vertido nulo, en el precio está incluido el canon de vertido si fuese necesario. Se incluyen así todos los medios, materiales, maquinaria, mano de obra y operaciones necesarias para la correcta, completa y rápida ejecución de esta unidad de obra.

Será por cuenta del Contratista la ejecución de las pistas de acceso a los tajos, el mantenimiento de los mismos, la humectación y, una vez finalizados los trabajos la remoción de los terrenos y la completa restitución de la superficie afectada a su estado inicial.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Retirada de capa de tierra vegetal realizada con medios mecánicos, con extendido de productos dentro de la propia parcela y en las zonas habilitadas para ello, incluso parte proporcional de ayuda manual y medios auxiliares (criterios constructivos según NTE-ADE-1).

4.2.6. Excavación

Estos trabajos incluyen todas las operaciones necesarias para la excavación de las zonas afectadas por las obras, bien sea en los desmontes, en el área de apoyo de los terraplenes donde existan materiales que sea necesario eliminar o en los préstamos que sean precisos para la elección de las tierras y con arreglo posterior de su superficie, una vez terminada su explotación.

Se denominan «préstamos previstos» aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos indicados en el Proyecto o dispuestos por la Administración, en los que el Contratista queda exento de la obligación y responsabilidad de obtener la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones. Se denominan "préstamos autorizados" aquellos que

proceden de las excavaciones de préstamos seleccionados por el Contratista y autorizados por el Director de Obra, siendo responsabilidad del Contratista la obtención de la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones.

Son de aplicación todas las recomendaciones y exigencias recogidas en el artículo 320 del PG3.

Ejecución de las Obras

Una vez terminadas las operaciones de excavación de la tierra vegetal, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en el Proyecto, y a lo que sobre el particular ordene el Director de Obra. El Contratista deberá comunicar con suficiente antelación al Director de Obra el comienzo de cualquier excavación, y el sistema de ejecución previsto, para obtener la aprobación del mismo.

Se cumplirá, en todo caso, con lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Drenaje:

- Durante las diversas etapas de construcción, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje y las cunetas, y demás elementos de desagüe, se dispondrán de modo que no se produzca erosión en los taludes.

Tierra vegetal:

- La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá de acuerdo con lo que, al respecto, se señale en el Proyecto y con lo que especifique el Director de Obra, en concreto, en cuanto a la extensión y profundidad que debe ser retirada. Se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el Director de Obra o indique el Proyecto.
- La tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados. La retirada, acopio y disposición de la tierra vegetal se realizará cumpliendo las prescripciones del artículo 320 del PG- 3 y el lugar de acopio deberá ser aprobado por el Director de Obra.

Empleo de los productos de excavación:

- Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Proyecto. No se desechará ningún material excavado sin previa autorización del Director de Obra.
- Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de taludes, canalizaciones de agua, defensas contra la posible erosión, o en cualquier otro uso que señale el Director de Obra.

- Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por el Director de Obra a propuesta del Contratista, quien deberá obtener a su costa los oportunos permisos y facilitar copia de los mismos al Director de Obra.

Préstamos y caballones:

- Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará al Director de Obra, con suficiente antelación, la apertura de los citados préstamos, a fin de que se pueda medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado y, en el caso de préstamos autorizados, realizar los oportunos ensayos para su aprobación, si procede.
- No se tomarán préstamos en la zona de apoyo de la obra, ni se sustituirán los terrenos de apoyo de la obra por materiales admisibles de peores características o que empeoren la capacidad portante de la superficie de apoyo.
- Se tomarán perfiles, con cotas y mediciones, de la superficie de la zona de préstamo después del desbroce y, asimismo, después de la excavación. El Contratista no excavará más allá de las dimensiones y cotas establecidas.
- Los préstamos deberán excavarse disponiendo las oportunas medidas de drenaje que impidan que se pueda acumular agua en ellos. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que el Director de Obra ordene al respecto.
- Los taludes de los préstamos deberán ser estables, y una vez terminada su explotación, se acondicionarán de forma que no dañen el aspecto general del paisaje. No deberán ser visibles desde cualquier punto con especial impacto paisajístico negativo, debiéndose cumplir la normativa existente respecto a su posible impacto ambiental.
- El material vertido en caballones no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.
- Cuando tras la excavación de la explanación aparezca suelo inadecuado en los taludes o en la explanada, el Director de Obra podrá requerir del Contratista que retire esos materiales y los substituya por material de relleno apropiado. Antes y después de la excavación y del colocado de este relleno se tomarán perfiles transversales.

Taludes:

- La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.
- Las zanjas que, de acuerdo con el Proyecto, deban ser ejecutadas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente. Asimismo, se tendrá especial cuidado en limitar la longitud de la zanja abierta al mismo tiempo, a efectos de disminuir los efectos antes citados.
- Se procurará dar un aspecto a las superficies finales de los taludes, tanto si se recubren con tierra vegetal como si no, que armonice en lo posible con el paisaje natural existente.

En el caso de emplear gunita, se le añadirán colorantes a efectos de que su acabado armonice con el terreno circundante.

- La transición de desmonte a terraplén se realizará de forma gradual, ajustando y suavizando las pendientes, y adoptándose las medidas de drenaje necesarias para evitar aporte de agua a la base del terraplén.
- En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Director de Obra. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones del Director de Obra, el Contratista será responsable de los daños y sobrecostos ocasionados.

Tolerancias de ejecución en las excavaciones:

- En las explanadas excavadas para la implantación de caminos se tolerarán diferencias de cota de hasta +10 cm y -15 cm para las excavaciones realizadas en roca y en ±5 cm para las realizadas en tierra, teniendo que quedar la superficie perfectamente saneada.
- Estas tolerancias son de ejecución, sin que las variaciones sobre el perfil teórico sean objeto de abono independiente.
- Se deberá cumplir el PG-3 y se exigirán las tolerancias del PG-3.

Medición y Abono

En el caso de desmonte, la excavación se medirá y abonará por m^3 medidos sobre los perfiles teóricos de la explanación señalados en el proyecto.

En el precio se incluyen los procesos de formación de los posibles caballones, el pago de cánones de ocupación, y todas las operaciones necesarias y costos asociados para la completa ejecución de la unidad. Así mismo también se incluye el perfilado de taludes, salvo que esté expresamente incluido en otra unidad y sólo para las mediciones presupuestadas.

Los préstamos no se medirán en origen, ya que su ubicación se deducirá de los correspondientes perfiles de terraplén.

Las medidas especiales para la protección superficial del talud se medirán y abonarán siguiendo el criterio establecido en el Proyecto para las unidades respectivas.

No serán de abono los excesos de excavación sobre las secciones definidas en los Planos del Proyecto, o las ordenes escritas del Director de Obra, ni los rellenos compactados que fueran precisos para reconstruir la sección ordenada o proyectada.

El Director de Obra podrá obligar al Contratista a rellenar las sobreexcavaciones, realizadas, con las especificaciones que aquel estime oportuno, no siendo esta operación de abono.

Todas las excavaciones se medirán una vez realizadas y antes de que sobre ellos se efectúe ningún tipo de relleno. En el caso de que el contratista cerrase la excavación antes de

conformada la medición se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine la Dirección de obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Excavación para cimentación de centros de transformación, con forma cajeada, incluso perfilado del mismo, con extendido de productos dentro de la propia parcela y en las zonas habilitadas para ello.

4.2.7. Terraplén y Rellenos Auxiliares

Salvo prescripción será de aplicación lo estipulado en el artículo 330 del P.P.T.G. PG3.

No se permitirá la ejecución de cimentaciones en terraplenes que no estén considerados como relleno estructural.

Esta actividad consiste en la extensión y compactación, por tongadas, de los materiales cuyas características se definen en el presente Pliego.

Materiales

La procedencia de los materiales no liberará en ningún caso al Contratista de la obligación de que estos cumplan las condiciones que se especifican en este Pliego, condiciones que habrán de comprobarse siempre, mediante los ensayos correspondientes.

La Propiedad no asume la responsabilidad de asegurar que el Contratista encuentre en el lugar de las obras los materiales adecuados en cantidad suficiente para las mismas, en el momento de su ejecución.

Los materiales procederán exclusivamente de los lugares propuestos por el Contratista, y que hayan sido previamente aprobados por la Propiedad.

La Propiedad dispondrá de 15 días de plazo para aceptar o rehusar los materiales y/o lugares de extracción. Este plazo, se contará a partir del momento en que el Contratista haya realizado y enviado muestras y ensayos donde se demuestre que los materiales cumplen como mínimo lo establecido en el Pliego PG3.

El Contratista estará obligado a eliminar, a su costa, los materiales que aparezcan durante los trabajos de explotación de las canteras, graveras o depósitos, previamente autorizados por la Propiedad, cuya calidad sea inferior a lo exigido en cada caso.

Los materiales a emplear en terraplenes y en la formación de rellenos estructurales serán suelos o materiales locales, que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra o de los préstamos que autorice previamente la Propiedad.

Las condiciones que deben cumplir los suelos serán las especificadas en el Art. 330 del PG3.

El material marginal o inadecuado, no podrá utilizarse en ninguna parte de la obra.

Ejecución

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén:

- Tras el desbroce, se procederá a la excavación y extracción del terreno natural en la extensión y profundidad especificada en el Proyecto.
- Una vez alcanzada la cota de terreno sobre la que finalmente se apoyará el terraplén o el relleno estructural, se llevará a cabo una escarificación con la profundidad que estipule el Proyecto o la Propiedad, no debiendo ser la profundidad afectada inferior a 15 cm ni superior a 30 cm en ningún caso.
- Posteriormente se compactarán los materiales escarificados, con arreglo a lo especificado en este apartado, alcanzándose una densidad igual a la exigible en la zona de obra de que se trate.
- La escarificación, y su correspondiente compactación, no serán objeto de abono independiente, considerándose incluidas en la unidad de la ejecución de la capa de obra inmediatamente superior.

Extensión de las tongadas:

- Se emplearán los materiales que se definen en este Pliego, que serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada final. El espesor de las tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Dicho espesor, en general y salvo especificación en contrario por parte de la Propiedad o del Proyecto, será de 30 cm. En todo caso, el espesor de las tongadas será de 3/2 del tamaño máximo del material a utilizar. El extendido se programará y realizará de tal forma que los materiales de cada tongada sean de características uniformes y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello.
- Los fragmentos de roca o de bolos, tendrán un tamaño máximo de 30 cm y quedarán totalmente rodeados de material fino, tomándose todas las precauciones necesarias para impedir que existan huecos que puedan ser rellenados a lo largo de la vida de los terraplenes, por el producto de descomposición de la roca.
- No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple con las condiciones exigidas y sea autorizada su extensión por parte de la Propiedad.
- Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al 4%, para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos.
- En rellenos de más de 5 m de altura, y en todos aquellos casos en que sea previsible una fuerte erosión de la superficie exterior del relleno, se procederá a la construcción de caballones de tierra en los bordes de las tongadas que, ayudados por la correspondiente pendiente longitudinal, lleven las aguas hasta bajantes dispuestas para controlar las aguas de escorrentía.

- Se procederá asimismo a la adopción de las medidas protectoras del entorno, previstas en el Proyecto o indicadas por la Propiedad, frente a la acción, erosiva o sedimentaria, del agua de escorrentía.
- La dirección de las pendientes y las zonas de desagüe deberán ser sometidas a la aprobación de la Propiedad.
- Deberá conseguirse que todo el perfil del terraplén o relleno estructural quede debidamente compactado, para lo cual se podrá dar un sobreancho a la tongada que se vierte del orden de un 1 m que permita posteriormente el acercamiento del compactador al borde, y después de la compactación, recortar el talud.
- En todo caso no serán de abono estos sobreanchos.

Humectación o desecación:

- En el caso de que sea preciso añadir agua para conseguir el grado de compactación previsto, se efectuará la operación humectando uniformemente los materiales, bien en las zonas de procedencia (canteras o préstamos), bien en los acopios intermedios o bien en la tongada, disponiendo los sistemas y controles adecuados para garantizar la uniformidad de la humectación.
- Todas las operaciones precisas para conseguir la humedad adecuada están comprendidas en la unidad de obra correspondiente.

Compactación:

- Conseguida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.
- Las densidades mínimas de los terraplenes y rellenos estructurales estarán en función de su ubicación.
- Para terraplenes será del 95% del Proctor Modificado en el núcleo y del 100% en coronación, salvo indicación expresa en los Planos.
- Los equipos de compactación deberán ser aprobados previamente por la Propiedad, la cual fijará las condiciones de utilización del equipo, con indicación específica del número mínimo de compactadores autorizados que debe utilizarse continuamente durante la ejecución de terraplenes, en función de los metros cúbicos de material extendido por hora.
- En las zonas en las que, por su poca extensión, pendiente, proximidad de obras de fábrica, etc., no pueda utilizarse el equipo autorizado, se efectuará la compactación por medio de pisones manuales, neumáticos o vibratorios, hasta alcanzar el grado de compactación requerido.
- El Contratista será responsable de la conservación de la estabilidad de los terraplenes hasta su recepción definitiva y deberá sustituir cualquier parte de la obra que se haya descompactado, desplazado o deteriorado por negligencia o falta de cuidado imputables a él y también cuando los daños sean debidos a causas naturales previsibles, como precipitaciones atmosféricas o a otras causas que sean evitables y no se puedan atribuir a movimientos del subsuelo.

Los terraplenes se terminarán con terreno adecuado en las siguientes condiciones:

- En las zonas en que el terreno natural sea de tipo tolerable S/G PG3, se terminará la explanada con una capa superficial de 60 cm de suelo adecuado procedente de préstamo o del sobrante de la propia obra. El extendido y compactado se realizará en dos tongadas.
- En las zonas en que el terreno natural sea de tipo adecuado o seleccionado S/G PG3 y tenga el espesor mínimo que indica el PG3 para constituir una plataforma tipo E1, en principio no sería necesario el aporte de tierras de préstamo. Sin embargo, para la colocación de la red de tierras se ejecutará una excavación en zanja de 60 cm de espesor, y posteriormente se realizará el relleno de esos 60 cm con terreno adecuado, extendido y compactado en dos tongadas.
- De cualquier infracción a lo dispuesto en los anteriores párrafos será único responsable el Contratista, con obligación de retirar las tierras indebidamente utilizadas o depositadas si la Propiedad lo estime necesario.

Medición y Abono

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Se medirá y abonará por m³ deducidos a partir de las secciones o anchos teóricos en planta más los excesos inevitables, autorizados por el Director de Obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Subbase de calzada con suelo seleccionado, extendida, nivelada y compactada con rodillo autopropulsado vibrante.

4.2.8. Viales

La red principal de viales presentará un ancho mínimo de 4 m e interconectará los Centros de Transformación o Estaciones de Potencia con el Centro de Seccionamiento de la Planta.

Estarán compuestos por una subbase de suelo seleccionado compactado al 95% PM con un mínimo de 0,10 m de espesor y una base de zahorra natural de 0,20 m de espesor compactada al 95% PM.

Se define en Planos las características del trazado y todos los parámetros que le afectan.

Las calidades y características de los materiales a emplear en ejecución de los accesos vienen definidos en el apartado 4.2.1 (Materiales Básicos) del presente Pliego.

Ejecución

Los terraplenes y las excavaciones se harán de acuerdo a lo especificado en los apartados correspondientes: apartados 4.2.6 y 4.2.7.

Se procederá al extendido de las tongadas con los espesores necesarios, de cara a conseguir el espesor final indicado, con las tolerancias que le sean aceptables según el PG3 vigente y no presentando desviaciones sobre las cotas definitivas mayores de 3 cm, para lo cual

se nivelará, previamente a la extensión, cada 10 m, comprobándose posteriormente las cotas obtenidas, en los mismos puntos. Todos estos trabajos se realizarán durante la fase de Movimiento de Tierras.

Posteriormente, durante la fase de Obra Civil, se ejecutarán el resto de los paquetes que forman el firme, de forma que se extenderá una capa de zahorra artificial, de 5 cm de espesor, compactada.

Una vez conseguida la humectación conveniente, deducida de los pertinentes ensayos, se procederá a la compactación.

Medición

Tanto el desmonte como el terraplén necesario para la ejecución del vial, que comprende la fase de Movimiento de Tierras, se medirán por m³ totalmente acabado.

La capa de zahorra artificial, que comprende la fase de Movimiento de Tierras, se medirá por m^2 totalmente acabada.

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra, y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Base de zahorra artificial en viales: extendida, nivelada y compactada con rodillo autopropulsado vibrante.
- Acondicionamiento de vial de acceso al finalizar la obra. Reparando de posibles daños tras el paso de transportes pesados.

4.2.9. Accesos

Los accesos que se deben identificar luego de finalizar las obras son los siguientes:

Acceso De Personas

- Donde se instale el centro de transformación intemperie será accesible al personal de la empresa distribuidora de modo que el personal de la empresa distribuidora tenga acceso inmediato y permanente al mismo.
- Acceso a la instalación fotovoltaica.
- Accesos a los accidentes hidrográficos presentes en el emplazamiento siendo estos nunca cerrados con la valla de la instalación para permitir el acceso siempre a las autoridades competentes.

Identificación 3: Acceso De Materiales

- El acceso para materiales se efectuará desde la vía pública y de tal manera que un camión grúa pueda descargar un transformador en la puerta del centro.

- Este acceso quedará permanentemente libre para vehículos permitiendo en todo momento el fácil manejo de los materiales.

- Cuando el centro esté situado por debajo del nivel de la vía pública, el acceso de los materiales se realizará mediante tapas. El espacio libre sobre la abertura no será inferior a 3 m y en sus inmediaciones podrán maniobrar libremente los camiones grúa que transporten los transformadores.

- Cuando los pasillos de acceso transcurran sobre forjados resistentes, las características de éstos serán tales, que al discurrir sobre ellos los transformadores no se creen deformaciones mayores a las producidas por las sobrecargas de uso para las que han sido proyectadas.

Acceso de las canalizaciones de M.T. y B.T.

- El emplazamiento del centro será tal, que permita el acceso de las canalizaciones de M.T. y B.T. discurriendo siempre que sea posible por zonas de dominio público, debiendo establecerse las correspondientes servidumbres de paso en aquellos casos en que la solución técnica más adecuada requiera o exija el paso por propiedad privada.

- La entrada de las canalizaciones de M.T. y B.T. a los centros, se realizará mediante tubos que atraviesen los muros, zapatas, muros de cimientos etc. de las edificaciones. Los tubos serán de diámetro no inferior a 1,6 veces el diámetro del cable o haz de cables y nunca menor de 15 cm. Una vez instalados los cables, estos tubos, incluso los de reserva quedarán convenientemente sellados para impedir la entrada de humedades en el centro.

4.2.10. Drenaje Superficial

De acuerdo a lo que disponga el Estudio Hidrológico del emplazamiento, la Planta podrá contar con un sistema de drenaje que permita evacuar, controlar, conducir y filtrar todas las aguas pluviales hacia los drenajes naturales del área ocupada por la Instalación.

El sistema de drenaje estará compuesto por una red de cunetas longitudinales en los viales de la Instalación Fotovoltaica donde se considere necesario, que captarán el agua de escorrentía y la conducirán hacía los puntos de menor cota. Se deberá asegurar que el sistema de drenaje da continuidad al drenaje natural del terreno

4.2.11. Cuneta Triangular

Se refiere esta unidad a las cunetas sin revestir incluidas en la sección transversal de desmontes y que, por tanto, se han medido en la unidad de excavación.

Ejecución

Las cunetas se perfilarán de acuerdo con las dimensiones indicadas. En caso de aprovechar una cuneta existente se procederá a su limpieza y un reperfilado de los materiales para conseguir las dimensiones y pendientes reflejadas.

La excavación se realizará, en lo posible, de aguas abajo hacia aguas arriba y, en cualquier caso, se mantendrá con la nivelación y pendiente tales que no produzca retenciones de agua ni encharcamientos.

Cuando el terreno natural en el que se realice la excavación no cumpla la condición de suelo tolerable, podrá ser necesario, a juicio de La Propiedad, colocar una capa de suelo seleccionado según lo especificado en el artículo 330, del PG-3, de más de 10 cm convenientemente nivelada y compactada.

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones. Se cuidará la terminación de las superficies.

Medición y Abono

La cuneta sin revestir ejecutada en obra se medirá por m totalmente acabado.

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra, y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Se considera incluido en la unidad, en todos los casos, la retirada de los productos sobrantes de la ejecución y su transporte a lugar de vertedero.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Formación de cuneta de tierra, taludes y transporte de productos sobrantes a vertedero.

4.2.12. Caños y Pasos Salvacunetas

Se entiende como caños, los pasos transversales bajo la calzada para el drenaje transversal. Se llevan a cabo mediante tubos de hormigón armado o vibro-prensado reforzados con hormigón en masa.

Se entiende por pasos salvacunetas, los restablecimientos de los accesos a fincas y caminos, permitiendo a la vez la circulación de las aguas por las cunetas y la facilitación para su evacuación.

Estas actividades de obra incluyen las siguientes operaciones:

- Nivelación y replanteo.
- La demolición de firmes, pavimentos y en el caso de pasos salvacunetas la demolición de los existentes.
- La excavación de la zanja.
- La cama de hormigón en asiento de la conducción.
- El refuerzo con hormigón.
- El suministro, nivelación y colocación de la tubería.
- Las pruebas sobre la funcionalidad de la conducción.
- El relleno con zahorra artificial, compactación y perfilado de la superficie resultante.

- Cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Materiales

Los tubos para los pasos salvacunetas serán de hormigón en masa, fabricados mecánicamente por vibro-prensado, de CLASE 3 según la Norma ASTM C-14-M. La resistencia característica a la compresión del hormigón no será inferior a 27.5 N/mm2 a los veintiocho días, en probeta cilíndrica. La longitud de los tubos será de 2 m.

Los tubos para los caños serán de hormigón armado de diámetro nominal 800 mm, de CLASE III según la norma ASTM C-76-M (valor mínimo de la carga de rotura por aplastamiento: 5200 Kp/cm2). Se fabricarán mecánicamente por un procedimiento que asegure una elevada compacidad del hormigón. Deberá disponer de armaduras longitudinales continuas y espiras o cercos circulares soldados. El recubrimiento de las armaduras por el hormigón será de al menos 2 cm. No se permitirán longitudes de los tubos inferiores a 2 m.

El hormigón de asiento y refuerzo de los tubos será del tipo HM-20 y sus características se regularán por lo especificado en el artículo referente a hormigones de este Pliego. El relleno posterior se realizará con zahorra artificial con las características indicadas en el artículo correspondiente de este Pliego.

Ejecución

La colocación de los tubos se realizará contrapendiente. Antes del encastre definitivo y del sellado de juntas se comprobará la correcta colocación y alineación.

Se realizará una zanja perpendicularmente a la carretera principal de acceso de dimensiones adecuadas para colocar la obra de drenaje transversal.

La ejecución de las excavaciones se adaptará a lo indicado en el artículo correspondiente a excavaciones del presente pliego.

Para la formación de la base de caños y pasos salvacunetas se preparará el terreno natural del lecho de la zanja. Posteriormente se ejecutará una cama de hormigón a todo lo ancho de la zanja para el correcto asiento de los tubos con sus juntas. Una vez preparado el asiento, se procederá a la colocación de los tubos, en sentido ascendente, con una pendiente aproximada del 0,5%, cuidando su perfecta alineación y pendiente.

Los tubos se revisarán minuciosamente, rechazando los que presenten desperfectos.

La colocación se efectuará con los medios adecuados, realizándose el descenso al fondo de la zanja mediante grúa o brazo de retroexcavadora, de ninguna manera mediante rodadura o lanzamiento, quedando totalmente prohibido el descenso manual. En todo caso se evitarán daños en los tubos por golpes o mala sujeción.

Se preverá y cuidará la inmovilidad de los tubos durante la operación de relleno. Una vez instalada la tubería se procederá a ejecutar el refuerzo de hormigón con el espesor indicado. Se deberá asegurar mediante vibrado el relleno completo del espacio comprendido entre la tubería, la solera y el talud de la zanja. El hormigón utilizado tendrá un cono de Abrams comprendido

entre 6 y 8 cm. El vertido en la zona de clave y hastiales se hará hasta conformar la especificación y se realizará con hormigón de consistencia comprendida entre 4 y 6 cm, pudiéndose picar con barra.

Una vez reforzada la tubería se iniciará el relleno con zahorra artificial por encima del refuerzo si fuera necesario, procediéndose seguidamente, a la compactación mediante plancha vibrante. Se seguirá con el relleno hasta la cota de definición con el mismo material, procediéndose mediante tongada que no excedan de 0,40 m, debiéndose obtener una compactación igual o superior al 100% del Proctor Normal según la norma NLT 107/76.

Dado que por encima de los caños deben transitar los vehículos pesados de los transportes especiales, se pondrá especial cuidado en asegurar que el recubrimiento de hormigón en masa es el indicado, independientemente del espesor de firme de hormigón en masa mencionado más arriba.

El Contratista deberá asegurarse que el extremo de desagüe no está por debajo del nivel del terreno. Si eso ocurriera, el Contratista deberá reducir la pendiente del tubo, con la autorización previa de la Propiedad.

Medición

La medición de los caños y pasos salvacunetas se realizará por m totalmente acabado, incluyendo todas las operaciones señaladas en el primer apartado de este artículo, y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Tubería de hormigón poroso, asentada sobre cama de hormigón, con ayuda de maquinaria auxiliar (grúa autocamión o pala retroexcavadora), incluso medios auxiliares y comprobación de niveles, sin incluir excavación ni relleno de grava filtrante (Criterios de diseño y montaje según CTE/DB-HS-5).

4.2.13. Badén de Hormigón

En caso de que los cauces sean muy poco pronunciados o el desnivel del terreno sea insuficiente para permitir la instalación de tubos como ODT, se recurrirá a la ejecución de vados hormigonados (HA-20), protegiendo el camino de la socavación y restituyendo el flujo natural del agua.

Los badenes son depresiones en el perfil del vial que permiten el paso de vehículos. Una desventaja del badén es que por lo general implica una reducción en la velocidad de los vehículos que pasan por dicha estructura. La mayor ventaja es que permite el paso de material de arrastre que trae el curso del agua, particularmente si este es de gran tamaño. El badén debe tener una longitud aproximadamente igual al ancho del cauce, de manera que la topografía natural se altere mínimamente.

Así mismo el perfil de la vía debe mantener una transición suave y se deben instalar señales que prevengan al conductor de la existencia de un badén para evitar el transito durante lluvias muy intensas y cuando la vía se encuentre seca, los vehículos no salten debido al cambio brusco de pendiente en los extremos del badén.

Es importante proteger el cauce aguas debajo de los mismos debido a que se puede producir erosión regresiva que termina destruyendo el camino.

Medición y Abono

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Baden de hormigón armado, incluyendo: excavación, hormigón de limpieza, armado con acero, redondos, fratasado manualmente, incluso curado. totalmente terminado.

4.2.14. Cerramiento Perimetral

Se construirá un cerramiento a lo largo de todo el perímetro de la Planta consiste en la instalación de una valla de cerramiento con malla de simple torsión para impedir el acceso no controlado de vehículos, peatones y animales.

Los detalles, la ubicación y dimensiones del cerramiento se definen en el documento de Planos de este Proyecto.

Materiales

Se instalará un cerramiento cinegético de malla metálica anudada galvanizada tipo 200-17-30 de forma que el cerramiento perimetral sea único para proteger la integridad de la planta frente a accesos no autorizados. El cerramiento tendrá una altura de 2 m y el ancho de los huecos será de 0,30 m

Los postes serán tubulares de acero galvanizado, anclados al suelo con hormigón y distanciados 3 m. La cabeza superior de los postes estará cerrada mediante un tapón de material plástico. Las pletinas para sujetar la malla a los postes de anclaje serán de acero galvanizado, previamente perforadas y soldadas al poste. Las grapas de fijación serán galvanizadas o inoxidables.

Carpintería Metálica

La carpintería de aluminio estará formada por perfiles extrusionados, de eje rectilíneo, sin alabeos ni rebabas, de espesor mínimo 1,5 mm.

Las hojas de puertas están formadas por perfiles descritos y tapado del hueco formado por chapa de aluminio de espesor mínimo 1,5 mm, no presentando alabeos, grietas ni deformaciones, y sus ejes serán rectilíneos.

Los junquillos serán de aleación de aluminio de 1 mm de espesor mínimo. Se colocarán a presión en el propio perfil y en toda su longitud.

Las uniones entre perfiles se harán por medio de escuadras interiores, unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión. Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano y sus encuentros formarán ángulo recto.

Ejecución

Comprenderán los siguientes trabajos:

- Excavación para cimientos de postes. Los hoyos se centrarán a lo largo de la línea de la valla.
- En todos los extremos se colocará poste principal de extremo, arriostrado. En los ángulos menores de 145°, se colocarán postes principales de ángulo, arriostrados. Además, en todos los cambios de alineaciones, tanto verticales como horizontales (mayores de 145°), se colocará poste principal de centro. Además, cada 2 m, como máximo se colocará un poste intermedio. Cada 42 m, como máximo, se colocará un poste principal de centro.
- En todos los postes principales, tanto de centro como de ángulo, los extremos de los alambres horizontales quedarán rígidamente fijados al poste, de forma que impida absolutamente la extracción del alambre. En los postes intermedios los alambres no tienen extremo, sino que se fijan al poste mediante atado con grapas galvanizadas o inoxidables que se fijan rígidamente a las pletinas de acero soldadas al poste.
- La malla deberá tener la misma tensión en todos los postes y no presentar zonas abombadas ni deterioradas por un montaje defectuoso.

Medición y Abono

Se medirán por metros (m) realmente ejecutados, siempre según la definición de Planos o las indicaciones de la Dirección Facultativa.

El precio incluye la excavación necesaria para el emplazamiento de los cerramientos, su cimentación, el suministro, colocación y empleo de todos los materiales, tanto para la cimentación como para los postes, mallas y la puerta de acceso, así como accesorios de atado, tensado, anclaje y arriostramiento, incluso en aquellos postes que, por razones de cambio de alineación o de interrupción de la valla, fuera necesario arriostrar de modo especial. Igualmente incluye los tratamientos anticorrosivos, y pintado, así como cualquier trabajo, maquinaria o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de estas unidades de obra.

El precio también incluye extendido "in situ" de los materiales procedentes de la excavación necesaria en cimiento de postes del cerramiento.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Cerramiento de valla perimetral para proteger la integridad de la Planta frente a accesos no autorizados. Incluida cimentación de postes.
- Puerta metálica automática, dotada de teleportero que permita su operación desde la consola de control del sistema de seguridad.

4.2.15. Excavación en Zanjas

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Las zanjas terminadas tendrán la rasante y anchura exigida en los Planos, salvo modificaciones que determine la Propiedad de modo justificado.

Ejecución de las Obras

El Contratista notificará al Director de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización del Director de Obra.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el Director de Obra autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en el Proyecto y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, el Director de Obra podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

Se vigilarán con detalle las franjas que bordean la excavación, especialmente si en su interior se realizan trabajos que exijan la presencia de personas.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene el Director de Obra.

Se tomarán las precauciones necesarias para impedir la degradación del terreno de fondo de excavación en el intervalo de tiempo que medie entre la excavación y la ejecución de la cimentación u obra de que se trate.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Durante el tiempo que permanezcan abiertos, el Contratista establecerá señales de peligro, especialmente por la noche.

En aquellos casos en que se hayan previsto excavaciones con entibación, el Contratista podrá proponer al Director de Obra efectuarlas sin ella, explicando y justificando de manera exhaustiva las razones que apoyen su propuesta. El Director de Obra podrá autorizar tal modificación, sin que ello suponga responsabilidad subsidiaria alguna. Si en el Contrato no figurasen excavaciones con entibación y el Director de Obra, por razones de seguridad, estimase conveniente que las excavaciones se ejecuten con ella, podrá ordenar al Contratista la utilización de entibaciones, sin considerarse esta operación de abono independiente.

Las entibaciones no se levantarán sin orden expresa del Director de Obra, y se elevará como mínimo 5 cm por encima de la línea del terreno o de la franja protectora.

Control

Se inicia con el control del desbroce del terreno y los trabajos de replanteo de la zanja. A continuación, se irá controlando durante la excavación, la calidad de los productos obtenidos y el acopio, o su retiro para transporte a vertedero o para préstamo según sea el caso.

Cuando se llega al fondo de la zanja, debe comprobarse la cota de fondo y los taludes; se controla la ejecución de la cama de asiento si fuese necesaria.

En último término, se controla el relleno de la zanja y la compactación de este. Se aplicará el análisis granulométrico (UNE 103102) y Proctor modificado (UNE 103501).

Medición y Abono

El precio de la excavación de la zanja está incluido en el precio de canalizaciones eléctricas, se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro, instalación, etc.

4.2.16. Canalización Eléctrica

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, en bandeja o soporte de bandeja, según se indique en la Memoria y los Planos.

4.2.16.1. Bandejas

Materiales

Para conductores aislados en bandeja sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460- 5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión.

La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de 2 m. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja.

Ejecución

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a la estructura, techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales. No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose

utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Suministro e instalación de bandeja portacables metálica.

4.2.16.2. Tubos

El tubo a emplear en las canalizaciones subterráneas será de tipo corrugado, curvable y estará fabricado con polietileno u otro material que en su composición no contenga prácticamente ninguno de los elementos siguientes: metales pesados, halógenos e hidrocarburos volátiles.

La superficie interior deberá resultar lisa al tacto, si bien se admitirán ligeras ondulaciones propias del proceso de extrusión.

La superficie exterior corrugada será uniforme y no presentará deformaciones acusadas, estando coloreada en el proceso de extrusión y no pintado por imprimación.

No se admitirán superficies con burbujas, rayas longitudinales profundas, quemaduras ni poros.

Las características mecánicas que deben cumplir los tubos son las siguientes:

- Radio de curvatura: en cada caso será especificado por el fabricante.
- Resistencia de compresión: superior a 450 N, para una deflexión del 5%.
- Resistencia al impacto según la siguiente tabla:

Dimensión Exterior del tubo (mm)	Masa del Martillo (kg) +1/0%	Altura de Caída (mm) +0/1%
De 61 a 90	5	400
De 91 a 140		570
Mayor de 140		800

En cuanto a las temperaturas de diseño de los tubos, deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Temperatura de utilización en régimen permanente: - 5ºC a 90ºC
- Temperatura de reblandecimiento VICAT: ³ 126ºC
- Los tubos serán suministrados en rollos y deberán marcarse a intervalos regulares, no superiores a 3 m, con las siguientes marcas:
- El nombre del fabricante o marca de fábrica.
- Indicación del material (PE, etc.).
- Tipo de tubo N (uso normal).
- Año de fabricación.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos

enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086-2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

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

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm.

En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

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

Ejecución de las Obras

En las operaciones de carga y descarga de los tubos se evitarán los choques, siempre perjudiciales; se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer, se evitará dejarlos rodar sobre piedras y, en general se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes de importancia.

La superficie de almacenamiento será plana. El terreno no ha de ser pantanoso ni inestable y no contendrá residuos corrosivos.

Se almacenarán los tubos, según el diámetro, en su pila respectiva, siguiendo un plan racional de almacenamiento. Se realizará lo mismo para las piezas especiales y accesorios.

Se recomienda siempre reducir al máximo el tiempo de almacenamiento, aunque sólo sea por preservar los revestimientos de los perjuicios de la intemperie y la acción prolongada del sol.

Se realizará el corte de los tubos en un plano ortogonal a las generatrices del tubo.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 50 m. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujeta. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 m. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.

Medición y Abono

El precio de los tubos está incluido en el precio de zanjas para canalizaciones eléctricas.

Se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro, instalación, etc.

Se considera la instalación de tubos en todos los pasos hormigonados, acceso a Centros de Transformación, cruces de caminos y carreteras, etc.

4.2.16.3. Cinta de Señalización de Cables Enterrados

La cinta para señalización subterránea de cable enterrado será de polietileno y se ajustará a la Recomendación Unesa RU 0205B: Señalización subterránea de cables enterrados y a la norma UNE 48103.

La cinta llevará una impresión indeleble, por una cara, con las siguientes indicaciones que serán proporcionales al ancho de la cinta:

- Color Amarillo Naranja Vivo
- Anchura 15 ± 0,5 cm
- Espesor 0,1 ± 0,01 cm
- Lado Triángulo 10,5 ± 0,3 cm

Ejecución de las Obras

Se instalarán cintas de señalización en todas las canalizaciones subterráneas, según número y disposición que se indique, dependiendo del tipo de zanja.

Ensayos y Pruebas

Las cintas a instalar deberán cumplir con lo establecido en la RU-0205B.

Medición y Abono

El precio de las cintas está incluido en el precio de zanjas para canalizaciones eléctricas, se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro, instalación, etc.

4.2.17. Criterios de Aceptación y Rechazo

4.2.17.1. Generalidades

De manera general será motivo de rechazo todos aquellos materiales, equipos y/o procedimientos de ejecución que no cumplan lo marcado en el RD. 470/2021., Pliego de Condiciones Generales PG-3 y normas UNE que sean de aplicación.

De manera general, será motivo de rechazo todos aquellos materiales, equipos y/o procedimientos de ejecución que no cumplan lo marcado en la presente especificación y aquellas otras especificaciones que sean de aplicación en el Proyecto.

La Dirección Facultativa será la que tenga la potestad de adoptar un criterio de aceptación o rechazo en aquellos casos no especificados o que sean caso de duda.

4.2.17.2. Hormigones

Los criterios de aceptación y rechazo se regirán por lo dispuesto en este Pliego o en la documentación de Proyecto.

4.2.17.3. Armaduras de Acero

Los criterios de aceptación y rechazo se regirán por lo dispuesto en este Pliego o en la documentación de Proyecto.

4.2.17.4. Excavaciones

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Profundidad de excavación inferior a la especificada.
- Dimensiones geométricas inferior a la especificada.
- Alineación de la excavación incorrecta.
- Pendientes de la excavación diferente a lo especificado.
- Presencia de grandes raíces y excesiva cantidad de materia orgánica.

4.2.17.5. Excavación y Relleno de Zanjas

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Zanjas que no se hayan hecho conforme al trazado replanteado.
- Zanjas de dimensiones no conforme a lo especificado.
- Rellenos con presencia de agua en las zanjas.
- Rellenos por debajo de la cota de relleno especificada.
- Ausencia y espesor de rellenos de hormigón cuando sea prescrito.
- Hormigones de relleno que no sean HM-20
- Ensayo menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.

4.2.17.6. Explanada

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado:

- Suelos que no cumplen los requisitos de los suelos a emplear según lo prescrito en la presente especificación.
- El espesor de cada tipo de suelo no variará más de 15 mm de lo especificado.
- Espesores de tongadas mayores de las especificadas.
- Anchura de explanada no variará en más de 1% de la especificada.
- Existencia de zonas donde se pueda acumular agua en la explanada.
- Contenido de materia orgánica mayor del 5%.
- Ensayo Proctor menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.
- Humedad tras compactación fuera de rango entre -2% y +1% del ensayo Proctor de referencia.

4.2.17.7. Secciones de Firme

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Carencia de certificado acreditativo de calidad del material según PG-3.
- Materiales de zahorra que no cumplan los requisitos de material especificados.
- No se aceptará espesores de firme inferiores a lo especificado en Proyecto.
- Espesores de tongadas mayores de las especificadas.
- Anchura de explanada no variará en más de 1% de la especificada.
- Pendiente transversal inferior al 2% y mayor de lo especificado.
- Existencia de zonas donde se pueda acumular agua en la explanada.
- Ensayo Proctor menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.

4.2.17.8. Drenajes

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Carencia de certificado acreditativo de calidad del material según PG-3.
- Partidas que no cumplan los ensayos de resistencia.
- Tubos de dimensiones exteriores e interiores no especificadas.
- Grietas, roturas, irregularidades y defectos en general en los tubos.
- Pendientes que no cumplen con lo especificado.
- Colocación de tubos sin solera de hormigón.
- Dimensiones, anchura y profundidad que no cumplan con lo especificado.
- Ausencia de revestimiento de hormigón cuando se prescriba.
- Espesores revestimiento de hormigón inferiores a los prescritos.
- Cotas incorrectas a las especificadas.
- Zonas donde se acumule agua.

4.2.18. Puntos de Inspección

El programa de puntos de inspección se desarrollará con el control de los siguientes elementos:

- Replanteo inicial del desbroce
- Control geométrico del desbroce.
- Control geométrico de la Excavación,
- Ensayo de granulometría para clasificación de suelos
- Explanada, control geométrico
- Control geométrico de la Explanada
- Ensayos compactación de la Explanada
- Certificado calidad material del firme.
- Control geométrico y rasante del firme.
- Ensayo de compactación del firme
- Ensayo humedad y densidad del firme
- Control geométrico de las cunetas
- Control de las pendientes de los taludes
- Certificados de calidad de los elementos prefabricados
- Pasos salvacunetas: dimensiones y pendientes de tubos.
- Drenaje transversal: dimensiones, cotas y pendientes.

4.2.19. Control Medioambiental

Se realizará por el contratista un Programa de Vigilancia Medio Ambiental para la ejecución de los trabajos. Dicho Plan, será presentado a la Dirección Facultativa para su aprobación. Dicho Plan contendrá como contenidos mínimos:

- Estado descriptivo del terreno previo al inicio de las obras.
- Descripción de las obras a ejecutar.

- Descripción de los equipos a utilizar.
- Medidas preventivas y correctores descritas en la Declaración de Impacto Ambiental.
- Actuaciones protectoras y preventivas durante la fase de construcción:
- Limitación de paso de vehículos. Balizamientos.
- Control de las emisiones de polvo y partículas.
- Gestión de la tierra vegetal procedente de los desbroces y excavaciones.
- Control de residuos y vertidos a cauces.
- Respeto de los elementos arbolados.
- Emplazamientos especiales para almacenamiento y acopio de materiales
- Control y seguimiento:
- Responsabilidades. Persona designada por el contratista.
- Registros.
- Cumplimiento de las medidas de la Declaración de Impacto Ambiental
- Informes periódicos. Quincenales.
- Control arqueológico.
- Responsabilidades. Persona designada por el contratista.
- Registros.
- Cumplimiento de las medidas de la Dirección General de Patrimonio.
- Informes periódicos. Quincenales

4.2.20. Normativa

- Norma 3.1-IC. Trazado.
- Norma 5.1-IC. Drenaje.
- Norma 5.2-IC. Drenaje superficial.
- Norma 6.1-IC. Secciones de firme.
- NCSP-07. Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes.
- O.C. 11/02 Sobre criterios a tener en cuenta en el proyecto y construcción de puentes con elementos prefabricados de hormigón estructural.
- O.C. 306/89 Sobre caminos y vías de servicio y accesos a áreas y zonas de servicio.
- Pliego de prescripciones técnicas para obras de carreteras y puentes, PG-3.
- Instrucción de hormigón estructural, aprobado por el RD 2661/1998.
- Pliego General de condiciones para la recepción de cementos RC-03.
- Eurocódigo 7, Estudio Geotécnico. Marzo 1999.
- Norma Básica de la Edificación NBA EA-95, Estructuras en acero (RD 1829/1995)
- Norma Básica de la Edificación NBE AE-88 Acciones en la edificación (RD 1370/1088)
- NCSE-94: Norma de construcción Sismorresistente. Parte General y Edificación.
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por RD (1371/2007)
- Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003 Reforma del Marcado Normativo de PRL.
- Ley 16/2002 de 1 de Julio de Prevención y Control Integrado de la Contaminación.
- RD 1627/1997, por el que establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de la construcción.

- UNE-ENV 1992-1-6:1996. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-6: Reglas Generales. Estructuras de hormigón en masa
- UNE-ENV 1992-3:2000. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 3: Cimentaciones de hormigón.
- UNE-ENV 1992-2:1997. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 2: Puentes de hormigón.
- UNE-ENV 1992-1-3:1995. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-3: Reglas Generales. Elementos y estructuras prefabricados de hormigón.
- UNE 0303-2:2001. Cementos con características adicionales. Parte 2: Cementos resistentes al agua de mar
- UNE 6832:1997. Especificaciones para la ejecución de uniones soldadas de barras para hormigón estructural
- UNE 7130:1958. Determinación del contenido total de sustancias solubles en aguas para amasado de hormigones
- UNE 7131:1958. Determinación del contenido total de sulfatos en aguas de amasado para morteros y hormigones
- UNE 7132:1958. Determinación cualitativa de hidratos de carbono en aguas de amasado para morteros y hormigones
- UNE 7133:1958. Determinación de terrones de arcilla en áridos para la fabricación de morteros y hormigones
- UNE 7134:1958. Determinación de partículas blandas en áridos gruesos para hormigones
- UNE 7178:1960. Determinación de los cloruros contenidos en el agua utilizada para la fabricación de morteros y hormigones
- UNE 7234:1971. Determinación de la acidez de aguas destinadas al amasado de morteros y hormigones, expresada por su pH
- UNE 7235:1971. Determinación de los aceites y grasas contenidos en el agua de amasado de morteros y hormigones
- UNE 7236:1971. Toma de muestras para análisis químico de las aguas destinadas al amasado de morteros y hormigones
- UNE 13225:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales.
- UNE 23727:1990. Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en construcción.
- UNE 36094:1997. Alambre y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado
- UNE 36094:1997. Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado
- UNE 41184:1990. Sistema de pretensado para armaduras postensas, definiciones, características y ensayos.
- UNE 53981:1998. Plásticos. Bovedillas de poliestireno expandido (EPS) para forjados unidireccionales con viguetas prefabricadas
- UNE 80217:1991. Métodos de ensayos de cemento. Determinación del contenido de cloruros, dióxido de carbono y alcalinos en los cementos
- UNE 80307:2001. Cementos para usos especiales

- UNE 80310:1996. Cementos de aluminato de calcio
- UNE 83115:1998. Áridos para hormigones. Medida del coeficiente de friabilidad de las arenas.
- UNE 83414:1990-EX. Adiciones del hormigón. Ceniza volante. Recomendaciones
- generales para la adición de cenizas volantes a los hormigones.
- UNE 83460-2:2005. Adiciones al hormigón. Humo de sílice. Parte 2. Recomendaciones generales para la utilización del humo de sílice.
- UNE 112010:1994. Corrosión en armaduras. Determinación de cloruros en hormigones endurecidos y puestos en servicio.
- UNE 112011:1994. Corrosión en armaduras. Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigones endurecidos y puestos en servicio.
- UNE 146507-2:1999-EX. Ensayos de áridos. Determinación de la reactividad potencial de los áridos. Método químico parte 2. Determinación de la reactividad álcali-carbonato.
- UNE 146508:1999-EX. Ensayo de áridos. Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice y álcali-silicato de los áridos. Método acelerado en probetas de mortero.
- UNE 146509:1999-EX. Determinación de la reactividad potencial de los áridos co n los alcalinos. Método de los prismas de hormigón.
- UNE 146901-1-M:2004. Áridos designación
- UNE-EN 196-1:2005. Método de ensayo de cementos. Parte 1. Determinación de resistencias mecánicas.
- UNE-EN 196-2:1996. Queda anulada por UNE-EN 196-2:2006
- UNE-EN 196-2:2006. Métodos de ensayos de cemento. Parte 2. Análisis químico de cementos.
- UNE-EN 196-3:2005. Método de ensayo de cementos. Parte 3. Determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad de volumen.
- UNE-EN 197-1-2000/A1:2005. Cemento. Parte 1. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes
- UNE-EN 197-4:2005. Cemento. Parte 4. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos de escorias de horno alto de baja resistencia.
- UNE-EN 287-1:2004. Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1. Aceros.
- UNE-EN 445:1996. Lechadas para tendones de pretensado: Métodos de ensayo
- UNE-EN 447:1996. Lechadas para tendones de pretensado. Especificaciones para lechadas corrientes.
- UNE-EN 450:1995. Cenizas volantes para hormigón. Definiciones, especificaciones y control de calidad.
- UNE-EN 450:2006. Cenizas volantes para hormigón. Parte 1. Definiciones, especificaciones y control de calidad.
- UNE-EN 451-1:2006. Método de ensayo de cenizas volantes. Parte 1. Determinación del contenido de óxido de calcio libre.
- UNE-EN 451-2:1995. Método de ensayo de cenizas volantes. Parte 2. Determinación de la finura por tamizado en húmedo.
- UNE-EN 523:1997. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Terminología, requisitos, control de calidad.

- UNE-EN 524:1997. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Métodos de ensayo.
- UNE-EN 933-1:1998. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1. Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado.
- UNE-EN 933-2:1996. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2. Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo. Tamaño normal de las aberturas.
- UNE-EN 933-3:1997. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3. Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.
- UNE-EN 933-4:2000. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 4. Determinación de la forma de las partículas.
- UNE-EN 933-8:2000. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8. Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
- UNE-EN 933-8:2000. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte. Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
- UNE-EN 933-9:1999. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9. Evaluación de los finos. Ensayo azul de metileno.
- UNE-EN 934-6:2002. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 6. Toma de muestras, control y evaluación de la conformidad.
- UNE-EN 934-6:2002. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 6. Toma de muestras, control y evaluación de la conformidad.
- UNE-EN 934-2-2002/A1:2005. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2. Aditivos para hormigones. Definiciones. Requisitos. Conformidad. Marcado y etiquetado.
- UNE-EN 1015-11:2000. Método de ensayo de morteros para la albañilería. Parte 11. Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.
- UNE-EN 1097-2:1999. Ensayo para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2. Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
- UNE-EN 1097-2:1999. Técnica del vacío. Símbolos gráficos.
- UNE-EN 1097-6:2001. Ensayo para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6. Determinación de la densidad de partículas y absorción de aguas.
- UNE-EN 1363-1:2000. Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 1367-2:1999. Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Ensayo de sulfato de magnesio.
- UNE-EN 1520:2003. Componentes prefabricados de hormigón armado de áridos ligeros con estructura abierta.
- UNE-EN 1542:2000. Productos y sistemas para la protección y preparación de estructuras de hormigón. Métodos de ensayos. Determinación de la adhesión por tracción directa.
- UNE-EN 1744-1:1999. Ensayo para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1. Análisis químico.
- UNE-EN 1770:1999. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón Métodos de ensayos. Determinación del coeficiente de dilatación térmica.
- UNE-EN 1990:2003. Eurocódigos. Bases de cálculo de estructuras.

- UNE-EN 1991-1-2:2004. Eurocódigo 1. Acciones en estructuras. Parte 1-2. Acciones Generales. Acciones en estructuras expuestas al fuego.
- UNE-EN 10002-1:2002. Materiales metálicos. Ensayos de tracción. Parte 1. Método de ensayo a temperatura ambiente.
- UNE-EN 10080:2006. Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para
- armaduras de hormigón armado. Generalidades.
- UNE-EN 12350-1:2006. Ensayos de hormigón fresco. Parte 1. Toma de muestras.
- UNE-EN 12350-2:2006. Ensayos de hormigón fresco. Parte 2. Ensayo de asentamiento.
- UNE-EN 12350-3:2006. Ensayos de hormigón fresco. Parte 3. Ensayo Vebe.
- UNE-EN 12350-7:2001. Ensayos de hormigón fresco. Parte 7. Determinación del contenido del aire. Métodos de presión
- UNE-EN 12390-1:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 1: Forma, medidas y otras características de las probetas y moldes.
- UNE-EN 12390-2:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2. Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.
- UNE-EN 12390-3:2003. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3. Determinación de la resistencia a compresión de probetas.
- UNE-EN 12390-5:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 5. Resistencia a flexión de probetas.
- UNE-EN 12390-6:2001 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 6. Resistencia a tracción indirecta de probetas.
- UNE-EN 12390-8:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 8. Profundidad de penetración de agua baja presión.
- UNE-EN 12390-8:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 8. Profundidad de penetración de agua bajo presión.
- UNE-EN 12504-1:2001. Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 1. Testigos. Extracción. Examen y ensayo a compresión.
- UNE-EN 12504-2:2002. Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 2. Ensayos no destructivos. Determinación del índice de rebote.
- UNE-EN 12504-4:2006. Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 4. Determinación de la velocidad de los impulsos ultrasónicos.
- UNE-EN 12620:2003. Áridos para hormigón
- UNE-EN 12620:2004. Áridos para hormigón
- UNE-EN 12794:2006. Productos prefabricados de hormigón. Pilotes de cimentación.
- UNE-EN 13224-2005/AC: 2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos para forjados nevados.
- UNE-EN 13263-1:2006. Humo de sílice para hormigón. Parte 1. Definiciones, requisitos y criterios de conformidad.
- UNE-ENV 13381-3:2004. Ensayos para determinar la contribución a la resistencia al fuego de los elementos estructurales. Parte 3. Protección aplicada a elementos de hormigón.
- UNE-EN 13693:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos especiales para cubiertas.

- UNE-EN 14216:2005. Cemento. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación.
- UNE-EN 14647:2005. Cemento de aluminato cálcico. Composición, especificaciones y criterios de conformidad.
- UNE-EN 80305:2001. Cementos blancos.
- UNE-EN ISO 377:1998. Acero y productos de acero. Localización y preparación de
- muestras y probetas para ensayos mecánicos.
- UNE-EN ISO 9001:2000. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- UNE-EN ISO 14001:2004 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos para su uso.
- UNE-EN ISO 15614-1:2005. Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Ensayo de procedimiento de soldeo.
- UNE-EN ISO 15630-1:2002. Acero para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 1. Barras, alambres y alambrón para hormigón.
- UNE-EN ISO 15630-2:2002. Acero para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 2. Mallas soldadas.
- UNE-EN ISO 15630-3:2003. Acero para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 3. Acero para pretensar

4.3. Instalación Eléctrica

4.3.1. Instalación de Baja Tensión

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

Todos los materiales 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 Facultativa.

Todos los trabajos incluidos en el presente Proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en 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.

4.3.1.1. Conductores

Todo el cableado que se instale deberá cumplir reglamentación y se dimensionará bajo el criterio de minimización de pérdidas.

El cableado de Baja Tensión utilizado para el conexionado de los strings será de tipo "cable solar", trabajar de forma continua a 120ºC y contar con un aval de durabilidad por un periodo de al menos 25 años.

Podrán ser instalados en bandejas, conductos, paredes y equipos y estarán especialmente indicados para aplicaciones con aislamiento de protección (clase II).

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del Proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Ejecución

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

Los conductores tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos.

Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5% y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

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

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Suministro y tendido de puente de CC con cable de cobre de "calidad solar" para interconexión de paneles solares, desde los paneles extremos de cada serie hasta los terminales positivo/negativo del bus cc, incluyendo: movimiento de bobinas, medición y extracción del cable de la bobina, corte del cable, tendido y engrapado a estructura de paneles con bridas de poliamida, incluyendo suministro de bridas. desde paneles hasta bus de corriente continua.
- Suministro, tendido e instalación de bus cc (conexión strings-caja seccionamiento de bus cc). totalmente instalado y conexionado. Se mide en metros.
- Suministro, tendido e instalación de puente de interconexión entre cajas de seccionamiento de bus e inversores. totalmente instalado y conexionado.

4.3.1.2. Cajas de Conexión

Las conexiones entre la agrupación de strings se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, estancas IP65, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.

Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán empelarse prensaestopas adecuados.

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 min una prueba de tensión de 2U + 1000 V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga 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 presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

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

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

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

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente. Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

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

Cuando los cables de control coincidan, en algún tramo, con cables de potencia, deberán ir alojados en tubo de acero apantallado.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc.), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc.), paneles sinópticos, etc., se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente. El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornes situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

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

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

Ejecución

Las cajas de seccionamiento de bus irán a la intemperie, con grado de protección adecuado y adosadas a la estructura metálica fija a un extremo de ella.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Cajas de seccionamiento: suministro y montaje de caja de seccionamiento de bus cc y armario que incluye descargador de sobretensiones.

4.3.1.3. Elementos de Conexión

Los elementos de conexión en la Instalación Fotovoltaica son el conjunto de piezas y accesorios que se necesitan para poder instalar de forma adecuada los equipos: módulos fotovoltaicos, cajas de concentración, inversor, transformador, etc. y que funcionen correctamente.

Conexión a realizar en la parte de baja tensión:

- Conexión de módulos para la formación de strings.
- Conexión entre string y caja de concentración. Se realiza, la conexión al portafusibles de la caja, mediante la actuación de un sistema tornillo/tuerca del tipo hexagonal, que a su vez lleva incorporado un sistema de control del par de apriete aplicado. Las principales características, ensayos de tipo y los procedimientos de calificación y aceptación están en correspondencia con la Norma UNE 21-021. Las secciones admisibles y corrientes máximas en la conexión de placas fotovoltaicas con cables unipolares de tensión asignada 0,6/1,5 kV son las indicadas en la Norma UNE 21-123.
- Conexión de cables unipolares de tensión asignada 0,6/1,5 kV a caja de seccionamiento de bus e inversores. Los conectores terminales de compresión pala son elementos mecánicos que trabajan a tracción y cuya única función es mejorar el contacto eléctrico y mecánico del cable, estos elementos serán empleados a la intemperie o bajo techo. Este tipo de conector es adecuado para utilizarlo en conexiones que se encuentran sometidas

a esfuerzos mecánicos ya sea por efecto del viento o bien propios de la instalación, tales como conexión a equipos.

Ejecución

Los trabajos de interconexión entre los distintos elementos que componen el sistema se deben realizar en seco y con herramientas secas.

Para el correcto montaje de los conectores entre las placas fotovoltaicas con cables unipolares de tensión asignada 0,6/1,5 kV se recomienda seguir, en lo posible, los siguientes pasos:

- Situar el conector sobre el cable a conexionar.
- Cortar el conductor derivado a la distancia necesaria.
- Introducir el conductor hasta el fondo, en el capuchón de la derivación.
- Fijar la conexión, con la mano, mediante el tornillo de apriete hasta posicionar los conductores en el conector.
- Sujetar el conector con la mano y atornillar hasta romper la cabeza fusible de la tuerca dinamométrica.
- La segunda cabeza de la tuerca dinamométrica solamente es utilizable para permitir un eventual desmontaje de la conexión.
- No debe reutilizarse el conector una vez instalado.
- La conexión puede ser realizada bajo tensión eléctrica, pero SIN carga.

Control

Comprobar que todas las conexiones eléctricas de la planta se han realizado correctamente y se encuentran en buenas condiciones.

Detectar puntos calientes en conexiones eléctricas, así como en todos elementos (inversores incluidos) pertenecientes a la instalación que contenga conexiones eléctricas.

Para la realización de las termografías a las conexiones eléctricas y empalmes, la central fotovoltaica estará en funcionamiento y los paneles conectados a los cuadros CC. Se medirá en un día soleado sin nubes y la planta estará funcionando, al menos, al 70% de su potencia nominal, salvo que las condiciones climáticas impidan la realización de las pruebas con dichas condiciones.

La instalación se considerará válida siempre que se cumpla:

- Todas las conexiones están realizadas correctamente, con el apriete, orden y separación adecuados.
- Todos los empalmes se encuentran en buenas condiciones.
- No deberá aparecer ningún punto caliente en las conexiones. Entendiendo como punto caliente aquel en el que se detecte una temperatura superior a la temperatura de funcionamiento en condiciones normales.
- El rango de temperaturas se encuentra dentro de los limites esperados.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Conexionado de terminales de las series: Conexión de los terminales de los módulos fotovoltaicos para la formación de las series. Se incluye la formación de una coca y su atado a estructura/panel con brida poliamida conforme a las especificaciones de montaje. Unidad medida por cada panel solar.
- Conexionado de las series a las cajas de concentración: Suministro y conexión de los terminales de las series a las entradas de las cajas de concentración.
- Conexionado salidas cajas: Suministro y montaje de conectores a perforación para conexión a las salidas de las cajas de concentración.
- Conexionado de terminales en los inversores: Suministro y montaje de conectores y terminales de compresión para conexión a las entradas de los inversores.

4.3.2. Instalaciones de Media Tensión

4.3.2.1. Aparamenta de Media Tensión

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200:2005.

Las celdas a emplear serán celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción. Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 30 en cuanto a la envolvente externa.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal, Un=17,5 kV:

- Tensión asignada: 17,5 kV
- Tensión soportada a impulso tipo rayo:
  - A tierra y entre polos: 125 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 150 kV
- Tensión asignada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre polos: 38kV
  - A la distancia de seccionamiento: 45 kV
- Tensión nominal del embarrado: 24 kV
- Capacidad de corte: 40 kA
- Corriente de corta duración (3s): 16 kA
- Clasificación arco interno IAC AF, 1 s: 20 kA
- Endurancia Mecánica Cierre/Apertura: 5.000
- Temperatura: -25/40ºC

Se deberán distinguir, al menos, los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF6 y sellado de por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado

individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).

  - La presión relativa de llenado será de 0,4 bar. Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.
  - Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
  - El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.
  - El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.
- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.
- Compartimento de mandos. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente: Motorizaciones, Bobinas de cierre y/o apertura y Contactos auxiliares. Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

Ejecución

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25x5 mm conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

Pruebas Reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación, Resistencia del sistema de puesta a tierra y Tensiones de paso y de contacto.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Cabina MT protección línea: suministro y montaje celda de línea, de corte y aislamiento.
- Cabina MT interruptor general: suministro y montaje de celda de protección de interruptor automático de vacío.
- Cabina MT protección transformador: suministro y montaje de cabina ruptofusible.
- Cabina MT medida: suministro y montaje de celda de medida que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, protección y contadores de medida de energía.
- Celda de ampliación cuadro MT: suministro, montaje, instalación y puesta en marcha de celda de ampliación cuadro de media.

4.3.2.2. Conductores Eléctricos de MT

Para la conexión entre centros de transformación y éstos con el centro de seccionamiento del Parque Fotovoltaico se utilizarán únicamente cables de aislamiento de etileno propileno, atendiendo a las siguientes normas:

- RU 3305 C: Cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco para redes de alta tensión hasta 30 kV.
- UNE 60228: Conductores de cables aislados.
- UNE 21143: Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión.
- UNE-EN 50267-2-1: Métodos de ensayo comunes para cables sometidos a fuego.
- Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de cables eléctricos.
- Procedimiento de determinación de la cantidad de gases halógenos ácidos.
- UNE-EN 60811: Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica.

El cable está formado por hilos de aluminio de clase 2, capa semiconductora interna, aislamiento de HEPR (etileno propileno), capa semiconductora externa, pantalla metálica, con

sistema de obturación longitudinal al agua, constituida por una corona de hilos de cobre de sección nominal de 16 mm^2 y cubierta exterior.

No se admitirán cables que presenten defectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen. No se admitirán conductores de procedencia distinta en el mismo circuito.

Materiales:

Las diferentes capas de materiales que componen el cable de Media Tensión son:

- Conductor. Constituido por hilos de aluminio de clase 2, según IEC 60228; UNE-EN 60228.
- Capa semiconductora interna. Capa extrusionada de material conductor, la cual forma un cuerpo único con el aislante y no se separará del mismo.
- Capa de aislamiento. Constituida por etileno propileno. Las características de este material serán las especificadas según la norma IEC 60502.
- Pantalla semiconductora externa. Capa de mezcla extrusionada y reticulada de características químicas semejantes a las del aislamiento, pero de baja resistencia eléctrica.
- Pantalla metálica. Constituida por fibras de cobre colocadas en hélice recubriendo uniformemente todo el perímetro del cable. Sobre estas fibras se coloca habitualmente una contraespira de fleje de cobre, en hélice abierta. Según la Recomendación Unesa RU 3305 C.
- Constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina que no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además, el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil y llevará inscritas sobre la cubierta, de forma legible e indeleble, las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Designación completa del cable.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Referencia de calidad UNESA.
- Indicación de calidad concertada, cuando la tenga.
- Identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro).
- La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

Ejecución

Manipulación de las bobinas de cable:

- Izado de bobinas mediante grúa. Hay que suspender la bobina mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas

de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos.

- Izado y transporte mediante carretilla elevadora. La bobina ha de quedar soportada por la parte inferior de los platos, de forma que la horquilla se apoye en los dos platos a la vez. El traslado de la carretilla será paralelo al eje de la bobina.
- Carga y descarga de bobinas de cable. La carga y descarga de la bobina debe hacerse mediante grúa o carretilla elevadora. Bajo ningún concepto, se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina ya que podrían romper las duelas y apoyarse sobre la capa exterior del cable enrollado. También es totalmente inadmisible dejar caer la bobina al suelo desde el camión o plataforma de transporte, incluso aunque la bobina sea pequeña y se utilice un amortiguador como arena.

Transporte mediante camión o plataforma de transporte:

- Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento por rodadura, y trabas para evitar el desplazamiento lateral. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.

Rodadura sobre el suelo:

- Deberá evitarse en todo momento, salvo casos excepcionales y en recorridos cortos.

Almacenamiento y conservación:

- Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie, sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado.
- El almacenamiento no debe hacerse sobre suelo blando, y debe evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una aireación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas han de estar almacenadas durante un período largo se cubrirán para que no estén expuestas directamente a la intemperie.
- Los extremos de los cables han de estar protegidos para evitar la penetración de humedad. En caso de pérdida de las protecciones originales de los cables, deben reponerse lo antes posible, utilizando soldadura si existen tubos de plomo o encintado en los demás casos; en ambos casos pueden emplearse capuchones de goma fabricados al efecto.

Tendido de cables:

- El tendido y la protección del cable deberán efectuarse siempre en presencia del Director de Obra o persona por él delegada, programando dicha operación con la suficiente antelación.

A continuación, se tratan las distintas fases del tendido:

- Ubicación de la bobina. Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

  Si existen canalizaciones, curvas o puntos de paso dificultoso próximos a uno de los extremos de la canalización es preferible colocar la bobina en el otro extremo a fin de que durante el tendido quede afectada la menor longitud del cable.
- Extracción del cable:

  - La bobina se suspende por medio de una barra o eje adecuado que pasa por el agujero central. El eje se soporta mediante gatos mecánicos u otros elementos de elevación adecuados al peso y dimensiones de la bobina.
  - Los pies de soporte del eje deben estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación. Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar (es suficiente una elevación de 0,10 a 0,15 m respecto al suelo) se quitarán las duelas de protección de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.).
  - La extracción se hará por rotación de la bobina alrededor del eje y extracción del cable por la parte superior de la bobina.
  - Como alternativa, la bobina puede estar montada sobre un vehículo y soportada por el eje, efectuándose entonces la extracción por desplazamiento del vehículo. Se dispondrá algún dispositivo de frenado.
  - El desenrollado ha de ser lento para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión, con el consiguiente trabado del cable.
  - La extracción del cable, tirando del mismo, debe estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable hay que frenar inmediatamente la bobina para evitar la formación de bucles.

- Manipulación del cable. Se tomarán las precauciones necesarias para procurar que el cable no sufra golpes, rozaduras, pinchazos, ni tampoco esfuerzos importantes, ni de tensión, ni de flexión ni de tracción.
- Radios de curvatura. Los radios de curvatura mínimos, finales, una vez los cables en su posición definitiva, están indicados en las normas de cables o en las recomendaciones de los fabricantes del cable. Para los de MT, R >15 D.
- Esfuerzos de tiro durante el tendido. Para los cables tripolares los esfuerzos de tracción no deben sobrepasar 4 daN/mm2 de sección del conductor, si es de cobre o 2,4 daN/mm2 de sección del conductor si es aluminio, considerando la sección del conductor que soporta efectivamente el esfuerzo de tracción. Para cables unipolares estos valores pueden aumentarse en un 25% (valor x 1,25).
- Por otro lado, en ningún caso el esfuerzo total en el cable debe sobrepasar:

  - 2.500 daN en cables unipolares.
  - 3.000 daN en cables multipolares.

  La máxima tracción admisible en tramos con curvas es: 450 x R daN.

- Tendido de tubos. En ambos extremos de las canalizaciones entubadas, a ejecutar en todos los cruces de caminos se instalarán arquetas de registro en ambos extremos de la canalización entubada. En estos casos, para reducir el esfuerzo de tiro, se utilizarán rodillos a la entrada y a la salida de los tubos. Los rodillos se colocarán elevados respecto al tubo para evitar el rozamiento entre cable y tubo.
    - Temperaturas bajas. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0ºC no se permitirá hacer el tendido del cable.
    - Estanqueidad de los extremos del cable. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de estos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina.
    - Solape entre cables para confeccionar los empalmes. Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m. Cuando el tendido se haya efectuado por medios mecánicos se cortará 1 m del extremo del cable, ya que, al haber sido sometido a mayor esfuerzo, puede presentar desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.

- Tendido en zanja. Antes de proceder al tendido del cable se recorrerán detenidamente las zanjas y se comprobarán los siguientes puntos:
    - La entrada del cable a la zanja debe hacerse con una pendiente suave.
    - El suelo de la zanja que va a recibir el cable debe ser liso, estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. y disponer de un lecho de mínimo 6 cm de arena.
    - A lo largo de la zanja debe haber rodillos dispuestos cada 3-6 m, construidos de forma que puedan girar libremente, tengan una base suficiente para no volcar y no puedan dañar al cable. A la salida de la bobina se debe colocar un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina. Deberá tenerse especial cuidado en la posición de los rodillos en todas las curvas en las que se dispondrán algunos rodillos verticalmente para evitar que el cable se ciña al borde de la zanja.
    - Los bordes de la zanja, así como los montones de tierra cercanos a los mismos, deberán estar libres de piedras, cantos u objetos que puedan caer al fondo de la zanja.
    - Agrupación de ternas. Se colocará una sujeción tipo abrazadera cada 1 m, envolviendo las tres fases de M.T. de forma que queden agrupadas y las mantenga unidas.
    - No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta hasta el día siguiente sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo por lo menos con una capa de 0,08 m de arena fina y con la protección de placas de PE.
    - A mano. Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de manera uniforme a lo largo de la zanja. Habrá operarios en la entrada del cable a la zanja, en las curvas y en las entradas y salidas de canalizaciones. En la bobina habrá un operario que se ocupará exclusivamente del frenado de la misma cuando tome demasiada velocidad y uno o dos más se cuidarán de que todas las precauciones se realicen correctamente. Otro operario irá siguiendo el extremo del cable por si aparece alguna dificultad. La parada intempestiva del cable se anunciará mediante silbatos, timbres u otro medio de comunicación eficiente.

- Con medios mecánicos. Cuando los cables se tiendan mediante abrazaderas, tirando del extremo del cable al que se le haya adaptado una manga de arrastre o cabeza apropiada, el esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado del conductor no debe sobrepasar el indicado por el fabricante de este. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción. En el tendido mecánico deberán utilizarse sistemas de vigilancia y aviso, de forma que el operador del cabrestante pueda responder inmediatamente a la necesidad de cualquier parada intempestiva. Debe existir también un sistema de comunicaciones eficiente entre el director de obra, sus ayudantes y el personal que controla el frenado de la bobina.
- Tendido en tubo. Los diámetros de los tubos y sus características serán los descritos en su apartado correspondiente. Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el tubo asegurándose de que no hay cantos vivos ni aristas, de que los distintos tubos están adecuadamente alineados y de que no existen taponamientos. Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Se colocará un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, y se coloca un segundo rodillo a la salida del tubo de forma que se obligue el cable a salir por la parte media de la boca sin apoyarse sobre el borde inferior de la misma. Una vez instalado el cable deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases y roedores. Previamente, se protegerá la parte correspondiente de la cubierta del cable con yute, arpillera alquitranada, trapos, etc., y se taparán las bocas con mortero pobre, lechada espumas etc., que sea fácil de eliminar y no esté en contacto con la cubierta del cable.
- Disposición de los cables. En las canalizaciones eléctricas existirán varios circuitos próximos de cables unipolares en capa. El orden de fases en una canalización en un mismo nivel será de la siguiente forma:



- Puesta a tierra. Todas las pantallas de los cables en Media Tensión deben ser puestas a tierra al menos en los extremos de cada cable. Si los cables son unipolares, o las pantallas están aisladas, la puesta a tierra puede realizarse en un solo extremo y en conexión con el empalme se adoptarán protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.

- Ensayos y pruebas de las pantallas de los conductores. Las verificaciones y ensayos a realizar en los cables antes de su puesta en servicio serán los siguientes:
  - Medida de la resistencia de aislamiento.
  - Comprobación de continuidad y orden de fases.
  - Ensayo de rigidez dieléctrica.

  Las verificaciones y ensayos se llevarán a cabo una vez concluida la instalación del cable y de sus accesorios.

Medición y Abono

En el precio se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro instalación, pruebas, etc.

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Cableado MT: Suministro y montaje de circuito de media tensión, compuesto por cable de aislamiento totalmente instalado.
- Puente interconexión MT trafo-protección de trafo: Interconexión entre celda de protección y transformador, en media tensión formado por circuito trifásico, tendido desde cabina de protección de transformadores hasta bornas de alta tensión de transformador. Totalmente peinado e identificado, incluido el suministro, realización e instalación.
- Puente interconexión BT trafo-cuadro general BT: Suministro e instalación de puente de interconexión en baja tensión formado por circuito trifásico, tendido desde bornas de baja tensión de transformador hasta cuadro repartidor de baja tensión. Totalmente peinado e identificado.
- Cableado MT: Suministro y montaje de circuito de MT.

4.3.2.3. Accesorios

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los terminales se montarán en el extremo de un cable para garantizar la unión eléctrica con otras partes de una red y mantener el aislamiento hasta el punto de conexión.

Los empalmes deberán garantizar la conexión eléctrica entre dos cables para formar un circuito continuo e incluirán la unión metálica para dar continuidad a la pantalla del cable, en su caso.

Las características de los accesorios no especificadas en este pliego serán las indicadas en la norma UNE-EN 61210.

Características Constructivas: La reconstitución del aislamiento, pantallas y cubiertas se realizará de acuerdo con la técnica de fabricación correspondiente al diseño. El fabricante indicará las características de los materiales usados para la confección de empalmes o terminales, así como sus verificaciones y ensayos.

Los materiales especificados serán adecuados para su empleo, y no serán afectados por el contacto con otros materiales utilizados en la confección del terminal o empalme ni aumentarán la velocidad de corrosión de cualquier metal con el que puedan entrar en contacto.

Los elementos a colocar sobre el aislamiento del cable tendrán condiciones adecuadas para adaptarse totalmente a éste, evitando oclusiones de aire.

Los terminales y empalmes deberán sellar totalmente, tanto el cable como el conductor.

No se admitirá que el aislamiento y la cubierta estén formados por cintas o materiales cuya forma y dimensiones dependan de la habilidad del operario. Además, sólo se aceptarán éstas

como elementos de sellado, cierre o relleno, debiendo ser de características autosoldable y antisurco.

La toma de tierra de los terminales, así como en su caso, el manguito de unión de pantallas metálicas será de cobre estañado para ser engastados por compresión. La pieza de toma de tierra y manguito se suministrará como parte integrante del accesorio.

En los empalmes se mantendrá la continuidad de la pantalla metálica, por medio de conexiones adecuadas que garanticen la perfecta conexión eléctrica, así como el apantallamiento total del empalme.

Estas conexiones deberán soportar corrientes de cortocircuito no inferiores a las específicas para las pantallas de los cables que forman el empalme.

Los empalmes serán confeccionados de tal forma, que estén contenidos en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

Los terminales enchufables se acoplarán a los transformadores de distribución o a las funciones de protección o de línea de las celdas prefabricadas con dieléctrico SF6, a través de las superficies de acoplamiento indicadas en las normas UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181, respectivamente.

Todos los terminales enchufables serán apantallados. La intensidad asignada de los terminales enchufables es 630 A, que será la intensidad admisible del correspondiente pasatapas.

Marcas y formas de suministro: Los terminales y empalmes llevarán inscritas, de forma legible e indeleble, las marcas siguientes: Nombre o marca de identificación del fabricante y Año de fabricación (dos últimas cifras).

Además de las marcas anteriores, cada elemento constitutivo del conjunto deberá llevar una referencia del fabricante que permita, en todo momento, la identificación de cada una de las piezas que lo constituyen. Si esto no fuese posible, la identificación de cada pieza puede ir marcada en su envase, siempre que dicho envase contenga solamente una pieza.

Una vez finalizado el montaje del accesorio deberá poderse identificar perfectamente la marca y/o nombre del fabricante y el año de fabricación.

En el embalaje de los accesorios, deberá incluirse las instrucciones detalladas de montaje en castellano y la relación de los elementos constitutivos del accesorio.

Los accesorios que contengan productos químicos auxiliares deberán llevar marcados los envases con la denominación de su contenido. En el caso de productos tóxicos, su denominación responderá a lo especificado para este tipo de productos en el RD 363/1.995.

Ejecución de las obras: La ejecución de empalmes o uniones serán realizadas siguiendo las instrucciones que aporte el fabricante de cada accesorio. El número de empalmes será el menor número de ellos posibles. El Contratista someterá a la Dirección de Obra la hoja de tendido para su aceptación o rechazo.

En el caso de empalmes se deberá hacer constar por escrito la ubicación descriptiva del empalme para una posterior localización del mismo, incluyendo coordenadas UTM de su localización.

Ensayos y Pruebas

Los empalmes a instalar deberán estar completamente probados en fábrica, y serán de acuerdo a la norma UNE-HD 629.1 y UNE-EN 61442 en cuanto a ensayos de calidad.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Terminal MT: Suministro y montaje de terminal enchufable de conexión. Totalmente instalado.

4.3.3. Red de Tierras

Como es preceptivo, y para evitar tensiones de paso y de contacto peligrosas, y al objeto de mantener los valores de éstas dentro de los límites admitidos por el Reglamento de Alta Tensión (ITC-RAT 13), todos los elementos metálicos deberán estar conectados a la Red de Tierras de la Planta Fotovoltaica, la cual debe disponer de una malla de puesta a tierra a la que se conecten.

Todas las masas de la Instalación Fotovoltaica, tanto de la instalación en corriente continua como de las de alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro del transformador, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Materiales

Se dispondrán las siguientes puestas a tierras interconectadas:

- Red de tierras general que discurrirá por las canalizaciones subterráneas de BT, MT y sistema de seguridad.
- Puesta a tierra del módulo fotovoltaico, por contacto directo de los marcos de los módulos a la estructura soporte.
- Puesta a tierra de la estructura de soporte mediante la conexión de la hinca (cimentación) extrema de cada fila con la red de tierras general mediante latiguillos de cobre aislado de 35 mm^2 de sección. Todas las mesas de una misma fila se interconectarán mediante latiguillos de cobre asilado de 16 mm^2.
- Conexión a tierra de las cajas de concentración (o string boxes), mediante latiguillos de cobre aislado de 16 mm^2 de sección.
- Red de tierras exterior a cada uno de los centros de transformación, formada por un anillo de conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 y picas en sus extremos, unido a una caja de seccionamiento. A ésta se interconectará la red general de tierras antes descrita así con la red de tierras de todas las partes metálicas de los equipos (inversor, transformador, celdas, cuadro de BT) que se ubicarán en el interior de los centros de transformación.

Las picas verticales serán barras de cobre o de acero de 14 mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre o de acuerdo con la Norma UTE 3.90.01. Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 m.

Los electrodos enterrados horizontalmente, según el artículo 8.2.3 del capítulo XXII del reglamento de baja tensión, deben estar enterrados a una profundidad que impida sean afectados por las labores del terreno y por las heladas y nunca a menos de 50 cm.

Ejecución

Todas las soldaduras serán de tipo aluminotérmico y se realizarán de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes especializados. Las soldaduras entre pletinas serán de tipo aluminotérmico u oxiacetilénico. En ningún caso se admitirán soldaduras con coqueras, fisuras, derrames o cualquier otro fallo.

Para la realización de las soldaduras aluminotérmicas se emplearán moldes, los cuales se secarán antes de obtener la primera soldadura con ellos, y después se conservarán en un lugar seco. El secado se realizará por llama, o encendido en ellos de un cartucho sin efectuar soldadura.

Los moldes se usarán un número de veces que no sobrepase el 80% del máximo recomendado por el fabricante, y siempre que no hayan sufrido daños en su geometría.

Antes de efectuar las soldaduras se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir, con lima o cepillo de acero.

Aquellos conductores que hubieran sido tratados con aceite o grasas deberán desengrasarse previamente con un desengrasante adecuado.

Los conductores mojados deben secarse preferentemente con alcohol o soplete, teniendo en cuenta que la humedad puede producir soldaduras porosas, que serían rechazadas.

La conexión con pletina de cable de Cu en derivación en T, en ángulo de 90º, en cruz o empalme recto, mediante soldadura, incluye el suministro de equipos o moldes adecuados, cartuchos, corte, limpieza de superficies de contacto, preparación de la pletina o del cable, precalentado del molde previo a la iniciación de las soldaduras y, en general, la realización de todas las operaciones necesarias para la ejecución de la conexión.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Suministro y tendido de la red de tierras de la instalación y tendido en zanja.
- Puesta a tierra de la estructura de soporte de los módulos unida a la red de tierras general de la instalación.
- Suministro, montaje y ejecución de la red de puesta a tierra del centro de transformación, conectándose a dicha red las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo como consecuencia de averías o causas fortuitas,

tales como los chasis y bastidores de equipos y cuadros, etc. Se conectará a la red exterior mediante caja de puente de comprobación totalmente instalada.

- Suministro y montaje de arqueta de polipropileno para comprobación de la red de PAT de la instalación, incluyendo la excavación y transporte de tierras a vertedero, así como el suministro y montaje del puente de pruebas.
- Suministro, tendido y conexionado de la puesta a tierra de los equipos de seguridad.
- Puesta a tierra de las cajas de concentración unidas a la red de tierras general a través de latiguillo conectado a la estructura de soporte.

4.4. Sistema de Monitorización y Control

El sistema de monitorización de la Planta será el encargado de adquirir los datos de campo, visualizarlos y almacenarlos, además estará comunicado con el Sistema de Control de Planta, de manera que se pueda llevar a cabo una monitorización y gestión integral de la misma.

El Sistema de Control principal estará instalado en el Edificio de Control y será accesible de remoto.

Ejecución

En cada centro de transformación se instalará un cuadro de control, así como en el centro de control. Todos los inversores estarán integrados en una red de comunicaciones común.

En el cuadro de control se aloja el hardware de adquisición de datos al cual se cablearán las señales analógicas de los transformadores de corriente continua.

Respecto a la instalación de MT, al mismo cuadro de control se cablearán los contactos libres de potencial que indican estado (abierto-cerrado) en las celdas de línea, estado (abierto-cerrado) en la celda de protección, fusión de fusible de la celda de protección y alarma por temperatura en el transformador de potencia.

La red de comunicación mediante la cual se conectan los inversores y el cuadro de control permitirá transmitir al puesto central de control la información adquirida por el sistema de adquisición y también la información propia de los inversores, como las tensiones Vcc, tensiones compuestas e intensidades de fase en la parte de corriente alterna, potencias (en continua y en alterna), factor de potencia, frecuencia, temperatura de los puentes, temperatura ambiente y las siguientes alarmas:

- Fallo tensión de red.
- Fallo frecuencia de red.
- Fusión fusible de alterna o de continua.
- Error en secuencia de fases.
- Derivación en paneles.
- Actuación de protecciones internas.
- Alarma de isla.
- Sobretemperatura.

- Paro de emergencia.
- Disyuntor de extractor abierto.
- Temperatura ambiente excesiva, fallo de comunicación interna.

En el Centro de Seccionamiento también se dispondrá de un cuadro de control en el que se alojará el autómata programable principal del sistema (concentrador). Dicho autómata constituye también el sistema de adquisición de datos para la instalación de MT correspondiente, es decir, a él se cablearán los contactos libres de potencial que indican estado (abierto-cerrado) en la celda de protección.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Suministro, tendido y conexionado de cable de comunicaciones. incluye elementos de hardware necesarios para evitar atenuaciones de señal o disminución de rendimiento en la red, además de cajas terminales, incluyendo tendido bajo tubo.
- Conexionado de fibra óptica.
- Suministro e instalación de datalogger.
- Suministro, instalación y conexionado de armarios de control en cada centro de transformación (totalmente equipado).
- Suministro e instalación de transformador de corriente continua toroidal.
- Suministro e instalación transformador de intensidad.
- Suministro, instalación y conexión switch gestionable.
- Suministro, instalación y conexión de conversor IP-serie, dispositivo capaz de cambiar de medio de transmisión de datos bus serie RS-485 a ethernet y de cambiar de protocolo modus RTU a TCP/IP.
- Suministro, instalación y conexionado de convertidor analógico/ethernet.
- Suministro y montaje de un servidor para el parque fotovoltaico, incluida licencia del sistema operativo (totalmente instalado).
- Suministro e instalación de sistema de gestión de planta fotovoltaica, unidad central de control.

4.5. Estación Meteorológica

Se instalarán estaciones meteorológicas, en cantidades requeridas según Proyecto, para realizar los análisis de los datos de radiación, temperatura, viento, etc. oportunos en el emplazamiento de la Planta.

Cada estación se compondrá del mástil, y estructura de soporte necesaria, los equipos de medición, el sistema de control y SCADA y el suministro de energía necesario del que se deberá disponer uno principal (desde el centro de control) y otro secundario (paneles solares).

El mástil será diseñado para soportar los esfuerzos del viento que puedan darse en su emplazamiento. Se instalará sobre zapata de hormigón armado.

Ejecución

Además, dispondrá de un sistema de protección contra descargas atmosféricas. El pararrayos se conectará a una pica de puesta a tierra, separada de la instalación de puesta a tierra de la torre.

Se suministrará un armario eléctrico de intemperie que se instalará sobre la zapata de la torre, en el que se realizarán todas las conexiones eléctricas.

En el armario eléctrico se deberán realizar las siguientes conexiones:

- Alimentación trifásica en 400 V desde el centro de control.
- Red de fibra óptica del parque fotovoltaico.
- Red de tierras del parque fotovoltaico.
- Conexión de todos los sensores de la torre.

La alimentación principal será realizada desde el cuadro de servicios auxiliares del centro de control. Esta alimentación principal contará además con un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), instalado en el armario eléctrico intemperie de la torre meteorológica, para el caso de fallo de la alimentación desde el centro de control.

Se dispondrá además un panel solar de potencia adecuada como alimentación secundaria de la torre meteorológica.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Piranómetros: piranómetro termoeléctrico estándar secundario, según ISO 9060 (el de más alta calidad).
- Soporte para piranómetros: soporte para piranómetro, para montaje sobre mástil vertical mediante abrazaderas.
- Célula calibrada de silicio monocristalino para medida de radiación solar, compensadas con la temperatura.
- Sonda para medir temperatura del módulo.
- Cable de interconexión de la sonda de temperatura de superficies planas con el datalogger.
- Anemómetro y veleta: conjunto anemómetro de cazoletas y veleta, con brazo soporte.
- Termohigrómetro: sensor combinado de temperatura ambiente y humedad relativa del aire.
- Protector de radiación solar con ventilación natural para sensores de temperatura y humedad relativa.
- Datalogger y equipo de comunicación: datalogger con display y equipo de comunicaciones ethernet.
- Torreta y mástil soporte para sensores: torreta de celosía y mástil tubular horizontal para la instalación de sensores de radiación solar, pedestal para fijar o embutir en basamento de hormigón y otros accesorios de montaje.

- Visualizador y teclado frontal, con teclado integrado montado sobre una puerta frontal interior.
- Receptor GPS: GPS con antena y cable de conexión, para sincronización exacta del reloj interno de la estación.
- Paquete de software para instalación en el ordenador central (con sistema operativo Windows) para el procesamiento y almacenamiento de los datos recibidos de la estación meteorológica.
- Panel solar y su estructura soporte para la recarga de las baterías internas de la estación.
- Adaptador de sensores.
- Juego de cables de interconexión para el enlace de los sensores a la estación, recarga externa y comunicaciones.
- Obra civil: cimentación de torreta, rompimientos, reposiciones, etc.
- Trabajos de instalación y puesta en marcha: instalación y puesta en marcha del sistema completo en la ubicación definida por la Propiedad.

4.6. Sistema de Seguridad

El sistema de seguridad está compuesto básicamente por equipos de detección perimetral (cámaras de detección de movimiento), por un circuito cerrado de televisión (CCTV), un equipo de grabación y transmisión de video y un sistema de control de acceso.

Ejecución

En la ejecución de las instalaciones se prestará especial atención a la hora de realizar el cableado y la ubicación de los equipos que componen el sistema de seguridad.

Se procurará, en la medida de lo posible que el cableado discurra por zonas no visibles y protegidas por los propios elementos de la instalación, para así evitar posibles intentos de sabotaje del mismo.

Control

Se comprobará que la instalación se corresponde con la definida en el Proyecto.

Se realizará una inspección visual para comprobar que todo el perímetro que rodea a las instalaciones FV está vallado.

La puerta será de apertura automática y dotada de teleportero que permita su operación desde la consola de control del sistema de seguridad.

Se comprobará desde el centro de control o de vigilancia de la Planta que cualquier intrusión en los recintos donde se ubican las instalaciones de la misma Planta, será detectado y grabado convenientemente tanto de día como de noche además de producir una alarma que permita al personal de vigilancia actuar convenientemente. Para ello:

- Se provocará el disparo de todas las alarmas.

- Se comprobará el correcto funcionamiento diurno y nocturno de las cámaras, así como de su localización en todo el perímetro de la instalación.
- En el caso de existir domos, se comprobará su correcta configuración y direccionamiento en caso de alarma.
- Se comprobará el correcto funcionamiento del sistema de detección de intrusiones (detección de movimiento por análisis de imagen o similar).
- Se comprobará el funcionamiento de equipo de grabación y demás equipamiento auxiliar.
- Se comprobará que no existe ningún elemento externo que afecte o pueda llegar a afectar al funcionamiento o funcionalidad del sistema de seguridad.
- Se comprobará la posibilidad de operar el sistema remotamente, desde CRA o similar.

El sistema de seguridad será aceptado si:

- Cumple especificaciones contractuales.
- Las cámaras aportan una adecuada visión de todo el perímetro, tanto de día como de noche.
- Se activan todas las alarmas.
- Funcionan todos los equipos auxiliares.
- No existen elementos externos que afecten o puedan llegar a afectar al funcionamiento o funcionalidad del sistema de seguridad salvo causas ajenas al Contratista no previstas durante el transcurso normal de la construcción de la planta.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Cámara de detección de movimiento: suministro e instalación de cámara de detección de movimiento, fija día/noche.
- Cámara IP exterior domo motorizada, incluida carcasa: suministro e instalación cámara domo de detección de movimiento y activación de alarma.
- Videograbador: suministro e instalación de videograbador de imágenes.
- Equipo servidor procesador de imágenes: suministro e instalación de pc para gestión de alarmas, incluida licencia.
- Software de control de alarmas: suministro e instalación de software de control de alarmas para pc, incluida licencia de usuario.
- Armario rack.
- Suministro e instalación de sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) para equipos del sistema de seguridad.
- Foco iluminación infrarroja tipo led.
- Suministro e instalación de báculo troncocónico colocación de cámaras y focos infrarrojos.
- Suministro y montaje de soporte para fijar a pared una cámara domo.
- Suministro e instalación de armario de exteriores autoventilado permite alojar en su interior el equipamiento de fibra óptica, así como la electrónica de red de fibra óptica correspondiente.
- Suministro e instalación de manguera de fibra óptica para distribución.

- Suministro e instalación de partida para conexiones de fibra óptica. Incluye conectores, latiguillos, etc. Incluye realización de pruebas.
- Suministro, tendido y conexión de manguera para alimentación de equipos. Incluye realización de pruebas.
- Suministro e instalación de cable trenzado y apantallado para telemetría de domo. Incluye realización de pruebas.
- Suministro e instalación de cable para transmisión de señal de video y alimentación. Incluye realización de pruebas.
- Suministro, tendido y conexión de cable ethernet, incluidos conectores. Incluye realización de pruebas.
- Sistema de control de acceso instalado en la puerta de entrada a la instalación fotovoltaica, consistente en lectores de proximidad que indicarán al sistema la llegada y el abandono de la planta fotovoltaica.
- Pruebas y puesta en marcha del sistema de seguridad en obra, incluyendo formación a usuario.

4.7. Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificación de fin de obra.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

4.9. Documentación

El Contratista deberá entregar a La Ingeniería la documentación que se detalla en el Pliego de Condiciones Generales para la Ejecución de Obras, así como en las fases que se solicita.

Además, deberá desarrollar un Plan de Seguridad e Higiene en el Trabajo, que será particular para la zona geográfica y para los riesgos derivados de las labores especificas a realizar. Este Plan se deberá entregar con anterioridad al inicio de los trabajos.

El Contratista entregara la siguiente documentación de los armarios incluidos en su suministro:

- Planos constructivos.
- Situación de equipos en el interior.
- Esquemas de conexionado interno.
- Listas de materiales

- PPI's de aceptación.

Asimismo, deberá realizar la edición conforme a obra ("as built") de todos los planos de la instalación, donde se recojan todas las modificaciones habidas durante el montaje, tanto en esquemas mecánicos como de control. Dicha documentación formará parte del Catálogo de Equipos que deberá entregar el Contratista al finalizar los trabajos.

Una vez finalizada y puesta en servicio la línea eléctrica el director de obra entregará a contratante la siguiente documentación:

- Proyecto actualizado con todas las modificaciones realizadas.
- Permisos y autorizaciones administrativas.
- Certificado de final de obra.
- Certificado de puesta en servicio.
- Ensayos de medición de tierras.
- Medida de la tensión de contacto o paso, en los apoyos frecuentados.
- Ensayos de resistencia característica del hormigón de las cimentaciones.
- Ensayo de recepción de los materiales utilizados.
- Accesos realizados para el montaje y mantenimiento de la línea.

5. Condiciones técnicas instalación eólica

5.1. Especificaciones técnicas obra civil

5.1.1. Trabajos topográficos

5.1.1.1. Instrumentos

El instrumental de topografía que se precisa para este tipo de trabajos es un GPS topográfico de precisión centimétrica y que trabaje con tiempo real RTK (Real Time Kinematic).

Con anterioridad al inicio de los trabajos, el CONTRATISTA deberá obtener la aprobación del CONTRATANTE del instrumental a emplear en la realización de los trabajos para lo que deberá aportar:

1. Ficha técnica del instrumental que empleará para realizar los trabajos.
2. Certificados de calibración en vigor (en el caso de estaciones totales) o fecha de la última revisión (en el caso de GPS).

Con el fin de minimizar la acumulación de errores, sólo se permitirá el empleo de estaciones totales cuando su empleo fuera solicitado expresamente por el CONTRATANTE y niveles ópticos para replanteos de placas de anclaje, pernos, virolas etc.

Todo el material de topografía en obra deberá ser calibrado y mantenido de acuerdo con el procedimiento del CONTRATANTE P.71.03 Equipos de medición y seguimiento.

Los patrones utilizados en las calibraciones de los equipos topográficos deberán estar trazables a patrones nacionales o internacionales.

5.1.1.2. Red geodésica

Para la realización de la red primaria de bases de obra que servirán para la ejecución de la obra durante todo el periodo que dure ésta, se debe de realizar una campaña de estudio para la identificación de los vértices geodésicos que se encuentren en el área de afección del parque eólico.

Los vértices geodésicos necesarios para garantizar las precisiones del GPS de las medidas en RTK, varían con las dimensiones de cada parque o instalación, aunque en ningún caso se identificarán menos de 3 vértices.

Se deberán seleccionar los lugares más adecuados para la ubicación de las bases de topografía atendiendo a criterios de visibilidad, garantizando la durabilidad de estas.

En cualquier caso, las bases principales deben estar en el interior del polígono definido por los vértices geodésicos.

La materialización física de las bases se dejará a criterio del topógrafo, aunque se deberá garantizar su mantenimiento y su visibilidad.

Las bases se situarán en los lugares más elevados del parque o instalaciones, para garantizar el radio enlace del equipo de GPS en la mayor zona posible.

Las bases a las que se ha hecho referencia constituirán la red principal de bases de obra.

La red principal de bases de obra se completará con una red secundaria que se densificará todo lo que sea necesario para garantizar la cobertura de todas las necesidades topográficas del parque mientras dure la obra.

Antes de iniciar las obras el CONTRATISTA comprobará sobre el terreno, en presencia del CONTRATANTE o en quien delegue, el plano general de replanteo con las coordenadas de los vértices de la red principal de bases de obra, levantándose a continuación un acta firmada por los representantes de ambas partes.

El CONTRATISTA será responsable de la conservación de los puntos, señales y mojones. Si en el transcurso de las obras son destruidos algunos, deberá colocar otros bajo su responsabilidad y a su costa, comunicándolo por escrito al CONTRATANTE quien ordenará la comprobación de las coordenadas de los nuevos vértices o señales.

5.1.1.3. Replanteo

Todos los replanteos del parque se deben realizar siempre desde la red principal de bases topográficas de obra con objeto de minimizar errores.

Los elementos a replantear en el parque serán los siguientes:

1. Sondeos
2. Centros de aerogeneradores

3. Vértices de zapatas
4. Vértices de plataformas y ocupación máxima (cabezas de talud en desmonte y pies de talud en terraplén). El balizado de las ocupaciones máximas deberá mantenerse hasta la finalización de la obra civil en plataformas, viales y red de media tensión.
5. Ejes, anchuras de viales y ocupación máxima (cabezas de talud en desmonte y pies de talud en terraplén)
6. Ejes de canalizaciones enterradas de media tensión y alta tensión y ocupación máxima (incluyendo, además de los posibles taludes, la anchura del vial de servicio en el caso de que fuera necesario)
7. Subestación, con todos los elementos de esta (ejes de replanteo, viales, edificios, plataformas, etc.).
8. Apoyos de líneas de Alta Tensión.
9. Parcelas problemáticas, así como delimitaciones de zonas de afección y/o entidades de especial valor arqueológico o medioambiental

Los replanteos se materializarán con estacas de madera, que deberán ir pintadas con distintos colores y balizadas con cinta, con el fin de permitir su localización y garantizar una rápida identificación del elemento que representan.

Las estacas de definición de los viales deben tener indicado el punto kilométrico (PK) que están definiendo de una manera clara, con objeto de facilitar su identificación.

Periódicamente los servicios técnicos del CONTRATANTE realizarán comprobaciones de los replanteos hechos por el CONTRATISTA, pero estas comprobaciones cualesquiera que fuere su resultado no disminuirán en nada la responsabilidad del CONTRATISTA de cualquier perjuicio producido por error en los replanteos realizados por su personal técnico.

El CONTRATISTA queda obligado, cuando sea indispensable, a suspender los trabajos para realizar dichas comprobaciones sin que por esta causa tenga derecho a indemnización especial.

5.1.1.4. Pendientes, radios de acuerdo y sobreanchos

Las pendientes y radios de acuerdos tanto verticales como horizontales en viales se ajustarán a lo contenido en los planos del proyecto y en las condiciones particulares de contratación de la obra civil. En caso de contradicción entre ambos documentos o ausencia de alguno de ellos, será la Dirección Facultativa quien determine los valores mínimos a ejecutar

5.1.2. Movimiento de tierras

5.1.2.1. Desbroce y limpieza del terreno y excavación de tierra vegetal

Se aplicará el Art. 300 del PG-3.

Este apartado incluye la extracción y retirada en las zonas designadas, de todos los árboles, tocones, maleza, plantas, escombros, basura, y cualquier otro material indeseable a juicio del CONTRATANTE.

El talado de los árboles necesarios para la ejecución de los trabajos se llevará a cabo mediante motosierra. La madera cortada se acopiará debidamente y se gestionará según indicaciones del CONTRATANTE.

Una vez realizado el desbroce se deberá proceder a la retirada de la tierra vegetal (los 20-30 primeros centímetros del suelo) en cordones de un máximo de 2m de altura. Los acopios deberán realizarse en zonas agrícolas, previamente acordadas con los particulares, para evitar afecciones innecesarias en zonas de vegetación natural.

Se deberá evitar la mezcla de esta tierra vegetal con los restos del desbroce y el resto de áridos procedentes de la excavación. Esta tierra vegetal será utilizada en las labores de restauración como zonas de instalaciones auxiliares (incluidos los taludes en terraplén de las plataformas de alta compactación, una vez desmanteladas las plataformas de palas y tubos), los taludes en terraplén de los viales, así como las superficies que se indiquen desde el CONTRATANTE.

En el caso de que, una vez ejecutadas las labores de restauración, hubiera exceso de tierra vegetal, este será trasladado a vertedero autorizado, incluso canon de vertido.

La unidad de limpieza y desbroce se medirá en metros cuadrados (m²) y se medirá en planta.

La unidad de excavación se medirá en metros cúbicos (m³).

5.1.2.2. Demoliciones

Se aplicará el art. 301 del PG-3.

Consiste en el derribo de todas las construcciones o elementos constructivos, tales como aceras, firmes, edificios, fábricas de hormigón u otros, que sea necesario eliminar para la adecuada ejecución de la obra.

Incluye las siguientes operaciones:

- Trabajos de preparación y de protección.
- Derribo, fragmentación o desmontaje de construcciones coincidentes con la implantación del proyecto y por tanto autorizadas. Como norma general queda prohibido el derribo de otras construcciones salvo autorización expresa del CONTRATANTE.
- Retirada de los materiales.

Si en el Proyecto no se hace referencia a la unidad de demoliciones, se entenderá que está comprendida en las de excavación y, por tanto, no habrá lugar a su medición ni abono por separado.

Se considera incluido en el precio, en todos los casos, la retirada de los productos resultantes de la demolición y su transporte a lugar de empleo, acopio o vertedero autorizado y canon y si aplica, según ordene el Director de las Obras.

5.1.2.3. Escarificación y compactación

Se aplicarán los arts. 302 ó 303 según sea sobre terreno natural o sobre firme del PG-3. La compactación será de acuerdo con el art. 330 del PG-3.

Consiste, en la disgregación de la superficie del terreno y su posterior compactación a efectos de homogeneizar la superficie de apoyo, confiriéndole las características prefijadas de acuerdo con su situación en la obra.

La escarificación, y su correspondiente compactación, se considerarán incluidas en la ejecución de la capa inmediata superior de la obra, salvo especificación en contra del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. En este último caso la unidad de medición serán metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos sobre el terreno.

5.1.2.4. Excavaciones

Excavación de la explanada y transporte

Se aplicará el art. 320 del PG-3.

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde ha de asentarse los caminos de acceso, incluyendo explanada, taludes y cuneta, así como el consiguiente transporte de productos removidos a vertedero autorizado, incluido el canon de vertido sin o lugar de empleo.

Los materiales que se obtengan en la excavación de la explanada se utilizarán en la formación de rellenos y se transportarán a las zonas previstas si de los resultados de los ensayos obtenidos según el art. 330 del PG-3 Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, incluido el canon de vertido sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por el CONTRATANTE.

En función de los resultados de los ensayos obtenidos según el art. 330 del PG-3 para los materiales que forman la explanada, se dimensionarán los espesores de las capas de base y subbase de los caminos de acceso, formados principalmente por zahorras artificiales.

En todos los casos el CONTRATISTA es responsable de la gestión del material de los excesos de excavación.

En todos los casos anteriores, si el CONTRATANTE lo estima procedente, los excesos de excavación se rellenarán con hormigón en masa.

La partida de excavación de la explanada y transporte está incluida en la definición de las unidades de caminos y plataformas, y los precios unitarios de dichas unidades llevarán repercutidos la parte proporcional de excavación de la explanada y transporte.

La unidad de medición serán metros cúbicos (m³).

Todas las excavaciones se medirán una vez realizada y antes de que sobre ellas se efectúe ningún tipo de relleno. En el caso de que el CONTRATISTA cerrase la excavación antes de conformada la medición se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el CONTRATANTE.

El volumen de obra se ajustará estrictamente a los planos, perfiles y órdenes de trabajo (orden transmitida por escrito, documentalmente justificada y aprobada por el CONTRATANTE).

Excavación en zanjas y cimentaciones

Se aplicará el art. 321 del PG-3.

Las dimensiones de la excavación se ajustarán a las indicadas en los planos del proyecto, no pudiendo ser en ningún caso inferiores a estas.

La partida de excavación en zanjas y cimentaciones está incluida en la definición de las unidades de zanjas y cimentaciones, y los precios unitarios de dichas unidades llevarán repercutidos la parte proporcional de excavación de zanjas y cimentaciones.

Cuando no se especifique otra unidad de medida, la excavación de zanjas se medirá por metro lineal (ml) y la excavación de cimentaciones se medirá por metros cúbicos (m^3), realizándose la medición a partir de las secciones en planta y de la profundidad ejecutada. Este precio incluye, salvo especificación en contra, las entibaciones, agotamientos, transportes de productos a vertedero, posibles cánones, y conjunto de operaciones y costes necesarios para la completa ejecución de la unidad.

En todos los casos el CONTRATISTA es responsable de la gestión del material de los excesos de excavación.

En todos los casos anteriores, si el CONTRATANTE lo estima procedente, los excesos de excavación se rellenarán con hormigón en masa.

En terrenos rocosos, la excavación, se realizará con medios mecánicos. Cuando por razones especiales el CONTRATISTA considere oportuno el empleo de explosivos, deberá solicitar la autorización del CONTRATANTE. En caso de que fuera autorizado el empleo de explosivos, su utilización se regirá por el art. 322 del PG-3 y demás disposiciones vigentes que regulan esta materia, así como el apartado ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. **Voladuras** del presente pliego.

Se procederá al entibado de los terrenos cuando se consideren flojos e incompetentes, y en los casos en que, por las características de la excavación, profundidad, etc. sea necesario.

Los materiales que se obtengan en la excavación de zanjas y cimentaciones se utilizarán en la formación de rellenos y se transportarán a las zonas previstas si de los resultados de los ensayos obtenidos según el art. 330 del PG-3 resulta que dicho material es adecuado o seleccionado. Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, incluido cánones si los hubiera, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por el CONTRATANTE.

Cuando se realicen excavaciones para realizar cimentaciones armadas, los ejes deberán quedar centrados con respecto a las armaduras o estructura.

5.1.2.5. Rellenos

Rellenos de zanjas

La arena utilizada como cama de asiento de tubos y recubrimiento de los cables de media tensión y cable de cobre será arena lavada de río, sin que presente una cantidad de finos excesiva que provoque el lavado de esta por el efecto de agua de lluvia.

La arena utilizada en el relleno de zanja deberá cumplir el RD. 470/2021 en lo relativo al árido fino. Los ensayos con las características físicas y químicas de la arena deben ser presentado y aprobado por la Dirección de Obra, con antelación suficiente antes del inicio de los trabajos.

El material de relleno no contendrá granulometrías con tamaños ni aristas susceptibles de dañar el cable.

Todos los elementos que forman parte en la ejecución de las zanjas (canalización para cables, protección mecánica, cinta de señalización, etc.) serán de marca reconocida con su correspondiente certificado de calidad, debiendo cumplir con la normativa vigente que fuera aplicable. No se permitirá el empleo de cualquiera de dichos elementos sin su aceptación previa por parte de la Dirección Facultativa.

El suministro y colocación de los elementos que forman la canalización de cables, protección mecánica y cinta de señalización está incluido en la definición de canalización eléctrica / zanja y los precios unitarios de dicha unidad llevarán repercutidos la parte proporcional del mismo.

La partida de rellenos de zanja está incluida en la definición de las unidades de zanjas dichas unidades llevarán repercutidos la parte proporcional de rellenos.

Relleno de cimentaciones

Se aplicará el art. 330 del PG-3 y el apartado ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. **Terraplenes** del presente pliego.

El relleno de las zapatas de cimentación deberá cumplir con la Especificación del Tecnólogo.

La partida de relleno de cimentaciones está incluida en el subcapítulo de plataformas de montaje y cimentaciones dentro del capítulo obra civil.

Si no se especifica otra unidad de medición, los rellenos se medirán por metros cúbicos (m^3).

Rellenos con material filtrante

El extendido se realizará con las precauciones debidas, ya que generalmente se colocará próximo a muros de contención, galerías, zanjas drenantes, mechinales, etc.

El grado de compactación dependerá del punto donde se encuentre. En ausencia de otro valor en el proyecto o Especificación Técnica Particular, éste será determinado por el Director de las Obras.

La unidad de medición será metros cúbicos (m^3).

Plataformas de montaje

Se aplicarán las condiciones técnicas de los rellenos tipo terraplén o pedraplén de los apartados ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. **Terraplenes** y ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. **Pedraplenes**, según las características del material

disponible, y del apartado **0 Excavación en Zanjas y cimentaciones**, sobre excavaciones, en el caso de que la plataforma esté en desmonte.

Los terraplenes necesarios para su establecimiento se construirán con materiales adecuados o seleccionados procedentes de la excavación y deberán compactarse con medios mecánicos adecuados hasta conseguir una densidad superior al 95% de la máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado (en ausencia de otro valor en el proyecto o Especificación Técnica Tecnólogo).

Para las plataformas de apoyo de los gatos de la grúa principal (Crane Pad), se aplicarán las condiciones de rellenos tipo firmes en el apartado ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. **Zahorras** del presente pliego.

En caso de que el material procedente de la excavación no cumpla con lo contemplado en el art. 330 del PG-3 o existan las condiciones para ser rechazado por la Dirección facultativa para su uso en las distintas capas que componen la sección tipo de la plataforma, será prescriptiva su retirada a vertedero y suministro de material procedente de préstamo que cumpla con lo mencionado en el párrafo anterior sin que por ello sea objeto de reclamación por parte del CONTRATISTA.

Las partes de la plataforma que estén en desmonte deberán tener una cuneta exterior de drenaje para la evacuación de las aguas.

Las plataformas para el montaje tendrán las dimensiones definidas en proyecto o en las unidades del presupuesto. Las plataformas dispondrán de una superficie final horizontal para la posición y montaje de la grúa, presentando como tolerancia máxima una pendiente longitudinal de un 0,5% y una pendiente transversal del 0,1% o según Especificación Técnica del Tecnólogo.

El control de la compactación de las plataformas se realizará mediante ensayo de placa de carga según la UNE 103808:2006 (apartado ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. **Ejecución** de este Pliego). Para este ensayo la tolerancia máxima permitida será la establecida en las especificaciones técnicas del suministrador de aerogeneradores (Tecnólogo).

La excavación y/o relleno está incluida en el subcapítulo de plataformas de montaje y cimentaciones dentro del capítulo obra civil.

La medición será por metros cúbicos (m3).

5.1.2.6. Voladuras

Se aplicará el art. 322 del PG-3.

Si la excavación especial por voladuras no está contemplada en el Proyecto como unidad independiente, se entenderá que está comprendida en las de excavación, y por tanto no habrá lugar a su medición y abono por separado. No obstante, en el caso de ser necesarias voladuras estas deberán ser autorizadas por el CONTRATANTE, que valorará la necesidad de nuevos permisos a tramitar por parte del CONTRATISTA.

De la misma manera los costes, elaboración y obtención tanto del proyecto de voladuras como de los permisos administrativos derivados de la utilización del método de excavación por voladuras correrán a cargo del CONTRATISTA y, por tanto, no serán objeto de medición y/o

abono y deberán estar repercutidos en la parte proporcional de aquellas unidades de obra en las que aplique su utilización.

El exceso de excavación se tratará según lo contemplado en el apartado **0 Excavación en zanjas y cimentaciones,** para cimentaciones y zanjas y en el apartado ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. **Terraplenes** para la explanada de viales. El exceso de relleno no será objeto de medición y abono en ningún caso.

5.1.2.7. Terraplenes

Se aplicará el art. 330 del PG-3.

Los materiales a emplear en los rellenos tipo terraplén procederán de las excavaciones siempre que cumplan con los requisitos exigidos en el art. 330 del PG-3 para suelos adecuados o seleccionados. En caso contrario dichos materiales procederán de préstamo autorizado, según definición de las unidades de obra.

A efectos de determinar la procedencia del material, se considerará material de excavación cualquier material que no sea procedente de cantera autorizada y material de préstamo cualquier material procedente de cantera autorizada.

En función de los resultados de los ensayos obtenidos según el art. 330 del PG-3 para los materiales que forman los rellenos tipo terraplén, se dimensionarán los espesores de las capas de base y subbase de los caminos de acceso, formados principalmente por zahorras artificiales.

Cuando se utilicen materiales poco permeables en los que su contenido en agua influya notablemente sobre las densidades obtenidas, se controlará la humedad antes de su compactación. Si dicha humedad fuera inferior en más de un 5% a la que corresponde a su máxima densidad, se procederá a su regado. Por el contrario, si la humedad superase en más de un 5% a la que corresponde a su máxima densidad, se procederá a orear o secar las tierras hasta que su contenido en agua sea admisible.

El extendido del material se realizará por tongadas de espesor uniforme según lo indicado en el art. 330 del PG-3. En concreto, el espesor de estas tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Dicho espesor, en general y salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras, será de treinta centímetros (30 cm). En todo caso, el espesor de tongada ha de ser superior a tres medios (3/2) del tamaño máximo del material a utilizar.

Su compactación se realizará con medios mecánicos adecuados a las características del terreno y material, hasta conseguir una densidad en el núcleo y coronación igual o superior al 95% de la máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado (en ausencia de otro valor en el proyecto o Especificación Técnica Particular).

No se extenderá ninguna tongada de material, hasta no haber comprobado que la capa subyacente cumple las condiciones exigidas, así como que no se ha reblandecido por exceso de humedad o se encuentra afectada por heladas, paso de vehículos, etc.

Para aquellos terraplenes asentados sobre laderas con pendiente superior al 25%, se escalonará el terreno, no sobrepasando los 0,50 m la altura de cada escalón.

La superficie del terraplén dispondrá de pendiente suficiente que facilite la salida de aguas.

Los taludes se terminarán de forma que se evite la erosión por corrientes de agua de lluvia, pudiendo exigirse que dichos taludes sean corregidos en el caso de no cumplirse con las pendientes previstas o cualquier otro defecto detectado.

La partida de terraplén está incluida en la definición de las unidades de caminos y plataformas, y los precios unitarios de dichas unidades llevarán repercutidos la parte proporcional de ejecución de terraplén.

La unidad de medida serán metros cúbicos (m³).

5.1.2.8. Pedraplenes

Se aplicará el art. 331 del PG-3.

Los materiales para emplear en los rellenos tipo pedraplén procederán de excavaciones y ocasionalmente de préstamo cuando así se defina por el CONTRATANTE, debiendo reunir los requisitos exigidos para rocas adecuadas en el art. 331 del PG-3 respecto a procedencia, calidad, granulometría y forma.

A efectos de determinar la procedencia del material, se considerará material de excavación cualquier material que no sea procedente de cantera homologada y material de préstamo cualquier material procedente de cantera autorizada.

Durante la excavación del material a utilizar en pedraplenes se eliminará la cobertura vegetal, así como las zonas de roca superficial alterada. Se eliminarán asimismo las zonas de material inadecuado que aparezcan en el interior de la formación rocosa durante la excavación de ésta.

El extendido del material se realizará en tongadas de espesor uniforme para que, con los medios disponibles, se obtenga la compacidad deseada. A falta de otra especificación dicho espesor será de sesenta centímetros (60 cm) y en ningún caso será superior a un metro (1 m) ni a tres (3) veces el tamaño máximo del árido. En todo caso, el espesor de la tongada debe ser superior a tres medios (3/2) del tamaño máximo del material a utilizar.

Su compactación se realizará con medios mecánicos adecuados a las características del terreno y material, hasta conseguir las compacidades mínimas necesarias.

Las dimensiones y características de la coronación del terraplén, se realizará de acuerdo con los planos del proyecto.

La partida de pedraplén está incluida en la definición de las unidades de caminos y plataformas, y los precios unitarios de dichas unidades llevarán repercutidos la parte proporcional de ejecución de pedraplén.

La unidad de medida es metros cúbicos (m³).

5.1.3. Firmes

5.1.3.1. Subbases granulares

Se aplicará el art. 500 del PG-3.

Se define como subbase granular la capa de material granular situada entre la base del firme y la explanada.

Se presentarán los ensayos de las subbases, así como su procedencia y características para su aprobación por el CONTRATANTE con anterioridad a su empleo. Durante su utilización se realizarán ensayos de caracterización para comprobar que no cambien sus características, según ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. **Materiales,** de este Pliego.

Su compactación se realizará con medios mecánicos adecuados hasta conseguir una densidad superior al 95% de la máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado (en ausencia de otro valor en el proyecto o Especificación Técnica Particular).

La partida de zahorra está incluida en la definición de las unidades de caminos y plataformas, y los precios unitarios de dichas unidades llevarán repercutidos la parte proporcional de ejecución, colocación y compactación de zahorra.

5.1.3.2. Zahorras

Se aplicará el art. 510 del PG-3.

Se presentarán los ensayos de las zahorras, así como su procedencia y características para su aprobación por el CONTRATANTE con anterioridad a su empleo. Durante su utilización se realizarán ensayos de caracterización para comprobar que no cambien sus características, según ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. **Materiales**, de este Pliego.

Su compactación se realizará con medios mecánicos adecuados hasta conseguir una densidad superior al 98% de la máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado (en ausencia de otro valor en el proyecto o Especificación Técnica Particular).

La partida de zahorra está incluida en la definición de las unidades de caminos y plataformas, llevarán repercutidos la parte proporcional de ejecución, colocación y compactación de zahorra.

Si no se especifica otra unidad de medida, la zahorra se medirá por metros cúbicos (m^3) realmente ejecutados, medidos con arreglo a las secciones-tipo señaladas en los planos.

5.1.3.3. Suelos estabilizados in situ

Se seguirá lo establecido en el art. 512 del PG-3

5.1.3.4. Riegos de Imprimación

Se aplicará el art. 530 del PG-3.

5.1.3.5. Riegos de Adherencia

Se aplicará el art. 531 del PG-3.

5.1.3.6. Mezclas bituminosas en caliente

Se aplicará el art. 542 del PG-3.

El tipo de árido y ligante bituminoso, así como el tipo y composición de la mezcla serán los definidos por el proyecto o en su defecto los que determine el CONTRATANTE**.**

Antes de su utilización se realizará una identificación del material, con los ensayos que se indican en el art. 542 del PG-3 para verificar su adecuación a la mezcla definida en el proyecto.

Fabricación

Será aplicable todo lo indicado en el art. 542 del PG-3. El CONTRATISTA entregará un dossier con los resultados de todos los ensayos de contraste de la planta la dosificación y los sellos de calidad de la misma.

Además, en el caso que la planta no presente ensayos de contraste, donde se detalle el historial de resultados de la planta, es preceptivo que el CONTRATISTA compruebe las características de la mezcla hormigón a utilizar mediante los ensayos a los que se refiere el mismo art. 542 del PG-3.

Extensión

Se medirá la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado 542.8 del PG-3.

Antes de verter la mezcla del elemento de transporte a la tolva de la extendedora, se comprobará su aspecto y se medirá su temperatura.

Se comprobará frecuentemente el espesor extendido, mediante un punzón graduado.

Compactación

Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación, verificando:

- Que el número y tipo de compactadores son los aprobados.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.
- El lastre, peso total y, en su caso, presión de inflado de los compactadores.
- La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
- El número de pasadas de cada compactador.
- En mezclas drenantes, se comprobará con la frecuencia que sea precisa la permeabilidad de la capa durante su compactación, según la NLT-327.
- Al terminar la compactación, se medirá la temperatura en la superficie de la capa.

Control de recepción de la unidad terminada

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes a una (1) sola capa de mezcla bituminosa en caliente:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m²) de calzada.

- La fracción construida diariamente.

Se tomará al menos una (1) muestra de la mezcla de cada lote realizando los siguientes ensayos:

- Granulometría de los áridos extraídos, según la UNE-EN 12697-2.
- Dosificación de ligante, según la UNE-EN 12697-1.
- En mezclas densas, semidensas y gruesas, análisis de huecos y resistencia a la deformación plástica empleando el aparato Marshall (serie de tres [3] probetas como mínimo), según la NLT-159. En mezclas de alto módulo, además de lo anterior, determinación del módulo dinámico a veinte grados Celsius (20ºC), según la norma NLT-349.
- En mezclas drenantes, análisis de huecos (serie de tres [3] probetas como mínimo), según la NLT-168, y la pérdida por desgaste, según la NLT-352.

Ligantes bituminosos

Deberán cumplir las características indicadas en las Normas NLT y en el PG-3.

Cuando no se especifique otra unidad de medida, las mezclas bituminosas se medirán por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos con arreglo a las secciones-tipo señaladas en los planos.

5.1.3.7. Pavimentos de hormigón

Se seguirá lo establecido en el art. 550 del PG-3.

Materiales

Conforme a la RC-16, se usarán cementos comunes excepto de tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/B, CEM III/C y CEM V/B. Sólo se permitirán cementos con caliza (CEM II/A-L, CEM II/B-L, CEM II/A-LL y CEM II/B-LL) con la autorización expresa de la Dirección de Obras. Serán de clase resistente mínima 32,5N. Se permitirá clase resistente 42,5R en invierno.

El principio de fraguado conforme a UNE-EN 196-3 no tendrá lugar antes de los cien minutos.

Áridos

No se permitirán áridos que puedan tener componentes que reaccionen con los álcalis, ni sulfuros sulfato cálcico o compuestos ferrosos.

Árido fino

Él árido fino podrá ser de trituración siempre que cumpla lo establecido en el art. 550.2 del PG-3 y que sea de naturaleza silícea.

El valor de equivalente de arena según UNE-EN 933-8 será inferior a 75 y el módulo de finura UNE-EN 933-1 tendrá una variación inferior al 5%

Aditivos

Se permite el uso de plastificantes. No se aceptarán aireantes u otros componentes que produzcan efectos perniciosos sobre el hormigón. Podrán usarse aceleradores o retardadores de fraguado en condiciones climáticas adversas, siempre que lo autorice la Dirección de Obra.

Producto filmógeno de curado

Se emplearán productos basados en dispersión acuosa de polímeros sintéticos. La porción no volátil será de color claro, y no inflamable.

Se extenderá con camiones cisterna proporcionando un rociado uniforme sobre la superficie y se aplicará cuando no se detecte agua en ella.

Tipo de hormigón

En el presente proyecto, se empleará hormigón de tipo HF-3,5 resistencia a flexotracción a 28 días de 3.5 MPa y tendrá una consistencia de entre cuatro y cinco centímetros.

La dosificación mínima de cemento será de trescientos kilos por metro cúbico y la relación ponderal agua/cemento será inferior a 0,45

Condiciones del proceso de ejecución

Puesta en obra

Para todas las categorías de tráfico, se empleará una extendedora y una pavimentadora para vibrar y uniformizar la mezcla.

Las juntas se efectuarán en seco mediante radial con disco de diamante y se sellarán una semana después.

El acabado superficial asegurará la adherencia de los vehículos.

Espesor

Si la media de las diferencias entre el espesor medido y el prescrito fuera positiva, y no más de un (> 1) individuo de la muestra presentase una merma (diferencia negativa) superior a diez milímetros (> 10 mm), se aplicará, al precio unitario del lote, una penalización de un diez por mil (10 ‰) por cada milímetro (mm) de dicha merma.

Si la merma media fuera inferior o igual a diez milímetros (≤ 10 mm), y no más de un (> 1) individuo de la muestra presenta una merma superior a veinte milímetros (> 20 mm), se aplicará, al precio unitario del lote, una penalización de un dos por ciento (2 %) por cada milímetro (mm) de merma media.

En los demás casos, se demolerá y reconstruirá el lote con cargo al CONTRATISTA.

Rasante

Se aplicará una penalización del 5% por cada milímetro de discrepancia por encima de las tolerancias fijadas en el epígrafe 550.7.2 del PG-3

Se medirá por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados conforme a la unidad incluida en el Proyecto.

5.1.4. Obras de contención de taludes

5.1.4.1. Piedra de escollera

Se aplicará el art. 658 del PG-3.

5.1.4.2. Fábrica de Gaviones

Se aplicará el art. 659 del PG-3.

5.1.4.3. Anclajes

En general se seguirán las indicaciones del Art. 675 del PG-3.

Las normas y recomendaciones que siguen se establecen para pernos de anclajes normales. Caso de utilizar anclajes especiales, junto con su definición se darán las normas de ejecución.

La perforación se efectuará, salvo indicación en contra, por percusión normal a la superficie de anclaje.

Las profundidades de los taladros que se indiquen en los planos serán las mínimas. En zonas con sobreexcavación se adecuará la longitud de perno de manera que se mantenga la profundidad de anclaje prevista y se lleve el final de la barra o gancho a la posición indicada en los planos. No se permitirá prolongar las barras por medio de soldadura u otro tipo de unión.

Tras realizar la perforación e inmediatamente antes de introducir el perno en el taladro, se procederá al lavado del taladro mediante agua a presión no menor de 500 kPa, introduciendo un tubo o manguera hasta el fondo del taladro y manteniendo la circulación de agua hasta que salga completamente limpia sin turbiedad ni elementos en suspensión. Se terminará la operación con aire a presión hasta eliminar completamente el agua procedente del lavado.

Inmediatamente después de esta operación de secado, se procederá al relleno del taladro mediante mortero o lechada de cemento, según la dosificación aprobada por la Dirección de Obra. El relleno debe efectuarse introduciendo el tubo o manguera hasta el fondo del taladro y rellenando desde abajo hacia arriba hasta ver salir el producto por la boca del taladro, instante en el que se iniciará la retirada lenta del tubo de aducción, sin dejar de inyectar producto de relleno.

Terminada la operación anterior se retirará el tapón y se introducirá el perno perfectamente limpio. El perno una vez colocado, no deberá sufrir golpe ni desplazamiento alguno hasta el endurecimiento completo del relleno. Una vez endurecido el mortero se procederá al tesado de los pernos, según la carga estimada en proyecto, siendo recomendable realizar la puesta en carga en varios escalones.

Si el mortero o lechada experimentara un descenso en el taladro, se procederá a su relleno hasta la boca del taladro.

Si existieran drenes en sus proximidades, se cuidará de que la inyección no penetre en ellos, siendo por cuenta del **CONTRATISTA** cualquier medida necesaria para lograr tal fin.

Si el perno hubiera sufrido algún golpe o movimiento durante el endurecimiento del material de relleno, deberá ejecutarse un nuevo anclaje en las inmediaciones del anterior y su coste será asumido por el **CONTRATISTA**.

Cuando no se especifique otra unidad de medida, los anclajes se medirán por unidad (ud.) realmente colocados según las características y descripción del proyecto.

5.1.5. Drenajes

En general se seguirán las indicaciones del Art. 410 del PG-3 y condicionados de las Conferderaciones Hidrograficas, respecto a arquetas y pozos de registro, y de la normativa UNE-EN 1916 de tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero.

Se realizarán los estudios hidrológicos necesarios para la obtención de caudales y poder dimensionar adecuadamente el sistema de drenaje.

El sistema de drenaje del parque eólico consistirá en la ejecución de cunetas longitudinales al camino y drenajes transversales que permitan derivar las aguas de escorrentía en determinados puntos. En el caso de que los drenajes deban ejecutarse en zonas competencia del organismo de cuenca se deberán cumplir con las prescripciones de la resolución, siendo la empresa CONTRATISTA, en caso de necesidad, la encargada de justificar técnicamente antes el organismo competente la NO conveniencia de ejecución de alguna de las insfraestucturas previstas, ecutando en última instancia la obra indicada en la resolución en el caso de discrepancias entre CONTRATISTA y órganismo competente.

Se tendrá especial cuidado en la salida de las aguas de escorrentía de los drenajes transversales, debido a que su evacuación puede causar erosiones importantes, ejecutando para ello encachados de piedras.

La red de drenajes de una subestación tendrá como objetivo evitar la acumulación de agua en los parques, tanto de intemperie como en el interior de los edificios.

Se proyectará una red de drenaje formada por tubos DREN, colocados en el fondo de zanjas de grava, rodeadas de material filtrante (geotextil) para evitar que se colmaten. Se podrá utilizar el recorrido de los canales de control para este fin.

Se colocarán arquetas de registro en los puntos de confluencia de las distintas zanjas y finalmente a un pozo de registro o gravas envuelto de geotextil, lo cual evitará que los finos colmaten las gravas e inutilicen el pozo con el transcurso del tiempo. en donde vierten todas las aguas provenientes de la zanja de gravas, éstas verterán a la red de alcantarillado.

En caso de que no exista red de alcantarillado, se realizará una red de tubos desde el pozo de gravas y se protegerá con escollera que evite la erosión del terreno y que permita el flujo del agua pluvial de manera natural.

Cuando no se especifique otra unidad de medición, los drenajes transversales se medirán por metro(ml) realmente ejecutada, incluyendo arquetas de recogida y salida de agua, aletas y encachado de piedra, según definición de la unidad del proyecto.

5.1.5.1. Cunetas de hormigón ejecutadas en obra

Será de aplicación, junto con lo aquí preceptuado, lo dispuesto en el art. 400 del PG-3, de acuerdo con la Orden FOM/1382/2002, de 16 de mayo.

Cuneta de hormigón ejecutada en obra es una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la plataforma, con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia, que se reviste "in situ" con hormigón, colocado sobre un lecho de asiento convenientemente preparado.

La forma, dimensiones, tipo y demás características, se ajustarán a lo que figure en la Norma 5.2-IC de Drenaje Superficial (2016) y en el Proyecto.

Las cunetas podrán ser:

- Cuneta triangular de desmonte.
- Cuneta trapecial de desmonte.
- Cuneta en encuentro de taludes.

Materiales.

Se cumplirá en todo caso, lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento, transporte y retirada de productos sobrantes a vertedero autorizado incluidos cánones de productos de construcción.

El hormigón utilizado en el revestimiento, y sus componentes, cumplirán con carácter general lo exigido por las vigentes:

- Código estructural RD. 470/2021
- Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16.
- Artículos 610 "Hormigones" del PG-03.

La resistencia característica a compresión del hormigón no será inferior a veinte megapascales (20 MPa), a veintiocho días (28 d).

Otros Materiales.

Los restantes materiales a emplear en esta unidad de obra, tales como rellenos, juntas, etc., cumplirán lo especificado en el Proyecto.

Los materiales de sellado a emplear en las juntas previa aceptación por el Director de las Obras, podrán ser productos bituminosos, productos elastoméricos sintéticos o perfiles elásticos, con materiales de relleno y protección cuando sean necesarios, en función del tipo de junta de que se trate.

Preparación del lecho de asiento.

A partir de la superficie natural del terreno o de la explanación, se procederá a la ejecución de la excavación de la caja que requiera la cuneta y a la nivelación, refino y preparación del lecho de asiento.

La excavación se realizará, en lo posible, de aguas abajo hacia aguas arriba y, en cualquier caso se mantendrá con nivelación y pendiente tales que no produzca retenciones de agua ni encharcamientos.

Cuando el terreno natural en el que se realice la excavación no cumpla la condición de suelo tolerable, podrá ser necesario, a juicio del Director de las Obras, colocar una capa de suelo seleccionado según lo especificado en el art. 330, "Terraplenes" de este Pliego, de más de diez centímetros (10 cm) convenientemente nivelada y compactada.

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones y cambio de características en el lecho de asiento. A estos efectos, el tiempo que el lecho pueda permanecer sin revestir se limitará a lo imprescindible para la puesta en obra del hormigón, y en ningún caso será superior a ocho días (8 d).

Hormigonado.

La puesta en obra del hormigón se realizará de acuerdo con el RD. 470/2021.

Se cuidará la terminación de las superficies, no permitiéndose irregularidades mayores de quince milímetros (15 mm) medidas con regla de tres metros (3 m) estática según NLT 334.

Los defectos en espesor del revestimiento de hormigón previsto en los planos de Proyecto no serán superiores a diez milímetros (10 mm), ni a la cuarta parte (3) del espesor nominal.

Las secciones que no cumplan estas condiciones serán levantadas y ejecutadas de nuevo, no permitiéndose el relleno con mortero de cemento.

Juntas.

Las juntas de contracción se ejecutarán, con carácter general, a distancia de dos metros (2 m), su espesor será de tres milímetros (3 mm) en el caso de juntas sin sellar y de al menos cinco milímetros (5 mm) en las juntas selladas.

Las juntas de dilatación se ejecutarán en las uniones con las obras de fábrica. Su espesor estará comprendido entre quince y veinte milímetros (15 y 20 mm).

Después del curado del hormigón las juntas deberán limpiarse, colocándose posteriormente los materiales de relleno, sellado y protección que figuren en el Proyecto.

Las juntas se sellarán utilizando para ello mortero de cemento CEM II-A/P 32,5R. Inmediatamente después se realizará, en los casos en que esté especificado en los planos, el recubrimiento de hormigón necesario, con el mismo tipo de hormigón utilizado para realizar la solera.

Las mediciones incluyen, el perfilado de los taludes y el cajeado para el revestimiento y el propio revestimiento, en los casos que vaya a revestirse, y la retirada de productos sobrantes a vertedero o lugar de empleo.

Así pues, en el precio el revestimiento de hormigón cuando la cuneta sea revestida, por tanto, la medición incluye el suministro y colocación del hormigón, los aditivos, nivelación, fratasado, parte proporcional de juntas de retracción y dilatación, y sellado de las mismas. En estos casos se incluye además el encofrado.

La excavación necesaria para la ejecución de la cuneta se medirá y abonará conforme a lo especificado en el proyecto.

5.1.5.2. Pasos salvacunetas, obras de drenaje y elementos prefabricados

Será de aplicación junto con lo aquí preceptuado lo indicado en el Art. 401 "cunetas prefabricadas" del PG-3.

La forma, dimensiones, tipo de material y demás características, se ajustarán a lo que figure en la Norma 5.2-IC de Drenaje Superficial, y en el Proyecto.

Materiales.Se incluyen dentro de este apartado los tubos y piezas prefabricadas y sus componentes, así como todos aquellos que formen parte de las cunetas y obras de drenaje

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Adicionalmente a las condiciones especificadas en el Proyecto, cuando el material utilizado en las piezas prefabricadas sea hormigón, se cumplirá con carácter general lo exigido por:

- Código Estructural RD. 470/2021
- Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16

Lo dispuesto en este art. se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 542/2020 por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.

Los anclajes se ejecutarán con hormigón armado tipo HA-25, cuyas, en general, y sus componentes elementales cumplirán además las condiciones del RD. 470/2021, así como el acero empleado en el caso de los anclajes.

Estarán fabricados por algún proceso que garantice una elevada compacidad, con un proceso de curado controlado, de tal forma que se eviten fisuras o grietas por retracción y fraguado para garantizar la impermeabilidad. Para la fabricación del hormigón se utilizará árido calizo.

La superficie interior será suficientemente lisa e impermeable y las unidades prefabricadas serán fuertes, duraderas, libres de defectos, grietas o deformaciones, tales controles serán impuestos tanto en fábrica como en obra.

En general, los materiales empleados en la fabricación de las piezas deberán tener un control exhaustivo mediante controles de áridos, certificados de producto y de las características de aceros, cementos y aditivos exigidos en el RD. 470/2021.

Cuando el material utilizado sea hormigón el tamaño máximo del árido no será superior al treinta y tres por ciento (33%) del espesor mínimo de la pieza. La resistencia característica a

compresión del hormigón a utilizar en las piezas prefabricadas se fijará de acuerdo con el vigente Código estructural (RD. 470/2021).

Manipulación y Acopio

La manipulación y acopio de las piezas y tubos se realizará de forma que las tensiones producidas en estas operaciones no superen el cincuenta por ciento (50%) de la resistencia característica en ese momento.

Las piezas se almacenarán en obra hasta su empleo en las condiciones que, en el Proyecto, o a juicio del Director de las Obras, sean preceptivas.

Aquellas piezas que, durante el transporte, carga, descarga o almacenamiento hayan sufrido deterioros o presenten defecto se rechazarán.

Preparación del Lecho de Asiento y Colocación de las Piezas Prefabricadas.

Previamente a la colocación de las piezas deberá comprobarse el estado de la superficie de apoyo, procediéndose a su limpieza en caso necesario.

En los elementos prefabricados se incluye el suministro y transporte a lugar de empleo, excavación, agotamiento y entibación, si fuese necesario, carga y transporte de productos sobrantes a vertedero, cánones de vertido, nivelación y preparación del lecho de asiento y perfilado.

La unidad de medida es metro lineal (m).

5.1.5.3. Badenes

Será de aplicación lo indicado en el apartado **5.1.3.7 Pavimentos de hormigón** y será conforme a la partida contenida en el proyecto.

Se medirá por metros cúbicos (m^3) realmente ejecutados conforme a la unidad incluida en el Proyecto.

5.1.6. Materiales siderúrgicos

5.1.6.1. Armaduras pasivas

El acero será del tipo B 500S ó B 500SD, según lo especificado en la Especificación Técnica Particular o los planos del proyecto. El acero cumplirá con las características y requisitos exigidos en el RD. 470/2021, así como las especificaciones adicionales.

La armadura deberá estar elaborada, cortada y doblada en taller. El CONTRATISTA elaborará a partir de los planos del proyecto un despiece de la armadura conforme a el RD. 470/2021 y someterá el mismo a la aprobación del CONTRATANTE.

La disposición de las armaduras una vez hormigonadas, será tal y como figuren en los planos e instrucciones del proyecto, debiendo estar perfectamente sujetas para soportar el vertido, peso y vibrado del hormigón, respetándose especialmente los recubrimientos mínimos.

El acero para la estructura de cimentaciones se medirá por kilos (kg) colocados según planilla de despiece aprobada por el CONTRATANTE, no admitiéndose excesos por despuntes,

solapes, o cualquier elemento auxiliar de guía, soporte o de seguridad no contemplado en el despiece.

Colocación

Las armaduras se ajustarán a la designación y características mecánicas indicadas en los planos del Proyecto, y deben llevar grabadas las marcas de identificación definidas en el RD. 470/2021.

El CONTRATISTA deberá aportar certificados del suministrador de cada partida que llegue a obra, en los que se garanticen las características del material.

Para el transporte de barras de diámetros hasta diez (10) milímetros, podrán utilizarse rollos de un diámetro mínimo interior igual a cincuenta (50) veces el diámetro de la barra.

Las barras de diámetros superiores, se suministrarán sin curvatura alguna, o bien dobladas ya en forma precisa para su colocación.

Para la puesta en obra, la forma y dimensiones de las armaduras serán las señaladas en los Planos. Cuando en éstos no aparezcan especificados los empalmes o solapes de algunas barras, su distribución se hará de forma que el número de empalmes o solapes sea mínimo, debiendo el CONTRATISTA, en cualquier caso, realizar y entregar al Director de las Obras los correspondientes esquemas de despiece.

El doblado de las armaduras se realizará según lo especificado en el RD. 470/2021, así como en el art. 600 del PG-3.

El CONTRATISTA ha de presentar a la Dirección de Obra para su aprobación, y con suficiente antelación, una propuesta de despiece de las armaduras de todos los elementos a hormigonar.

El despiece ha de contener la forma y medidas exactas de las armaduras definidas en el Proyecto

Ha de indicar claramente el lugar donde se producen los empalmes y el número y longitud de éstos.

Ha de detallar y despiezar todas las armaduras auxiliares.

Todas y cada una de las figuras han de estar numeradas en la hoja de despiece, en correspondencia con el Proyecto

En la hoja de despiece han de ser expresados los pesos totales de cada figura.

Las armaduras se colocarán limpias y exentas de toda suciedad y óxido adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los Planos y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón.

Protección contra la corrosión

Se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separados del suelo y de forma que no se manchen de grasa, ligante, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras al hormigón.

Mallas electrosoldadas

Se aplicarán el RD. 470/2021y el art. 241 del PG-3.

5.1.6.2. Acero laminado

Los aceros no aleados laminados en caliente para construcciones metálicas serán de calidad S275 JR según la norma UNE-EN 10025 debiendo cumplir con dichas normas y con las condiciones técnicas generales de suministro de productos siderúrgicos según lo indicado en la Norma UNE-EN 10021.

Estos aceros están destinados a ser empleados exclusivamente en las condiciones previstas por la Norma UNE-EN 10025-1, es decir, a temperaturas ambientales de servicio en estructuras metálicas atornilladas, roblonadas o soldadas, no estando previsto para ser sometidos a tratamientos térmicos salvo los de normalizado o de eliminación de tensiones.

Los perfiles utilizados y la ejecución de las estructuras se ajustarán a la Instrucción EAE (Instrucción de Acero Estructural). La disposición de los laminados, y su medición se realizará conforme a los valores teóricos de acuerdo con los planos e instrucciones del Proyecto, no considerándose los despuntes, o solapes, ganchos, patillas, etc. que pudieran introducirse.

En aquellos casos que se suministren perfiles ya elaborados, incluirán 2 manos de pintura protectora antioxidante y su medición se realizará por su peso directo.

Cuando no se especifique otra unidad de medición, el acero en perfiles laminados para ejecución de estructuras se medirá por kilos (kg) teóricos colocados según proyecto constructivo.

5.1.7. Embebidos en hormigón

Se utilizarán tubos corrugados de PEAD (HDPE) forrados interiormente lisos en interior y corrugados exteriormente con gúia para el paso del cableado de media tensión, fibra óptica y red de tierras, y con la resistencia a compresión suficiente para soportar los esfuerzos que le transmite el hormigón según normativa UNE-EN-61386 y UNE-EN 60423.

Se tendrá especial cuidado en la correcta colocación de los tubos y embebidos en el interior de las cimentaciones de los aerogeneradores, sujetándolos adecuadamentey con separadores normalizados y aprobados por el el CONTRATANTE para que no se muevan durante el proceso de hormigonado.

Antes del hormigonado se limpiarán los tubos para evitar que los cables puedan ser dañados. Uso de guía y mandrilado.

Una vez finalizado el hormigonado y retirados los encofrados, se procederá a comprobar que los tubos corrugados no se encuentran obstruidos o cegados. Será responsabilidad del CONTRATISTA y a su cargo el desbloqueo de los tubos mediante taladro o cualquier otro procedimiento aprobado por el CONTRATANTE, en caso que esto ocurriera.

Con anterioridad al inicio del hormigonado se taparán con plásticos, en forma de capuchón, las bocas de entrada y salida para evitar, de esta forma el vertido de hormigón dentro de estos elementos.

Cuando no se especifique otra unidad demedición, los tubos embebidos en hormigón se abonarán por metros lineales (ml.) realmente colocados.

5.1.8. Virolas o pernos

Durante el proceso de recepción, descarga, implantación y montaje de las virolas o pernos para la cimentación de aerogenerador, éstas deberán suspenderse y apoyarse en los puntos previstos, a fin de que no se vean sometidas a solicitaciones desfavorables.

Las virolas de los aerogeneradores se nivelarán antes del proceso de hormigonado, comprobando la horizontalidad de tres puntos de la misma (virolas de tres patas de apoyo) o seis puntos de la misma (virolas de seis patas de apoyo), y verificando que los otros tres o seis puntos intermedios no superen la tolerancia fijada por **el CONTRATANTE** o la persona en quien delegue.

Una vez comprobada la nivelación se procederá al anclaje de las patas de nivelación, a la losa de hormigón, mediante pernos tipo HILTI tras lo que se comprobará que la nivelación no ha sufrido variación.

Igualmente se verificará la nivelación de la virola una vez hormigonada la cimentación, verificando que los seis puntos o los doce puntos anteriormente utilizados se encuentran dentro de la tolerancia fijada.

En el supuesto de que la nivelación previa al hormigonado superase la tolerancia marcada se pondrá en conocimiento del CONTRATANTE para que se adopten las medidas oportunas.

Todas las nivelaciones y comprobaciones topográficas realizadas para el montaje de las virolas de aerogeneradores deberán ser recogidas en el PPI que **el CONTRATANTE** entregará al **CONTRATISTA**, siendo responsable este último del correcto seguimiento del PPI.

Para el caso de los pernos de anclaje se comprobará topográficamente que estos están verticales, así como que todas las tuercas y elementos de anclaje están perfectamente ajustados.

Las virolas o pernos se medirán por unidad de cimentación de aerogenerador (ud.) realmente colocada, incluyendo la descarga, colocación de patas, montaje, nivelación, elementos de anclaje y comprobaciones.

5.1.9. Hormigones

Se define como hormigón la mezcla en proporciones adecuadas de cemento, árido grueso, árido fino y agua, con o sin la incorporación de aditivos o adiciones, que desarrolla sus propiedades por endurecimiento de la pasta de cemento (cemento y agua).

Los hormigones que aquí se definen cumplirán las especificaciones indicadas en la vigente "Código estructural (el RD. 470/2021)", o normativa que la sustituya, así como las especificaciones adicionales contenidas en este artículo.

Esta unidad incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de las superficies que van a recibir la mezcla
- Adquisición de cemento, áridos y agua.
- Fabricación, transporte, puesta en obra y vibrado del hormigón.
- Curado y retirada de los elementos sobrantes de obra.

Estas operaciones se llevarán a cabo para los tipos de hormigón a emplear en cada elemento estructural, según su resistencia característica y clases generales y específicas de exposición definidas de acuerdo con lo indicado en los planos incluidos en el proyecto.

5.1.9.1. Materiales y dosificación

Se aplicará el RD. 470/2021

El CONTRATISTA adjudicatario de las obras será responsable de la calidad de los materiales utilizados y del cumplimiento de todas las especificaciones establecidas en el RD. 470/2021.

La dosificación de cemento se realizará en base al tipo de hormigón a utilizar, respetando las limitaciones siguientes:

a) La cantidad mínima de cemento por metro cubico (m³) de hormigón será la establecida en el RD. 470/2021 según tipo de hormigón a utilizar.
b) La máxima relación agua/cemento, responsable de la permeabilidad del hormigón, será la establecida en el RD. 470/2021 según tipo de hormigón a utilizar. En caso de utilización de adiciones, los contenidos de cemento no podrán ser inferiores a 200, 250 ó 275 kg/m³ según se trate de hormigón en masa, armado o pretensado.
c) La cantidad máxima de cemento por metro cubico (m³) de hormigón será de 400 kg. En casos excepcionales y previa autorización de la Dirección Facultativa podrá superarse dicho límite.
d) El cemento utilizado, salvo indicación en contra en el proyecto o especificación técnica particular será del tipo CEMII/B-V-42,5 ó CEMII/A-L42,5. Si por circunstancias especiales se estimara conveniente la utilización de otro tipo de cemento, será indicado expresamente por la Dirección Facultativa.

Los áridos serán de cantera, río o bien procedentes de machaqueo, debiendo estar limpios y exentos de tierra, polvo, arcilla o materia orgánica y cumplir con los requisitos indicados en el RD. 470/2021.

El tamaño máximo del árido estará limitado en general a 40 mm y su proporción de mezcla definida por porcentaje en peso de cada uno de los diversos tamaños utilizados.

La humedad libre de los áridos deberá ser inferior al 12% no variando en más de un 2% a lo largo de la jornada, debiendo realizarse una comprobación diaria y la corrección consiguiente del agua de amasado antes del comienzo del hormigonado y cuando se observase fluctuaciones constantes de los áridos.

Los áridos deberán encontrarse saturados y superficialmente secos, a fin de obtener un hormigón de la máxima compacidad, manejable, sin segregación, bien ligado y de resistencia exigida.

El agua de amasado que se puede utilizar en el hormigón debe cumplir con los requisitos del RD. 470/2021.

El uso de cualquier aditivo en el hormigón deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa. Se recomienda utilizar aditivos de un reconocido prestigio de casa de solvencias, debiendo seguir las recomendaciones de uso del fabricante y cumpla lo indicado en el RD. 470/2021.

No obstante, cuando un aditivo no se conozca se deberá de hacer ensayos previos de hormigón con carácter comparativo con hormigón sin aditivo, independientemente de la firma que se aplicará el RD. 470/2021.

5.1.9.2. Docilidad del hormigón

Se aplicará el RD. 470/2021.

La docilidad de los hormigones será la necesaria para que con los métodos de puesta en obra y consolidación que se adopten no se produzcan coqueras ni refluya la pasta al terminar la operación

5.1.9.3. Fabricación

Se aplicará el RD. 470/2021.

Sólo se admitirá el empleo de hormigones fabricados en central y estas instalaciones deberán cumplir con lo estipulado en el Real Decreto 163/2019, de 22 de marzo, por el que se aprueba la Instrucción Técnica para la realización del control de producción de los hormigones fabricados en central.

Antes de la primera petición de hormigón a la planta, se comprobará y aprobará por parte de la Dirección Facultativa la dosificación a utilizar para cada tipo de hormigón estructural, verificando que se cumple el RD. 470/2021; realizando el CONTRATISTA para ello los ensayos previos del hormigón fijados en el RD. 470/2021, e incluso los ensayos característicos de conformidad del RD. 470/2021 si la planta no dispusiese de ensayos de contraste donde se pudiera comprobar el historial de resistencias de la planta, para un hormigón preparado siempre con materiales de la misma naturaleza y origen, de la misma instalación y proceso de fabricación. Del resultado de los ensayos se determinará si procede o no aprobar dicha dosificación.

5.1.9.4. Transporte

Se aplicará el RD. 470/2021.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. A juicio de la dirección de obra se podrá modificar este plazo si se emplean cementos, aditivos o adiciones especiales.

En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado, el tiempo límite deberá ser inferior a una hora, a menos que se adopten medidas especiales para aumentar el tiempo de fraguado.

Cuando por alguna circunstancia se prevea que vaya a excederse el tiempo límite, se pondrá en conocimiento del CONTRATANTE con la antelación suficiente para que se adopten las medidas oportunas.

No se mezclarán masas de hormigón fresco fabricadas con distintos tipos de cemento.

El transporte a obra podrá hacerse con amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se han de limpiar cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa de hormigón fresco. Se ha de verificar que las paletas no presenten desgastes o que la superficie interior de la cuba sufra cualquier tipo de desperfecto que pueda afectar a la homogeneidad del hormigón.

Cuando el hormigón se amase completamente en central y se transporte en camión hormigonera, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80 % del volumen total de la cuba. Cuando el hormigón se amase, o termine de amasar en el camión hormigonera, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total de la cuba.

5.1.9.5. Puesta en obra

Se aplicará el RD. 470/2021.

Antes de iniciar el hormigonado, se procederá a la limpieza de la superficie que estará en contacto con el hormigón por medio de chorro de agua y aire a presión, eliminando seguidamente el agua que se haya depositado. Para ello el CONTRATISTA deberá contar en obra durante todo el tiempo en el que se desarrollen tareas de hormigonado con tantos compresores como tajos simultáneos se prevean hormigonar, más una unidad de reserva.

Las tongadas de hormigón tendrán una altura acorde con la capacidad de compactación de los vibradores, así como con la rigidez de los encofrados. Estos últimos resistirán suficientemente los esfuerzos provocados por el hormigón fresco en las peores condiciones.

Se adoptarán las medidas necesarias para evitar que el hormigonado quede interrumpido, si bien en aquellos casos en que resulte inevitable se colocarán varillas corrugadas para unir las partes seccionadas, cumpliendo las condiciones marcadas en el RD. 470/2021 de anclaje y solapo.

5.1.9.6. Autorización

Previo a la petición del hormigón a la planta por parte del CONTRATISTA y siempre antes de iniciarse ninguna actividad de transporte de hormigón, el CONTRATANTE o quien designe, procederá a la revisión de los tajos para determinar la aceptación del hormigonado de la misma, rellenando el PPI de Autorización de Hormigonado, registrado dentro del Plan de Calidad del CONTRATANTE. Los aspectos a considerar serán los siguientes:

- Control de calidad
- Limpieza de tajos
- Colocación de la armadura

- Encofrados
- Elementos embebidos
- Control topográfico
- Equipos de vibración

Además de los puntos de inspección semejantes a la ejecución de la zapata, en el caso del pedestal o segunda fase de hormigonado, el CONTRATANTE no autorizará el hormigonado hasta no disponer de resultados de los ensayos del hormigón con resistencias a compresión aceptables, así como rellenado el correspondiente PPI de comprobación de nivelación de virolas o pernos de anclaje, registrado dentro del Plan de Calidad del CONTRATANTE.

5.1.9.7. Vertido

Se aplicará el RD. 470/2021.

El vertido del hormigón se realizará con bomba salvo autorización expresa del CONTRATANTE.

En ningún caso se permitirá el vertido libre de hormigón desde alturas superiores a un metro cincuenta centímetros (1.50m), quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, o hacerlo avanzar más de un metro dentro de los encofrados. Se procurará siempre que la distribución del hormigón se realice en vertical, evitando proyectar el chorro de vertido sobre armaduras o encofrados.

El extendido del hormigón se ejecutará desde una esquina de la zapata hacia la opuesta, de modo que el avance se lleve en toda la altura de la tongada, escalonadamente y en diagonal, procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones, y se permita la correcta unión de las tongadas. No se colocarán en obra tongadas cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa, acorde a la capacidad de los vibradores y la rigidez de los encofrados.

5.1.9.8. Compactación

Se aplicará el RD. 470/2021.

La compactación del hormigón se realizará mediante el empleo de vibradores internos cuya frecuencia no sea superior a seis mil ciclos por minuto. Para ello el CONTRATISTA deberá contar desde antes de comienzo del hormigonado y durante todo el tiempo que dure este proceso, con al menos tres vibradores de aguja de 60 mm mínimo, más una unidad de reserva, para que, en caso de avería, pueda continuarse con el hormigonado. Igualmente se comprobará que existen grupos electrógenos y/o convertidores de frecuencia de reserva. El CONTRATISTA dispondrá de tantos equipos de vibración (grupos electrógenos y vibradores) como tajos simultáneos se prevean hormigonar, incluidos las unidades de reserva.

La compactación del hormigón se llevará a cabo con un procedimiento adecuado a la consistencia de la mezcla y de tal manera que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. Este proceso deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire.

Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales ni fugas importantes de lechada por las juntas de los encofrados. La compactación será más cuidadosa e intensa junto a los paramentos y rincones del encofrado y en las zonas de fuerte densidad de armaduras, hasta conseguir que la pasta refluya a la superficie, sin que el vibrador llegue a entrar en contacto con ellos.

Los vibradores deberán sumergirse verticalmente en la tongada a compactar hasta que su punta penetre en la tongada adyacente ya vibrada, y se retirarán de forma inclinada. La aguja se introducirá y retirará lentamente y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no superen los diez centímetros por segundo.

La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para dar a toda la superficie de la masa vibrada un aspecto brillante. Como norma general será preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo que vibrar en pocos puntos prolongadamente.

5.1.9.9. Curado y acabado de superficies

Se aplicarán el RD. 470/2021.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, debe asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo, adoptando para ello las medidas adecuadas en función del tipo, clase y categoría del cemento, de la temperatura y del grado de humedad del ambiente.

El CONTRATISTA deberá presentar para su aprobación por la Dirección Facultativa el proceso de curado y el tratamiento del acabado superficial.

En general, el proceso de curado debe prolongarse hasta que el hormigón haya alcanzado, como mínimo, el 70% de su resistencia de proyecto.

Los principales métodos para el curado del hormigón son los siguientes:

- Protección con láminas de geotextil.
- Protección con materiales humedecidos.
- Riego con agua
- Aplicación de productos de curado que formen una membrana de protección.

Se recomienda empezar el curado a partir de las 2-3 horas de que el hormigón haya fraguado.

El producto químico de curado ha de ser aprobado por la Dirección de Obra y se aplicará sobre el hormigón fresco inmediatamente después del vertido, vibrado y acabado superficial, según especificaciones y recomendaciones del suministrador.

Las superficies vistas de las estructuras, una vez desencofradas, no presentarán defectos superficiales, irregularidades, fisuras o coqueras que perjudiquen al comportamiento de la obra o su aspecto exterior.

Ante la presencia de defectos superficiales o irregularidades en la superficie de acabado, la Dirección Facultativa procederá a su inspección y mapeo, tras la cual, notificará al CONTRATISTA, para que esté presente las medidas a tomar de cara a su reparación y sean aprobadas por la Dirección Facultativa.

Ante la presencia de coqueras o fisuras, el CONTRATISTA deberá presentar un estudio más detallado, elaborado por un técnico competente y el procedimiento de reparación, para su aprobación por la Dirección Facultativa.

La superficie superior deberá presentar un acabado liso, carente de rugosidades. Si dicha superficie presentara grietas o fisuras de hormigón que pudieran provocar deterioro por oxidación de la armadura se procederá a su reparación previa aprobación de la Dirección Facultativa, según lo expuesto en los párrafos anteriores.

La evaluación del acabado de la cimentación, los productos a utilizar y procedimientos para la reparación deberán seguirse acorde a las normas UNE 1504-1 a UNE-EN 1504-10

La reparación de dichas grietas o fisuras se realizará por el CONTRATISTA siempre en presencia de la Dirección Facultativa y el CONTRATANTE o quien designe.

5.1.9.10. Hormigonado en tiempo frio

Se aplicará el RD. 470/2021 y el 610 del PG-3.

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de su vertido, será igual o superior a 5 ºC.

Con anterioridad a la elaboración del hormigón se deberán realizar una serie de comprobaciones en la planta de hormigón:

- En el caso en el que los áridos sean acopiados en tolvas u otro sistema que los mantengan a la intemperie, estos deberán estar resguardados de las bajas temperaturas por medio de lonas, carpas, etc.
- Se deberá controlar la temperatura de los componentes principales del hormigón, áridos, cemento y agua.
- Dependiendo de la temperatura ambiente y la de los componentes, a criterio de la dirección de obra, se realizará una amasada de prueba en la planta y se tomará la temperatura de dicha muestra. En el caso en que la temperatura de la muestra sea inferior a 5 ºC o que a pesar de ser superior, se estimara que podría descender durante el transporte, se deberá solicitar permiso a el CONTRATANTE para el empleo de aditivos anticongelantes.

Queda terminantemente prohibido el vertido de hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0ºC.

En el caso de necesidad de hormigonado en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas en las características resistentes de los materiales. En el caso de que se produzcan algún tipo de daños, deberán realizarse los ensayos de información necesarios especificados en el RD. 470/2021, para estimar la resistencia real y, en su caso, adoptar las medidas oportunas.

Para mantener las condiciones favorables de temperatura durante el fraguado se instalarán sistemas que aíslen el hormigón, como pueden ser dispositivos de cobertura o aislamiento, lonas o plásticos, etc., o una combinación de estos con sistemas de calefacción.

Si se fuese a utilizar aditivos anticongelantes se requerirá una autorización expresa por parte del CONTRATANTE. No se podrán utilizar productos que ataquen a la armadura.

En todo momento se dispondrán sondas de temperatura y termómetros de máxima y mínima para controlar la temperatura tanto ambiente como del hormigón, tanto en su fase de puesta en obra como durante la primera fase de endurecimiento.

5.1.9.11. Hormigonado en tiempo caluroso

Se aplicará el RD. 470/2021.

Debe tratarse de asegurar que la temperatura del hormigón en el momento del vertido sea inferior a 35ºC en estructuras normales y de 15ºC en caso de grandes masas de hormigón.

Cuando el primer hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, especialmente durante el transporte del hormigón, y para reducir la temperatura de la masa de hormigón. En este sentido se procurará que la masa llegue a la obra con la menor temperatura posible, para lo cual se procederá en planta a la conservación de los componentes del hormigón a temperatura moderada, protegiéndolos de la acción directa del sol y, en caso necesario, al enfriamiento de los áridos y del agua de amasado.

Igualmente, los encofrados o moldes destinados a recibir el hormigón deberán estar protegidos del soleamiento.

Una vez colocado el hormigón éste se protegerá del sol y especialmente del viento para evitar que se deseque.

Respecto al curado del hormigón, se recomienda su riego con agua, estableciéndose el tiempo de curado entre 3 y 14 días, dependiendo del volumen de hormigón y la forma de la pieza.

5.1.9.12. Hormigones tipo

Como norma general se emplearán hormigones tipo HM-20 en hormigones de limpieza y rellenos de hormigón en masa y del tipo HA-25, HA-30 y HA-45 en zapatas, pedestales y otras para obras de hormigón armado.

5.1.9.13. Nivelación del fondo de excavación

El CONTRATISTA podrá emplear cualquier procedimiento de ejecución que garantice que la superficie queda perfectamente plana y el espesor del hormigón de limpieza en cualquier punto de la excavación es de 10 cm (en ausencia de otro valor en el proyecto o Especificación Técnica Particular). En cualquier caso, el procedimiento de ejecución deberá contar con la aprobación previa del CONTRATANTE.

El espesor del hormigón de limpieza se determinará como diferencia entre la cota del fondo de excavación y la cota superior del hormigón de limpieza una vez endurecido.

Se procederá al vibrado del hormigón de limpieza por medio de reglas vibrantes.

5.1.9.14. Durabilidad

Se aplicará el RD. 470/2021.

La durabilidad de una estructura de hormigón es su capacidad para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta, y que podrían llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a las cargas y solicitaciones consideradas en el análisis estructural.

Los recubrimientos mínimos serán los indicados en los planos de proyectos. En caso de ausencia de los mismos se aplicará lo contemplado en el RD. 470/2021

5.1.10. Morteros

En general se seguirán las indicaciones del art. 611 del PG-3.

Se definen los morteros de cemento como la masa constituida por árido fino, cemento y agua. Eventualmente, puede contener algún producto de adición para mejorar alguna de sus propiedades, cuya utilización deberá haber sido previamente aprobada por el Director de las obras.

Los morteros utilizados requieren las siguientes características: sin retracción; de altas resistencias tempranas incluso a bajas temperaturas; buena fluidez y trabajabilidad a diferentes temperaturas; expansión controlada y gran adherencia; alta resistencia mecánica. Termorresistente; muy baja inclusión de aire o burbujas; resistencia a ambientes agresivos; fácil aplicación y puesta en servicio bombeado o vertido.

El mortero grout fabricado industrialmente predosificado y que es mezcla de aglomerantes cementosos, agua, áridos de granulometría muy fina, alguna carga mineral y aditivos, debe ser aprobado previamente por el Director de las Obras.

Preparación superficial

La superficie del sustrato deberá estar exenta de aceite, grasa o cualquier material adherente suelto. Si la superficie del hormigón fuera defectuosa o tuviera una lechada cementosa, esta debe ser eliminada hasta lograr una base sana. Los agujeros para los pernos deben estar limpios de suciedad o residuos.

Saturación con agua

Al menos dos horas antes de colocar el mortero, la superficie limpia deberá ser cubierta de agua potable. Justo antes de que el vertido de lechada se lleve a cabo, deberá ser retirada el agua en exceso. Se deberá tener cuidado con la obturación de los agujeros.

Placa de asiento

Es necesario que esté limpia y exenta de aceite, grasa o cascarilla. Placas de nivelación

Si es necesario extraerlas una vez endurecido el material, éstas deberán ser tratadas con una fina capa de grasa.

Encofrado

El encofrado deberá construirse a prueba de fugas dada la alta fluidez de los morteros. Para ello todas las juntas del propio encofrado deberán estar perfectamente selladas.

Es necesario también que la parte superior del mismo, supere el nivel final de relleno, para facilitar de esta forma el posterior curado con agua.

Debe minimizarse la superficie expuesta de mortero de cimentación. Generalmente la anchura del hueco entre el perímetro del encofrado y la placa no debe exceder de 150 mm en el lado del vertido y 50 mm en el lado opuesto. No deben quedar huecos en los laterales.

Mezcla

Si se utiliza mortero fabricado industrialmente no debe añadirse cemento, arena u otros materiales que afecten a las propiedades de este producto. Mezclar sacos completos exclusivamente. Utilizar uno o más máquinas de mezclado (se recomienda mezcladores de ciclo forzado), para permitir las acciones de mezclado y aplicación simultáneamente sin interrupciones. Mezclar solo con agua potable.

5.1.10.1. Colocación

Debe ser instalado por contratistas experimentados y con la formación adecuada. Aprobado previamente por el Director de las Obras y aceptado por el CONTRATANTE.

5.1.10.2. Curado

Para completar la operación, las zonas expuestas al aire deberán ser curadas. Esto se debería hacer mediante la membrana de curado, una aplicación continua de agua y/o arpillera húmeda.

5.1.10.3. Limpieza

Todas las herramientas y equipos podrán limpiarse simplemente con agua, inmediatamente después de su utilización. Si el material se ha endurecido deberá limpiarse mecánicamente, o con una solución.

5.1.10.4. Limitaciones

No deberá utilizarse el producto a temperaturas inferiores a +2 ºC o superiores a 30 ºC.

El soporte debe estar libre de hielo.

Cuando la temperatura del aire o de la superficie de contacto es de 5 ºC o menor, se recomienda agua caliente (30-40 ºC) para acelerar el desarrollo de resistencias.

A temperaturas superiores a 35 ºC el mortero debe ser almacenado en lugar sombrío y se utilizará para su amasado agua a una temperatura inferior a 20 ºC.

La unidad de medición es el metro cúbico (m3).

5.1.11. Encofrados y cimbras

5.1.11.1. Tipos de encofrados

En general se seguirán las indicaciones del RD. 470/2021y del art. 680 del PG-3.

Los encofrados o cimbras podrán ser de madera, metálicos o de cualquier material cuya deformidad sea moderada, uniforme y controlable. Se prohíbe explícitamente el uso de aluminio en moldes que deban estar en contacto con el hormigón, así como encofrados que no presenten una superficie plana y encofrados con irregularidades.

Tanto los encofrados como las cimbras, así como las uniones de sus diferentes elementos, resistirán sin deformaciones aquellas sobrecargas y acciones de cualquier naturaleza que pudieran producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de construcción.

Se comunicará por parte del CONTRATISTA a la Dirección de Obra, el tipo de encofrado a utilizar, si metálico o modular de alguna casa comercial. En ambos casos, se facilitará certificado de resistencia en las condiciones de uso establecidas para la construcción de los elementos de hormigonado de parque.

El forro del encofrado o elementos de cierre de las diferentes partes modulables del encofrado se realizará de forma tal que no permita el paso del mortero a través de sus juntas, durante el proceso de vibrado.

Los espesores del forro del encofrado, no serán inferiores a los límites siguientes:

- Chapa metálica .....3 mm
- Paneles de aglomerado .....21 mm
- Tabla cepillada o machihembrada .....22 mm

5.1.11.2. Desencofrados y descimbrados

En general se seguirán las indicaciones del RD. 470/2021y del Art. 681 del PG-3.

No se realizará ningún desencofrado o descimbrado antes de que el hormigón haya adquirido una resistencia 3 veces superior a la necesaria para soportar los esfuerzos producidos. En cualquier caso, el desencofrado o descimbrado deberá ser autorizado por la Dirección de Obra.

Los plazos mínimos entre el final del hormigonado y el desencofrado, serán los siguientes:

- Encofrados laterales..... 3 días
- Fondos de forjados y vigas ..... 20 días
- Descimbrado ..... 28 días

Para facilitar las labores de desencofrado podrán utilizarse productos desencofrantes, aplicados en la superficie del encofrado, acorde al RD. 470/2021, pero no deberán dejar manchas en el hormigón ni contendrán sustancias nocivas para el mismo.

Los moldes usados y que vayan a servir para utilizaciones sucesivas, serán limpiados y reparados una vez desencofrados. Para parques eólicos, no se permitirá abolladuras

5.1.11.3. Condiciones de durabilidad, nº de puestas

Los condicionantes de durabilidad de los encofrados no sobrepasarán las 30 puestas para cada uno de los elementos. Cualquier elemento con abolladuras, agujeros, desoldaduras o

defecto visible, se rechazará aún no llegando al número considerado de puestas. De acuerdo al seguimiento efectivo del número de puestas, el CONTRATISTA deberá certificar a la Dirección de Obra, el número de puestas del encofrado y parques de utilización, llevando un histórico de utilización.

Para parques con un número mayor de cimentaciones de 20, se exigirá la utilización de encofrados nuevos.

5.1.11.4. Certificaciones

Al comienzo de las obras se exigirá un certificado por parte del CONTRATISTA, que el encofrado cumple las condiciones del pliego, cumple nº de puestas y asegure que no sufrirá ningún fallo en la ejecución de dicho parque. Se considera que las condiciones del pliego son mínimos recomendados. En el caso de que se trate de encofrados circulares modulares de una casa comercial, se exigirá el mismo certificado para la autorización del hormigonado.

5.1.11.5. Penalizaciones

Aún en contraposición o no de los puntos anteriores, el CONTRATISTA asumirá en caso de fallo de los elementos de encofrado todos los daños derivados, demoliciones, virolas, posibles estudios y ejecución de reparaciones de pedestales, así como el retraso debido a la parada de producción de energía eléctrica prevista para el parque eólico, con un mínimo de dos semanas.

5.1.12. Entibación

En aquellos casos en que se hayan previsto excavaciones con entibación, el CONTRATISTA podrá proponer al Director de las Obras y al coordinador de H&S efectuarlas sin ella, explicando y justificando de manera exhaustiva las razones que apoyen su propuesta. El Director de las Obras y el coordinador de H&S podran autorizar tal modificación, sin que ello suponga responsabilidad subsidiaria alguna. Si en el Contrato no figurasen excavaciones con entibación y el Director de las Obras o el coordinador de H&S, por razones de seguridad, estimase conveniente que las excavaciones se ejecuten con ella, podrá ordenar al CONTRATISTA la utilización de entibaciones, sin considerarse esta operación independiente.

5.1.13. Elementos prefabricados

Se colocarán piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado, en todos aquellos puntos indicados en el proyecto validados por la Direccion Facultativa o quien designe el CONTRATANTE. Se seguirán las indicaciones del RD. 470/2021.

Como norma general, dichas piezas se fabricarán en talleres debidamente equipados, los cuales presentarán un expediente de dichos elementos en el que se recojan las características esenciales de los mismos, tales como:

- Calidad del hormigón
- Calidad del acero
- Dimensiones y tolerancias
- Solicitaciones de cálculo
- Precauciones durante su montaje
- Condiciones de curado

Durante el proceso de carga, transporte y montaje o colocación, los elementos prefabricados deberán suspenderse y apoyarse en los puntos previstos, a fin de que no se produzcan solicitaciones desfavorables.

Las formas y dimensiones de las piezas prefabricadas, se ajustarán perfectamente a las indicaciones del proyecto, así como al cuerpo de la obra a ensamblar, siendo recibidos todos aquellos cuerpos que requieran su unión.

5.1.14. Señalización, balizamiento y defensas

5.1.14.1. Marcas viales

Para el presente art. será de aplicación, junto con lo aquí preceptuado, lo especificado en el Art. 700 "Marcas Viales" del PG-3, según la redacción del mismo contenida en la ORDEN FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, y la Orden FOM/510/2018 de 8 de mayo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

Tipos

Las marcas viales a emplear serán, de acuerdo con los tipos señalados en la norma UNE-EN 1436, las siguientes:

- Permanente: Marca vial de color blanco, utilizada en la señalización horizontal de carreteras con tráfico convencional.
- Retrorreflectante: estructurada diseñada específicamente para mantener la retrorreflexión en seco, con humedad y lluvia.
- Sonora: Marca vial con resaltes que produce vibraciones.

Materiales

Consideraciones generales

El material base podrá estar constituido por termoplásticos de color blanco, con microesferas de vidrio de premezclado. Las marcas provisionales de obra serán amarillas de pintura acrílica.

La retrorreflexión de la marca vial en condiciones de humedad o de lluvia podrá reforzarse por medio de propiedades especiales en su textura superficial, por la presencia de microesferas de vidrio.

Criterios de selección

El Director de las Obras, definirá los materiales más idóneos para la aplicación del sistema de señalización vial horizontal en cada uno de los tramos en los que pueda diferenciarse la obra.

Las marcas termoplásticas se extenderán mediante pulverización. Podrá emplearse otro sistema siempre que resulta apropiado según la tabla 700.10 del PG-3 con la aprobación del Director de Obra, y sin que este otro sistema suponga una alteración del precio de la unidad.

Maquinaria de puesta en obra

Características y requisitos

Se usará una máquina pinta-bandas capaz de controlar automáticamente la dosificación y homogeneidad. Contará con depósito calefactado de capacidad mínima de trescientos litros.

Ejecución

El Director de las Obras, establecerá las medidas de seguridad y señalización a utilizar durante la ejecución de las obras, de acuerdo con la legislación que en materia de seguridad viaria, laboral y ambiental esté vigente.

La pintabandas tendrá un avisador luminoso rotatorio y señal acústica de marcha atrás y se prohibirá la circulación cuesta abajo en punto muerto. Se comprobará que la cabina y la máquina estén limpias antes de iniciar los trabajos: sin restos de grasas o barro. No se ejecutarán trabajos con baja visibilidad.

Preparación de la superficie existente

El Director de las Obras, podrá fijar las operaciones de preparación de la superficie de aplicación, ya sean de reparación, propiamente dichas, o de aseguramiento de la compatibilidad entre el sustrato y el nuevo sistema de señalización vial horizontal.

Eliminación de las marcas viales

Queda expresamente prohibido el empleo de decapantes y procedimientos térmicos para la eliminación de las marcas viales. Para ello, deberá utilizarse el microfresado u otro método autorizado por el Director de las Obras: agua a presión, o proyección de abrasivos.

Enmascaramiento de las marcas viales

Cuando por razones de temporalidad no sea imprescindible la eliminación de las marcas viales, sino simplemente su enmascaramiento durante un corto período de tiempo, se deberán utilizar materiales o sistemas que además de cubrir el color de la marca, sean absorbentes de la luz para evitar su brillo especular y la reversión de contraste. El producto será fácil de eliminar.

Control de calidad

Control de la unidad terminada

Métodos de ensayo

El control de calidad de las marcas viales durante el período de garantía de las obras podrá efectuarse de forma puntual, con equipos portátiles, o de manera continua, con equipos dinámicos de alto rendimiento (norma UNE-EN 1436), pudiendo emplearse complementariamente ambos métodos.

El Director de las Obras, deberá especificar la frecuencia, así como cuál de los dos métodos, o su combinación, deberá emplearse para llevar a cabo el control de calidad de la unidad terminada.

5.1.14.2. Señales y carteles retrorreflectantes verticales de circulación

Será de aplicación, lo especificado en el Art. 701 "Señales y carteles verticales de circulación retrorreflectante" del PG-3, según la redacción del mismo contenida en la ORDEN FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

Tipos

Las señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes se clasifican, en función de:

- su objeto, como de advertencia de peligro, de reglamentación o de indicación.
- su clase de retrorreflexión

Materiales

Consideraciones generales

Para los componentes de señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes se utilizarán materiales que cumplan las prescripciones referentes a características, durabilidad, calidad y servicio especificadas en este artículo.

Material retrorreflectante

Los materiales retrorreflectantes utilizados en la fabricación de señales y carteles verticales de circulación, seleccionados según se especifica en la vigente Norma 8.1-IC, "Señalización vertical".

Los materiales retrorreflectantes constituidos por microesferas, serán conformes con las características visuales (coordenadas cromáticas, factor de luminancia, coeficiente de retrorreflexión, durabilidad) y de resistencia a la caída de una masa, de la norma UNE-EN 12899-1.

Los materiales microprismáticos, cumplirán las características de las normas UNE-EN 12899-1 y UNE 135340.

Acreditación de los materiales

Se exigirá un certificado de conformidad emitido por un organismo de certificación, en el que se especifique el grado de cumplimiento de los elementos, conforme a la norma UNE 135340.

Criterios de selección de la clase de retrorreflexión

La clase de retrorreflexión de los materiales retrorreflectantes utilizados en señales y carteles verticales de circulación, se seleccionarán según se especifica en la vigente Norma 8.1-IC "Señalización vertical".

Ejecución

Replanteo

Previamente al inicio de la obra, se llevará a cabo un cuidadoso replanteo que garantice una terminación de los trabajos acorde con las especificaciones del Proyecto.

Limitaciones a la ejecución

El Director de las Obras, fijará el procedimiento de instalación y el tiempo máximo de apertura al tráfico autorizado, así como cualquier otra limitación en la ejecución definida en el Proyecto en función del tipo de vía, por la ubicación de las señales y carteles, o cualquier otra circunstancia significativa que incida en la calidad y durabilidad del elemento o en la seguridad viaria.

Control de calidad

El Director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá comprobar, sobre una muestra representativa de los materiales suministrados, que la marca, referencia y características de los mismos se corresponde con la declarada en la documentación que les acompaña, en especial en las dimensiones de las señales y carteles verticales, así como la clase de retrorreflexión del material.

Ensayos de comprobación

Antes de proceder a la instalación de los carteles y señales, el Director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá comprobar su calidad mediante la realización de los ensayos de características fotométricas y colorimétricas en la muestra correspondiente, que se evaluarán según lo especificado al respecto en la norma UNE-EN-12899-1.

Control de la unidad terminada

Consideraciones generales

El Director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá comprobar tantas veces como considere oportuno, durante el período de garantía de las obras, que las señales y carteles instalados cumplen las características esenciales y especificaciones descritas en este artículo.

5.1.14.3. Barreras de seguridad, pretiles y sistemas de protección de motoristas

Para el presente art. será de aplicación, la ORDEN FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

A su vez se tendrá en cuenta lo establecido en Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.

Tipos

Las barreras de seguridad y pretiles se clasifican, según el comportamiento del sistema, de acuerdo con los criterios, parámetros y clases definidos en las normas UNE-EN 1317-1 y UNE-EN 1317-2.

Según su geometría y funcionalidad las barreras se clasifican en simples y dobles, en función de que sean aptas para el choque por uno o por ambos de sus lados.

Los sistemas para protección de motociclistas se clasifican, según su comportamiento, de acuerdo con los criterios, parámetros y clases definidos en la norma UNE 135900.

Materiales

Barreras y pretiles

Las barreras de seguridad y los pretiles podrán fabricarse en cualquier material, siempre que el sistema disponga del correspondiente marcado CE, conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 1317-5.

El tipo de barreras y pretiles serán los siguientes:

- Tipo 1: contención H2 y anchura de trabajo W3.
- Tipo 2: contención N2 y anchura de trabajo W3.
- Tipo 3: contención N2 con protección a motoristas
- Tipo 4: contención H2 y anchura de trabajo W2
- Tipo 5: contención H3 y anchura de trabajo W2.

Otros sistemas de contención

El amortiguador de impacto estará preparado para cumplir las cláusulas establecidas en la norma UNE-EN 1317-3 para velocidades de choque de 100 km/h. Tendrá una longitud mínima de cinco metros y medio (5,5 m), una anchura máxima de, al menos, dos metros y medio (2,5 m) y una altura mínima de ochocientos milímetros (800 mm). Será de tipo redirectivo.

Características de las barreras

No podrán emplearse los siguientes elementos:

- Barreras de seguridad o pretiles de nivel de contención N1.
- Barreras de seguridad o pretiles con índice de severidad C.
- Barreras de seguridad con anchura de trabajo W8.
- Barreras de seguridad con deflexión dinámica superior a dos metros y medio (>2,5 m).

El terreno de sustentación a considerar será una zahorra artificial ZA 0/20, conforme al art. 510 del PG-3, con una densidad no inferior al noventa y ocho por ciento (98%) de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Próctor Modificado.

Ejecución

Preparación de la superficie existente

El prescrito en la zona adyacente al pavimento será una zahorra artificial ZA 0/20, conforme a los requisitos establecidos en el art. 510 de este Pliego, con una densidad no inferior al noventa y ocho por ciento (98%) de la máxima de referencia obtenida en el ensayo Proctor modificado.

Limitaciones a la ejecución

El Director de las Obras, fijará el procedimiento de instalación y el tiempo máximo de apertura al tráfico autorizado, así como cualquier otra limitación en la ejecución definida en el

Proyecto en función del tipo de vía, por la instalación de los elementos constituyentes de las barreras de seguridad, pretiles o sistemas de protección de motociclistas, o cualquier otra circunstancia significativa que incida en la calidad y durabilidad del elemento o en la seguridad viaria.

Las barreras de seguridad, pretiles y sistemas de protección de motoristas se medirán por metros lineales (m) realmente colocados en obra, incluyendo cualquier elemento necesario para su colocación, puesta en obra y parte proporcional de abatimientos.

5.1.14.4. Pórticos y banderolas

Definición

Consiste esta unidad de obra en la construcción de unas estructuras de aleación de aluminio, para la sustentación de carteles de orientación, que tienen: un (1) solo apoyo en el caso de las banderolas. dos (2) apoyos en el caso de los pórticos. Irán cimentadas en macizos de hormigón.

Materiales

Los pórticos y banderolas así como sus elementos de soporte que lo requieran de acuerdo con la normativa vigente, deberán contar con marcado CE.

Hormigón

El hormigón de las cimentaciones de los pórticos y banderolas serán del tipo HA-25 armado con barras corrugadas de acero B 500 SD.

Pernos de anclaje

Los pernos de anclaje de pórticos y banderolas serán de acero galvanizado, con un diámetro de veintisiete milímetros (27 mm).

Tornillería

Las tuercas de ensamblaje serán de acero inoxidable Z6CN 18-8 ó 18-10.

Las tuercas que participen en la rigidez del conjunto de la estructura tendrán un diámetro no inferior a doce milímetros (12 mm).

Forma y dimensiones

Las caras exteriores del pilar serán perpendiculares a la calzada adyacente, y las caras exteriores del voladizo serán paralelas a ella.

Las juntas entre elementos evitarán romper líneas de soldadura perpendiculares a lo largo de la pieza soldada. Si fuera necesario fabricar una viga en varias partes, las juntas entre ellas se ubicarán detrás de los carteles.

Las pletinas y tuercas no sobrepasarán el volumen del ortoedro resultante del contorno aparente de los perfiles maestros. Los espesores mínimos serán de:

- Cinco milímetros (5 mm) para las chapas de acero

- Cuatro milímetros (4 mm) para las chapas de aluminio

Las tuercas de anclaje y los pies de pilares quedarán por encima del nivel del terreno, si estuvieran cimentados sobre éste.

Ejecución de las obras

Corte

Se prohibirá el corte con soplete. La conformación se hará mediante sierra o cizalla o, eventualmente, con arco de plasma. Los cantos cortados que presenten irregularidades serán fresados.

Aplanamiento

El aplanamiento por calor estará estrictamente prohibido.

Soldadura

La soldadura se hará mediante arco eléctrico en atmósfera de gas argón o helio, con proceso TIG ó MIG, tras desengrasar y decapar las piezas de aluminio.

El metal de aportación estará adaptado a las aleaciones que se vayan a soldar.

Se prohibirá soldar en la obra elementos resistentes de las estructuras.

Protección

No podrá haber contacto directo entre la aleación de aluminio y metales férreos que no estén pintados, galvanizados o metalizados. El suministrador especificará la solución elegida.

Todas las partes que estén en contacto directo con hormigón serán pintadas con una pintura bituminosa.

La tornillería se protegerá contra la corrosión mediante capuchones llenos de grasa.

Los pórticos se medirán en unidades (ud) realmente ejecutadas, según el precio definido en el proyecto.

Se incluye el suministro y colocación del pórtico, el cartel, el suministro, cimentación y sujeción (placa base, anclajes, tuercas y arandelas) de los postes; así como todas las operaciones, medios materiales y humanos necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.

5.1.14.5. Señalización de obra

Definición

Será de aplicación lo establecido en EL Presente Pliego, en lo referente a las características de los elementos y ejecución de las obras, y lo indicado en la Norma 8.1- IC y en la Norma 8.3-IC. También serán de aplicación las Recomendaciones y Ordenes Circulares de la Dirección General de Carreteras sobre la materia.

El adjudicatario de las obras deberá mantener en todo momento las actuales carreteras o caminos abiertos al tráfico en buenas condiciones de seguridad y comodidad, ateniéndose a lo previsto en el Art. 104.9 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (Orden del Ministerio de Obras Públicas de 28 de septiembre de 1989 B.O.E. 9-10-89) en lo relativo a señalización, balizamiento y defensa.

Se construirán los desvíos que sean necesarios para salvar los tramos de obra en que no sea posible mantener el tráfico, siempre con las condiciones técnicas que indique el Director de las Obras.

Las señales verticales, carteles y demás elementos de señalización, balizamiento y defensa, serán susceptibles de varios empleos, siempre que se encuentren en perfecto estado a juicio del Director de las Obras, aunque en su primera utilización en la obra serán de primer uso.

Todas las señales verticales para señalización provisional serán retiradas una vez finalizado su uso y trasladadas a almacén de depósito. Serán de chapa metálica, no permitiéndose en ningún caso estampados sobre tela, papel o soluciones análogas. Llevarán un soporte resistente a la corrosión

En lo no previsto en este art. se estará a lo dispuesto en la Norma 8.3-I.C. sobre "Señalización de Obras" y disposiciones complementarias.

El CONTRATISTA de la obra determinará las medidas que deberán adoptarse en cada ocasión. El Director de las Obras podrá introducir las modificaciones y ampliaciones que considere adecuadas para cada tajo, mediante las oportunas órdenes escritas, las cuales serán de obligado cumplimiento por parte del CONTRATISTA. Podrá igualmente el Ingeniero Director de las Obras ordenar esos medios de oficio.

Sin perjuicio de los dispuesto en los artículos 104 y 106 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes, no deberán iniciarse actividades que afecten a la libre circulación por una vía fuera de poblado sin que se haya colocado la correspondiente señalización, balizamiento y, en su caso, defensa.

La señalización, balizamiento y, en su caso, defensa deberán ser modificadas e incluso retiradas por quién las colocó, tan pronto como varíe o desaparezca el obstáculo a la libre circulación que originó su colocación, y ello cualquiera que fuere el periodo de tiempo en que no resultaren necesarias, especialmente en horas nocturnas y días festivos.

Tanto la adquisición como la colocación, conservación y especialmente la retirada de la señalización, balizamiento y, en su caso, defensa de obras a que se refiere el presente Pliego serán de cuenta del CONTRATISTA que realice las obras o actividades que las motiven.

El responsable de Seguridad y Salud de la empresa constructora es el responsable de la colocación, mantenimiento y retirada de la señalización de obra.

Cuando no sean debidamente retirados o modificados los elementos según lo indicado, se podrá retirar la señalización, balizamiento y, en su caso, defensa pasando el oportuno cargo de gastos al CONTRATISTA causante, quien no podrá reemprender las obras sin abonarlos ni sin restablecer aquéllas. En caso de impago se podrá actuar según se disponga en Contrato.

Los elementos para la señalización de obra tendrán la forma y colorido que se indican en la norma 8.3- I.C., y en cuanto al resto de características cumplirá lo indicado en el presente Pliego para señalización vertical y demás unidades asimilables. Los elementos de señalización serán de primer uso cuando se apliquen a la obra.

Todos los elementos de señalización, balizamiento y defensas provisionales deben ser retirados por el CONTRATISTA cuando dejen de ser necesarios.

5.2. Especificaciones técnicas eléctricas

5.2.1. Condiciones que deben cumplir los materiales

5.2.1.1. Cableado MT 30 kV

Características de diseño

El cable de potencia a 30 kV deberá responder a las siguientes características:

- Instalación: ..... En zanjas bajo tierra y bajo tubo
- Tensión nominal asignada (U0/U): ..... 18/30 kV
- Tensión de servicio: ..... 30 kV
- Frecuencia de servicio: ..... 50 Hz
- Régimen del neutro de la red de 30 kV: ..... Reactancia en zig-zag
- Máximo valor de la corriente de cortocircuito a tierra: ..... 3 Io = XXX A

El CONTRATISTA solicitara por escrito la validación de la especificación del cable y proveedor seleccionado al Director de la Obra.

Características constructivas

Los cables tendrán las siguientes características constructivas:

- Tensión nominal (U): ..... 30 kV
- Tensión máxima entre fases (Um): ..... 36 kV
- Tensión a impulsos (Up): ..... 170 kV
- Temperatura máx. admisible del conductor en servicio normal: 90ºC
- Temperatura máxi. admisible del conductor en condiciones de cortocircuito: 250ºC
- Conductor: ..... Cuerda compacta o de Aluminio s/indicado
- Aislamiento ..... XLPE (Polietileno reticulado)
- Pantalla ..... Corona de alambres de cobre
- Cubierta exterior .....Z1-OL (*)
- Proceso de Fabricación ..... Triple extrusión

(*) Provisto de obturación longitudinal de agua únicamente bajo la cubierta encima de la pantalla y no adicionalmente encima del conductor.

Ensayos

El línea de manufactura del cable, se realizarán los controles y pruebas destinados a comprobar su buen funcionamiento así como la calidad de sus componentes, de acuerdo a las normas UNE-EN 60229, UNE-EN 60811 y UNE-EN 60885.

Ensayos de tipo o de rutina:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Ensayo de tensión.
- Ensayo de descargas parciales.

Ensayos especiales:

Se realizarán sobre "n" muestras de cada tipo de conductor y diferentes bobinas, consistentes en:

- Examen del conductor: Los cables que presenten defectos superficiales u otros particularmente visibles serán rechazados.
- Verificación de dimensiones.
- Ensayo de tensión durante 4 horas.
- Ensayo de alargamiento en caliente.

Estos ensayos deben ser remitidos o realizados en presencia del inspector de calidad.

Pruebas del conductor una vez instalado:

Los siguientes ensayos y verificaciones se llevarán a cabo una vez concluida la instalación del cable y de sus accesorios de conexión, conforme a lo recogido en la norma UNE 211006.

- Verificación de continuidad y Orden de fases
- Medida de la continuidad y Resistencia óhmica de las pantallas
- Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta (DC)
- Comprobación del aislamiento principal: VLF (AC)

En el caso de que diera fallo en el ensayo de rigidez de la cubierta:

- Ensayo de tensión en corriente alterna
- Ensayo de descargas parciales. UNE-EN 60270

Embalaje, marcado y envío

Los cables irán embalados en bobinas de madera o metálicas, que deberán llevar una placa metálica con las siguientes inscripciones:

- Nombre y marca del fabricante.
- Nº de serie del cable.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Sección del conductor.
- Longitud de la pieza en metros.

- Peso total de la bobina, en kg.
- Indicación, en cada bobina, del origen y destino del cable contenido.
- Nº de Bobina.

La distribución de cables en las diferentes bobinas, así como las longitudes de los contenidos de las mismas, se elegirán de forma que se puedan realizar las diferentes tiradas con los mínimos empalmes intermedios.

Cinta de identificación de los conductores y agrupación de cables

Las cintas empleadas para la identificación de los conductores serán,

- de materia plástica PVC.
- de colores blanco, rojo y azul.
- la cinta de agrupación de cables será de color negro.

Empalmes

Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento de los cables a empalmar. Se realizarán siguiendo porcedimientos y materiales inidcados por el fabricante.

Terminales

Las características de los conjuntos terminales a instalar serán las siguientes:

- Conjunto terminal unipolar interior MT enchufable, apantallado y atornillable 18/30 kV para conductor tipo RHZ1-OL de aluminio y sección 150, 240, 400, 500, 630 mm².

5.2.1.2. Cableado torre meteorológica

Cable fibra óptica monomodo, full dúplex 9/125 □m (hasta 32.500 m de distancia).

El suministro eléctrico en baja tensión de la torre meteorológica se realizará desde el aero más cercano, mediante alimentación monofásica o trifásica (según requerimientos del fabricante) con cable de cobre RZ1-K (AS) 0,6/1kV Euroclase Cca-s1b, d1, a1.

Los cables de baja tensión tendrán las siguientes características constructivas:

- Norma de diseño: ..... UNE 21123-4
- Temperatura de servicio (instalación fija): ..... -40ºC, +90ºC (cable termoestable)
- Tensión Nominal: ..... 0,6/1 kV
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: ..... 3.500 V
- Temperatura máxima admisible del conductor en servicio normal: 90ºC
- Temperatura máxima admisible del conductor en condiciones de cortocircuito: 250ºC
- Conductor: ..... Cobre electrolítico recocido, flexible clase 5
- Aislamiento ..... XLPE (Polietileno reticulado), tipo DIX3
- Cubierta exterior ..... Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1
- Euroclase: Cca-s1b, d1, a1

- EVCP (evaluación y verificación de la constancia de la prestación): .....Sistema +1
- Reacción al fuego: ..... UNE-EN 50575:2014 +A1:2016

Ensayos

Durante la fabricación del cable se realizarán los controles y pruebas destinados a comprobar el buen funcionamiento del cable y la calidad de sus componentes.

Las mediciones, ensayos y verificaciones a realizar en los cables con tensión de servicio menor o igual a 1 kV antes de su puesta en servicio serán:

- Comprobación de continuidad, sucesión e identidad de fases.
- Medida de la resistencia de aislamiento.

Embalaje, marcado y envío

Los cables irán embalados en bobinas de madera o metálicas, que deberán llevar una placa metálica con las siguientes inscripciones:

- Nombre y marca del fabricante.
- Identificación de clase CPR en el cable (Dca, Eca, Cca, Bca)
- Marcado CE en el embalaje
- Declaración de Prestaciones (DoP)
- Sistema de evaluación utilizado
- Norma aplicable
- Organismo certificador
- Nº de serie del cable.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Sección del conductor.
- Longitud de la pieza en metros.
- Peso total de la bobina, en kg.
- Indicación, en cada bobina, del origen y destino del cable contenido.
- Nº de Bobina.

La distribución de cables en las diferentes bobinas, así como las longitudes de los contenidos de las mismas, se elegirán de forma que se puedan realizar las diferentes tiradas con los mínimos empalmes intermedios.

5.2.1.3. Conductores 30 kV

Transporte de bobinas de cable

Las bobinas de cable se transportarán de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

La carga y descarga se realizará mediante camiones o remolques apropiados para su transporte, se hará mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

El bloqueo de las bobinas se realizará mediante tacos de madera lo suficientemente largos y duros, de manera que el largo cubra totalmente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas.

Tendido de los cables

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido. Y un radio de curvatura una vez instalado de 10(D+d), siendo D el diámetro exterior del cable y d el diámetro del conductor.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabestrantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañen el cable.

Estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro. Dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen; y una garganta por la que discurre el cable para evitar su salida o caída.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla o placa de PVC.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En canalizaciones con cables unipolares, cada dos metros envolviendo las tres fases, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos por un mismo tubo.

5.2.1.4. Canalizaciones

Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán conforme al trazado representado en planos, evitando ángulos pronunciados. El trazado será los más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud en la mayoría de los casos a los viales de nueva ejecución.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá el terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los peatones y accesos a fincas de la zona así como las chapas de hierro que vayan a colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en las curvas según la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

Apertura de zanjas

Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga necesario.

La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a fincas. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes.

El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

En todo momento se realizará la carga y transporte de tierras sobrantes a vertedero.

Cruzamientos

Las condiciones a cumplir para los siguientes tipos de cruzamientos serán:

- **Con calles y carreteras:** Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud.

- **Con otros cables de energía eléctrica:** Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión. La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de A.T. y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.
- **Con cables de telecomunicaciones:** La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.
- **Con canalizaciones de agua**: La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.
- **Con canalizaciones de gas**: En los cruces de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3 del RLAT. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria a

colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

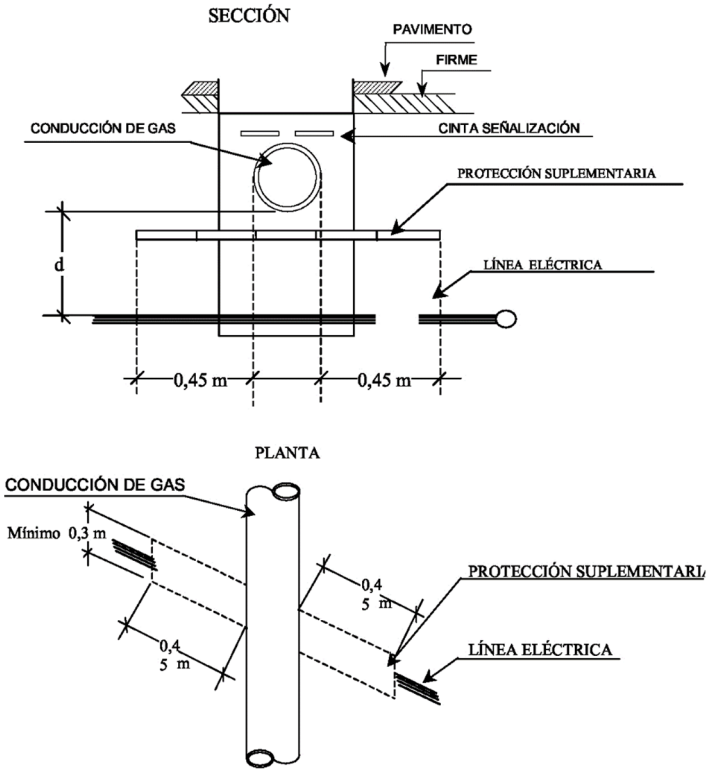
En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas

	Presión de la instalación de gas	**Distancia mínima (d) sin protección suplementaria**	**Distancia mínima (d) con protección suplementaria**
Canalizaciones y acometidas	En alta presión > 4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior (*)	En alta presión > 4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,20 m	0,10 m

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida el CONTRATANTE del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longi-tudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de an-chura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.



En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anterior-mente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

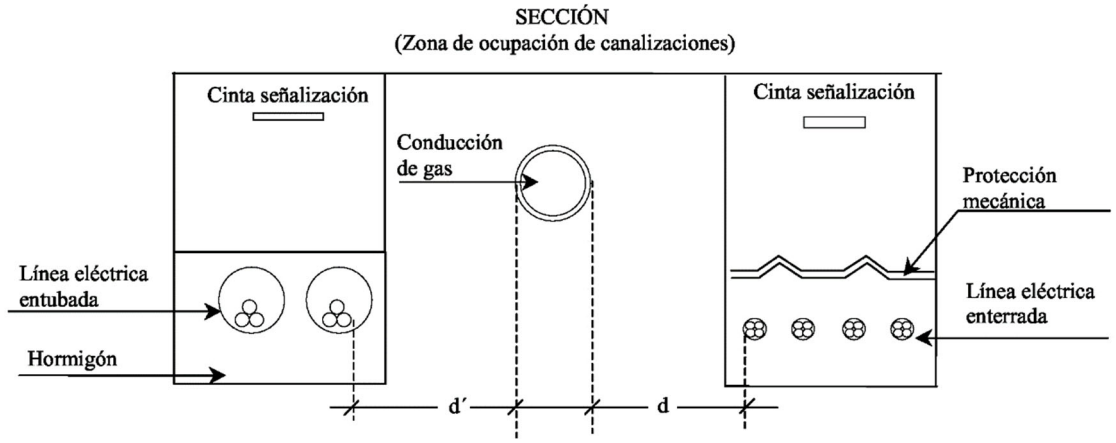
Proximidades y paralelismos

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

- **Con otros cables de energía eléctrica:** Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.
- **Con cables de telecomunicación**: La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de

energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

- **Con canalizaciones de agua:** La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 metros. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico. Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.
- **Con canalizaciones de gas:** En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 4 del RLAT. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla 4. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.



La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

5.2.1.5. Fibra óptica

Se cumplirá con lo establecido en la especificación del tecnólogo para el modelo de aerogenerador escogido para el proyecto.

Se instalará fibra óptica monomodo de 12 fibras por cable.

Las cajas de conectorización de cables de F.O. se montarán completamente y se realizarán las pruebas de reflectometría en ambos sentidos.

Deberá conectorizarse 8 fibras monomodo por cada cable que entra en el aerogenerador, se montará la caja de conectorización con capacidad para 24 unidades en el armario de BT del aerogenerador, se ejecutarán los rabillos (pig-tails) de interconexión entre la caja anterior y los conectores del equipo de comunicaciones del armario de control.

En caso de ausencia de alimentación de aerogenerador, se realizará un puenteo de lazo de fibra óptica mediante 12 latiguillos de empalme (hembra-hembra) debidamente confeccionados.

5.2.1.6. Cableado de puesta a tierra

Puesta a tierra de la red colectora

Los condicionantes para la ejecución del tendido serán en los establecidos en el apartado Tendido de los cables de este mismo documento.

La instalación de puesta a tierra se complementa mediante un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección que se instalará en canalización conjunta con los cables de potencia y comunicaciones, interconectando todos los aerogeneradores entre sí, y que estará unido asimismo a la red de tierras de la subestación. Este conductor, instalado en el fondo de la excavación, en contacto directo con el terreno, actuará como electrodo horizontal, mejorando en gran medida la resistencia de tierra de la instalación.

Puesta a tierra del aerogenerador

Para la puesta a tierra de cada aerogenerador, se deberá tener en cuenta la instalación que defina el tecnólogo en sus documentos de referencia, para cada modelo de aerogenerador.

Si no esta especificado, la puesta a tierra del aerogenerador se realizará completamente mediante cable de cobre desnudo de 100 mm² de sección, conforme a la anterior especificación.

Esta consistirá en la ejecución de dos anillos:

- **Anillo fuera de la cimentación alrededor del pedestal:** El anillo se instalará alrededor del pedestal y a una profundidad aproximada de 0,5 m.
- **Anillo fuera de la cimentación en contacto directo con el suelo:** El anillo se instalará a aproximadamente 0,25 m. del borde externo de la cimentación y a una profundidad superior a 1 m.

El anillo inferior se unirá en cuatro puntos a las armaduras de la cimentación mediante cable de cobre desnudo de 100 mm² y soldadura aluminotérmica, y ambos anillos estarán unidos entre sí en dos puntos mediante cable de cobre desnudo de la misma sección; por su parte, el anillo superior estará unido a la virola o jaula de pernos en varios puntos, mediante el mismo tipo de conductor.

Si la resistencia de puesta a tierra no es inferior a 5 Ω, el sistema de puesta a tierra puede completarse mediante la inclusión de picas de acero cobreado instaladas equitativamente alrededor del perímetro del anillo. Las picas a instalar poseerán una longitud de contacto directo con el terreno de al menos 2,5 m. Las picas se unirán al anillo mediante cable soldadura aluminotérmica.

Una vez completada la red de tierras, se medirá la resistencia de puesta a tierra de la instalación, antes de conectar la red general de tierras y obtener un valor menor o igual a cinco ohmios (5Ω).

Antes de conectar la red general de tierras, se realizarán las mediciones de las tensiones de paso y contacto en los aerogeneradores.

No obstante, el CONTRATISTA deberá definir y valorar la malla de tierras concreta teniendo en cuenta los datos que se obtengan del estudio geológico-geotécnico.

5.2.2. Condiciones técnicas en centros de transformación

5.2.2.1. Normativa aplicable

En las obras necesarias a acometer en este tipo de instalaciones para su ubicación y correcto funcionamiento, se contemplará en todo momento el cumplimiento de todas las disposiciones incluidas en las normas que a continuación se detallan:

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09

- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN. "REBT" DECRETO 842/2002, de 02-AGOSTO, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión, así como las Ampliaciones y Modificaciones de sus Instrucciones Complementarias.

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural

- NORMAS UNE–EN 10025 "Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones mecánicas".

- NORMAS UNE-EN ISO 898-1 "Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero alead".

- NORMAS UNE-EN ISO 10684 y UNE-EN ISO 1461 "Sobre recubrimientos galvanizados".

- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la edificación.

5.2.2.2. Características equipamiento y/o paramenta

Instalación de las celdas de M.T.

Las celdas de media tensión deberán recepcionarse previa entrega de certificado de control de calidad del fabricante, y comprobación de inexistencia de golpe o abolladuras causadas en el transporte y presión adecuada de SF6.

Las celdas se unirán al suelo por medio de perfiles metálicos, para asegurar su nivelación y ausencia de tensiones mecánicas. Las celdas contarán con enclavamientos para evitar un accionamiento incorrecto, Todas las celdas deberán llevar indicadores de tensión.

5.3. Especificaciones técnicas mecánicas

5.3.1. Transporte, acarreo y acopio

Todas las estructuras metálicas no serán arrastrados ni golpeados, y se transportarán en góndola o camión adecuado, hasta el almacén de la obra y desde este punto a lugar de montaje, mediante carros especiales y elementos apropiados. Se manipularán de forma que sus estructuras no se resientan. En ningún caso los elementos que componen los apoyos y estructuras metálicas se utilizarán como palanca o arriostramiento.

En las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga de los materiales éstos no deben sufrir deterioros, evitándose golpes, roces o daños. Para los apoyos, se tendrá especial cuidado en su manipulación ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los perfiles que lo componen, en cuyo caso deberán ser reparados o sustituidos antes de su izado o armado. No debe utilizarse el volquete en la descarga del material.

Cuando se transporten estructuras despeciadas es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales de los apoyos.

Los materiales deben llegar con el embalaje en correctas condiciones y ser el adecuado para su transporte.

Las bobinas de cables se descargarán con trípode y diferencial o con muelle de descarga. En el caso de que hayan de rodarse, esta operación se efectuará siempre en sentido contrario al del arrollamiento. Nunca deben ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptibles de estropear los conductores, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Los pernos de anclaje de las cimentaciones de los aerogeneradores serán entregados por el suministrador sobre camión y el CONTRATISTA deberá proporcionar la grúa de descarga para su acopio a pie de obra o en lugar de almacenaje elegido por el CONTRATISTA, siguiendo siempre las recomendaciones del suministrador.

El CONTRATISTA tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan. No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

5.3.2. Materiales

5.3.2.1. Protección de las superficies metálicas

Todas las estructuras de acero a suministrar y tendrán protección contra la corrosión mediante galvanizado en caliente por inmersión y mediante la aplicación de pinturas para las modificaciones que puedan surgir en obra. Quedan exceptuados de esta prescripción los anclajes en la zona que deba quedar empotrada en hormigón.

El galvanizado por inmersión en caliente se hará de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1461. La superficie presentará una galvanización lisa adherente, uniforme, sin discontinuidad y sin manchas. El término "galvanizado" expresado en esta especificación, se refiere a galvanizado en caliente, no siendo por lo tanto aceptables piezas de acero protegidas por galvanización por electrólisis ni por galvanizado en frío.

Las piezas roscadas deberán prepararse, antes de la inmersión en el baño, con las tolerancias adecuadas para que los filetes, después del galvanizado, queden sin alteración, libres de adherencias, homogéneos y de modo que permitan el roscado a mano.

Las piezas soldadas se limpiarán con chorro de arena. Todas las piezas serán decapadas en baños adecuados para garantizar su perfecta limpieza.

Después de la inmersión en zinc fundido, los perfiles y pletinas no serán sometidos a ningún proceso de roscado o limpieza, que pueda reducir la uniformidad o el espesor especificado para el recubrimiento de zinc.

La tornillería de unión de las diferentes partes de las estructuras entre sí, será galvanizada y para la fijación de equipos a las estructuras será de acero inoxidable con objeto de evitar los efectos de corrosión por oxidación.

5.3.2.2. Acero laminado para estructuras metálicas

Los materiales utilizados deberán ajustarse a lo especificado en la norma UNE-EN 10025. Deberán estar limpios de esquirlas, hojas o cualquier otro tipo de defecto de laminación.

En general, los aceros empleados corresponderán a la calidad S 275 JR.

Las secciones de los perfiles estarán de acuerdo a las normas UNE 36521, 36522, 36524, 36525, 36526 y UNE-EN 10056-1.

Los perfiles y chapas que se empleen en la construcción de las estructuras serán de fabricación nacional en acero de tipo S 275 JR.

La tornillería a emplear será ordinaria o de alta resistencia:

La tornillería ordinaria se ajustará a lo prescrito en la Instrucción de Acero Estructural EAE, con arandelas planas de 8mm, calidad 5,6 de 30 kg/mm² y habrá de ser galvanizada.

La tornillería de alta resistencia se ajustará a lo prescrito en la Instrucción de Acero Estructural EAE, la calidad será la denominada A 10t en dicha Norma. Sus características son:

- Límite convencional de fluencia mínimo: 90 kg/mm²
- Carga de rotura: 100 a 120 kg/mm²

- Alargamiento mínimo de rotura (medido sobre probeta L=5ø): 8%
- Dureza Brinell (para P = 30 D2 en kg/mm²): 295 a 350
- Resistencia mínima en probeta entallada 10x10: 5 kg/cm²

Las características geométricas y estáticas de los perfiles deberán ajustarse a las dimensiones indicadas en la Instrucción de Acero Estructural EAE y las correspondientes normas UNE anteriormente citadas.

Las soldaduras, taladrados y punzonados necesarios se realizarán en taller.

5.3.2.3. Pernos de anclaje para cimentación de aerogeneradores

Los pernos de anclaje para las cimentaciones de los aerogeneradores serán suministrados por el fabricante de los aerogeneradores y se instalarán siguiendo las especificaciones y características técnicas del proveedor y el tecnólogo adjunto al contrato.

5.3.3. Montaje

5.3.3.1. Armado e izado de estructura metálica

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son el armado, izado y aplomado de la estructura metálica, así como el conjunto de herramienta y todos los medios necesarios para esta operación.

Antes del montaje en serie de la estructura metálica, se deberá realizar un muestreo, de al menos el 10%, montándose éstos con el fin de comprobar si tienen un error sistemático de construcción que convenga ser corregido por el suministrador de los apoyos, con el suficiente tiempo.

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales y presillas. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos con arreglo a los planos de montaje suministrados por el fabricante de los mismos.

Cuando la torre se ensamble sobre el suelo, se hará sobre un terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con calces de madera a fin de que no se produzcan deformaciones en las barras.

El apriete de los tornillos con la torre en el suelo no será el máximo, el cual se realizará una vez izado la estructura metálica. Así mismo, los tornillos se montarán con la tuerca hacia el exterior de la torre.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensamblaje o defectos sobre algunas piezas que necesiten su sustitución o su modificación, el CONTRATISTA lo notificará a la Dirección de Obra. El CONTRATISTA se abstendrá de agrandar taladros, quitar rebabas, enderezar barras o cortar ingletes.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra. En el caso de rotura de barras y rasgado de taladros, por cualquier causa, el CONTRATISTA tiene la obligación de proceder al cambio de los elementos rotos, previa autorización de la Dirección de Obra.

El procedimiento de izado será determinado por el CONTRATISTA, el cual deberá contar con la aprobación de la Dirección de Obra. Todas las herramientas que se utilicen estarán en perfectas condiciones de conservación y serán las adecuadas para las tareas a realizar.

En el montaje e izado de la estructura metálica, como observación principal de realización, ha de tenerse en cuenta que ningún elemento sea solicitado por esfuerzos capaces de producir deformaciones permanentes. Se recomienda el izado con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o los montantes del poste.

Después de su izado, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta mediante el empleo de llaves dinamométricas. Los tornillos deberán sobresalir de las tuercas, por lo menos, tres pasos de rosca. La estructura metálica deberá quedar vertical.

Finalmente, una vez que se haya comprobado el perfecto montaje de la estructura metálica, se procederá al graneteado de la tornillería (tres granetazos a 120º), con el fin de impedir que se aflojen. Deben sobresalir, al menos, tres filetes de la rosca del tornillo fuera de la tuerca.

5.3.3.2. Estructura metálica

De forma general, el montaje incluirá:

Clasificación, organización y recuento de todo el material que compone la estructura metálica, incluso la tornillería necesaria, así como el transporte desde la zona de almacenamiento hasta el parque de intemperie.

Engrase de los espárragos que fijan la estructura, así como repaso de rosca de sus tuercas correspondientes.

Armado de vigas, columnas y soportes

Comprobación de medida de estos elementos

Izado de la estructura metálica con la aportación de las grúas y los diversos elementos de elevación y amarre necesarios para efectuar el trabajo con plena seguridad

Nivelación, alineación y aplomado, fijación a los bulones de anclaje dejándolos dispuestos para el hormigonado de las peanas

5.3.4. Soldadura

5.3.4.1. Alcance

Este apartado será de aplicación siempre que se deban realizar operaciones de soldadura en cualquier elemento y/o fase de montaje Los requisitos establecidos en este apartado son generales, siendo complementados cuando proceda, con los que aplique a cada elemento incluido en este Pliego y, en los casos necesarios, en los documentos particulares de contratación.

5.3.4.2. Códigos y normas

La cualificación de los procedimientos de soldadura y la homologación de soldadores y operadores de soldadura, se realizará de acuerdo con el Código ASME, Sección IX (en adelante

ASME IX) ó con las normas UNE-EN ISO 9606 y UNE-EN ISO 15607, y con los requisitos particulares que se dan más adelante en este apartado.

El resto de los requisitos aplicables a la soldadura de cada elemento, incluido el alcance mínimo de ensayos no destructivos a realizar, será el más exigente entre los referidos en los códigos de diseño aplicables, este documento y la especificación técnica correspondiente.

Para soldaduras en tuberías de sistemas, independientemente de sus condiciones de servicio, se considerará siempre aplicable el Código ANSI/ASME B31.1 (en adelante ANSI B.31.1) así como ASME III en las que lo requieran, además de los requisitos adicionales indicados en este pliego.

Como norma general, todos los sistemas de tuberías serán soldadas a penetración completa y en aquellas tuberías cuyo Ø < 2 1/4" podrán ser soldadas a socket, con sus accesorios correspondientes.

Para soldaduras en estructuras metálicas y elementos similares será aplicable el Código ANSI/AWS D1.1 (en adelante AWS D1.1), Instrucción de Acero Estructural EAE o UNE-EN 1993-1-3:2012 Eurocódigo 3. En todo caso se aplicará las indicaciones más restrictivas.

Para soldaduras en tubería forzada serán aplicables las Recomendaciones de C.E.C.T. (Recommendations for Welded Steel Penstocks for Hydro Electric Installations)

Para soldaduras en equipos singulares, tales como turbina y alternador, caldera, grúas, compuertas, etc., serán aplicables las especificaciones e instrucciones particulares del fabricante.

El material de soldadura estará de acuerdo con el Código ASME, Sección II, Parte C y con los requisitos particulares que se dan más adelante en este apartado, salvo el correspondiente a equipos singulares, como turbina y alternador, caldera, grúas, compuertas, etc., para el que aplicará la especificación del fabricante.

Cuando los códigos y normas aplicables no contemplen los materiales utilizados sólo se podrán tener en cuenta equivalencias de materiales aprobadas por el CONTRATANTE, previa propuesta del CONTRATISTA.

5.3.4.3. Procedimiento de soldadura

Todos los trabajos de soldadura se llevarán a cabo de acuerdo con procedimientos escritos, homologados de acuerdo con lo indicado en el punto ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. **Códigos y normas**, debiendo de ser aprobados por el CONTRATANTE con antelación al inicio de los trabajos.

Los procedimientos de soldadura se ajustarán, en cuanto a formatos a utilizar y tipo de información a contener (variables) y resultados obtenidos, a los requisitos y recomendaciones de ASME IX o EN.

En los casos en que sea necesario para prevenir deformaciones, acumulación de tensiones u otros posibles efectos perjudiciales en soldaduras de espesor y/o longitud grande, los procedimientos del párrafo anterior deberán ser completados con un apartado específico en el

que se contemple la secuencia de soldadura, número, orden y tamaño de cada pasada, simultaneidad de pasadas, etc.

Si en los documentos particulares de contratación o en las especificaciones aplicables no se detallasen las soldaduras cuyo procedimiento debe incluir estos aspectos, se deberá acordar en cada caso con la organización del CONTRATANTE en obra.

No será necesaria la homologación de un procedimiento de soldadura, cuando ya esté homologado y aprobado por el CONTRATANTE otro procedimiento con las mismas variables esenciales, tal como éstas se definen en ASME IX.

En estos casos, todas las especificaciones (WPS) que se realicen utilizando como soporte dichos PQRS deberán ser aprobados por el CONTRATANTE.

En el supuesto de que el CONTRATISTA no tenga los PQRS cualificados, éstos deberán cualificarse en obra por su organización, con la única excepción siguiente:

el CONTRATANTE podrá aprobar un procedimiento que haya sido homologado por otra organización, siempre que el CONTRATISTA asuma la total responsabilidad de la homologación realizada, haciéndolo constar sobre el correspondiente registro (PQR).

En todos los casos, los ensayos, tanto destructivos como no destructivos, realizados para cualificar en PQR deben estar firmados por un laboratorio o una agencia de calidad independiente o alternativamente, presenciada por el CONTRATANTE.

Cuando apliquen requisitos de resiliencia se deberán tener en cuenta las variables esenciales suplementarias de ASME IX. La homologación deberá incluir ensayos de resiliencia en tres probetas de cada una de las tres zonas: material aportado, zona de transición, material base. Los valores medios obtenidos en las dos primeras zonas deberán ser superiores a los especificados para el material base.

En la homologación de los procedimientos de soldadura para aceros inoxidables deberá controlarse el contenido de ferrita delta en los depósitos de soldadura, de acuerdo con el diagrama Shaeffler. Los valores obtenidos deberán estar comprendidos entre el 5 y el 12%.

Los procedimientos a emplear por el CONTRATISTA serán acordes con la utilización de los siguientes procesos:

- Soldadura manual al arco con electrodos revestidos.
- Soldadura manual al arco con electrodo de tungsteno en atmósfera neutra.
- La combinación de los procesos anteriores.
- Soldadura semiautomática con protección de CO2, gas inerte o mezcla de ambos gases, con electrodo macizo (no válido para soldadura de tuberías de sistemas).

Cualquier otro proceso de soldadura requerirá la aprobación expresa de la organización del CONTRATANTE en obra.

Para la realización de soldaduras en tuberías de acero inoxidable se empleará gas inerte para purgado del interior de ésta. La purga será mantenida hasta que el espesor de soldadura garantice la no influencia del ambiente interior de la tubería en la soldadura. No será necesario el purgado en las tuberías de acero al carbono.

5.3.4.4. Homologación de soldaduras

Todos los soldadores deberán estar homologados para los procedimientos de soldadura que vayan a utilizar en las posiciones necesarias para la realización de los trabajos.

Asimismo, deberá estar homologado el personal que realice puntos de soldadura.

Las homologaciones de soldadores se deberán realizar de acuerdo con los requisitos de ASME IX ó con las normas EN, teniendo en cuenta las Condiciones Particulares y otras normas de aplicación, y registrándose las variables utilizadas en la soldadura y los resultados obtenidos en los ensayos correspondientes, sobre los formatos recomendados por ASME IX

La homologación de soldador y operadores de soldadura se deberá realizar en obra, siendo el CONTRATISTA el responsable de las pruebas. Para dar validez a estas pruebas debe estar presente el representante del CONTRATANTE o una agencia de calidad independiente.

El CONTRATISTA asignará un símbolo o marca de identificación a cada soldador y mantendrá un registro actualizado de soldadores homologados para cada procedimiento, incluyendo las fechas de anulación y recalificación habidas para los mismos.

A los soldadores que se incorporen a obra y estén en posesión del certificado de cualificación y cuya fecha de expedición sea superior a seis meses a la fecha de incorporación a la obra, les será realizada una prueba en la posición que determine el inspector de la el CONTRATANTE. La prueba será calificada visualmente. Si a juicio del Inspector de la el CONTRATANTE la prueba es satisfactoria sus homologaciones quedarán validadas, por el contrario, si no es satisfactoria, este deberá cualificarse de nuevo en todas las posiciones necesarias para cubrir los trabajos que vaya a realizar.

5.3.4.5. Preparación de bordes

Como norma general, los bordes a soldar se prepararán en obra ateniéndose a lo siguiente:

El corte se puede realizar con sierra, disco abrasivo o térmico con plasma en el caso de tubería de acero inoxidable. Para la tubería de acero al carbono se permite también el empleo de soplete oxiacetilénico. En tuberías de acero aleado no está permitido el corte térmico.

Se preparará el bisel por medios mecánicos o por esmerilado. En ningún caso la porción a eliminar por mecanizado será inferior a 0,8 mm. sobre la superficie del corte.

La preparación de bordes de tuberías de acero inoxidable deberá realizarse con herramientas de materiales tales que no produzcan contaminación del mismo, y serán identificadas para tal uso. Como norma general, el taller de prefabricación de este tipo de tubería debe ser físicamente distinto del de tubería de acero al carbono.

En tubería de acero al carbono galvanizado es necesario eliminar la capa de zinc por el interior y el exterior, en una extensión de 1/2" alrededor del borde preparado para soldar.

5.3.4.6. Material de soldadura

Los materiales de soldadura a utilizar serán definidos en los procedimientos de soldadura aprobados por el CONTRATANTE.

Los materiales de soldadura deberán estar certificados de acuerdo con lo requerido en la especificación o norma aplicable, con los resultados de todos los ensayos solicitados para la clasificación del material, realizados por cada lote de fabricación (tipo de certificado correspondiente a Schedule J y Class C4 según la norma AWS A5.01-SFA- 5.01 de ASME II Parte C).

El material de soldadura para aceros inoxidables deberá tener un contenido en ferrita delta comprendido entre el 5 y el 12%, debiendo figurar en los certificados correspondientes.

El CONTRATISTA debe establecer un procedimiento para el control almacenamiento y conservación del material de soldadura.

Dicho procedimiento deberá cumplir, en cuanto a condiciones de almacenamiento y utilización, con los requisitos de la especificación o norma aplicable a cada tipo de material, con las recomendaciones del fabricante y con los requisitos generales que, para cada tipo de material, se dan en el Capítulo 4 de AWS D1.1.

El procedimiento deberá incluir asimismo la descripción del control a realizar sobre la distribución de material de soldadura a los soldadores y sobre las devoluciones de éstos, tanto desde el punto de vista de que se mantengan las condiciones adecuadas del material como de evitar confusiones entre distintas calidades de material.

El CONTRATISTA deberá proveer a los soldadores de estufas portátiles, para mantener a temperatura adecuada los materiales de aportación durante la soldadura.

5.3.4.7. Reparaciones

El CONTRATISTA deberá confeccionar y someter a la aprobación del CONTRATANTE un procedimiento de reparación de soldaduras.

Todas las reparaciones de soldadura se deberán realizar por soldadores y procedimientos homologados, aprobados por el CONTRATANTE.

Además de otros posibles requisitos particulares que se puedan establecer en otros documentos contractuales, se deberán cumplir como mínimo, los siguientes criterios:

- Finalizado el saneado se deberá inspeccionar por partículas magnéticas o líquidos penetrantes para verificar que el defecto ha desaparecido totalmente.
- Una vez finalizada la reparación se realizará la misma inspección especificada para la soldadura original.
- Los datos y resultados de la reparación se recogerán en un informe de reparación de soldadura.

5.3.4.8. Tratamiento térmico

En los casos en que sea necesario el tratamiento térmico, el CONTRATISTA deberá indicar en el procedimiento de soldadura las variables solicitadas por ASME IX, y elaborar y someter a la aprobación del CONTRATANTE un procedimiento para la realización del tratamiento térmico,

definiendo detalladamente el proceso a seguir, los equipos a utilizar, la disposición de los termopares y los registros a generar.

Entre los registros a generar en cada tratamiento térmico se deberá incluir el gráfico de temperaturas-tiempo.

Se prohíbe la utilización del soplete y la antorcha en todo tratamiento térmico que se deba realizar.

5.3.4.9. Ensayos no destructivos

Cuando en los documentos particulares de contratación no se defina el alcance de ensayos no destructivos a realizar, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

Tuberías de sistemas

- Tuberías con soldadura a penetración completa y presión de trabajo menor de 40 kg/cm². Radiografía al 25% de las soldaduras.
- En las tuberías de aceite a presión, regulación de turbina, mando de válvulas mariposa o esférica, válvula cilíndrica y todas aquellas cuya presión de trabajo sea superior a 40 kg/cm² se realizará radiografías al 100% de las soldaduras.
- Tuberías con soldadura a enchufe (socket) serán inspeccionadas por L.P. al 25% y será realizado un muestreo de 10% de radiografía para ver soldadura y separación de tubos y accesorios.
- Tuberías con soldadura en ángulo y presión de trabajo superior a 6 kg/cm² L.P. 100% y con presión de trabajo menor de 6 kg/cm² L.P. 25%.

Estructura y elementos similares

- En unión de vigas o pilares estructurales por soldadura a tope con penetración completa, radiografía 100%, donde no sea posible la radiografía se utilizarán ultrasonidos.
- En soldaduras en ángulo a penetración completa en estructura resistente, ultrasonidos al 25% y L.P. o P.M. al 20%.
- Elementos metálicos diversos tales como: placas embebidas, barandillas, escaleras y en general elementos metálicos que no soporten cargas estructurales: inspección visual al 100%.

Embarrados eléctricos

- Soldaduras a tope con penetración completa: 25% de radiografía.
- Soldaduras en ángulo inspección por L.P. al 100%.

En todos los elementos, además de lo indicado para cada uno de ellos, se realizará una inspección visual al 100% y por líquidos penetrantes o partículas magnéticas las soldaduras que por inspección visual, presenten dudas de interpretación.

Las soldaduras a incluir en los muestreos definidos anteriormente serán seleccionadas por el CONTRATANTE, salvo instrucciones expresas en contra.

En todo caso, en los muestreos se tratará de incluir soldaduras representativas de todos los procedimientos utilizados y de todos los soldadores que hayan intervenido.

Cuando en una inspección por muestreo se obtengan resultados rechazables, se inspeccionarán muestras adicionales, que seleccionará el CONTRATANTE, con un alcance mínimo del muestreo anterior.

Si en la muestra adicional se vuelven a obtener resultados rechazables, se deberán inspeccionar completamente todas las soldaduras similares a las inspeccionadas originalmente.

Los ensayos no destructivos de soldaduras se deberán realizar de acuerdo con procedimientos escritos, que deberán estar aprobados por el CONTRATANTE con anterioridad a su utilización. Dichos procedimientos deberán incluir la descripción detallada de la técnica de ejecución, los criterios de aceptación y los informes a generar.

Los procedimientos deberán ser específicos para cada elemento o tipo de elementos, detallando en cada caso su alcance de aplicación. En caso de que se presenten varias opciones se deberán concretar aquellos en los que serán aplicables cada una de ellas.

La técnica de ejecución de los ensayos no destructivos deberá cumplir con los requisitos del Código ASME Sección V.

Los criterios de aceptación de los ensayos no destructivos serán los indicados en el apartado 136.4 de ANSI B31.1 para tuberías o en el apartado 8.15 de AWS D1.1 para estructuras, excepto cuando se fijen criterios específicos en los documentos particulares de contratación o especificaciones aplicables.

Para los equipos singulares, como turbina y alternador, caldera, grúas, compuertas, etc. serán los que marque la especificación del fabricante.

Siempre que exista tratamiento térmico de distensionado, la inspección visual final y, en su caso, los ensayos no destructivos, se deberán realizar después del tratamiento.

El personal que realice y evalúe ensayos no destructivos deberá estar cualificado de acuerdo con la norma ANSI-ASNT CP-189 de la American Society for Nondestructive Testing (ASNT) o alternativamente, con la normativa UNE-EN ISO 9712 Cualificación y Certificación del personal que realiza ensayos no destructivos.

5.3.5. Uniones atornilladas

5.3.5.1. Alcance

Este apartado será de aplicación siempre que se deban realizar uniones atornilladas en cualquier elemento y/o fase del montaje.

Los requisitos establecidos en este apartado son generales y serán completados, cuando proceda, en los documentos particulares de contratación.

5.3.5.2. Procedimientos

Se deberán someter a la aprobación del CONTRATANTE los procedimientos de apriete y control de uniones que, por sus características especiales, se considere oportuno redactar.

Deberá establecerse un procedimiento de verificación de calibrado de componentes para el control de uniones, como tarado de llaves dinamométricas, calibrado de manómetros, tarado de termómetros, etc.

5.3.5.3. Códigos y normas

El material de tornillería deberá cumplir con las normas UNE-EN ISO 898 y UNE 17702 (ISO 261).

Las uniones atornilladas estarán de acuerdo con las Instrucción de Acero Estructural EAE.

5.3.5.4. Materiales

Independientemente de la recepción en obra según párrafo 4.3.A. de este Pliego, el CONTRATISTA deberá realizar una comprobación de material de tornillería previamente a su utilización.

Además de la comprobación de la ausencia de daños y del tamaño nominal, se comprobará la correcta identificación del elemento de acuerdo con la calidad aplicable.

5.3.5.5. Realización de agujeros

Normalmente los taladros en las piezas vendrán realizados. En los casos especiales en los que sea necesario escariar algún agujero a una determinada medida, la documentación particular de contratación y/o los planos e instrucciones definirán las condiciones técnicas del mismo.

5.3.5.6. Fijación de tornillos ordinarios y calibrados

Se dispondrán perfectamente planos y limpios los asientos de la cabeza de tornillos y tuercas.

Toda la tornillería se apretará con llave dinamométrica o similar, de tal forma que cada tornillo, espárrago o bulón lleve el par de apriete que le corresponda.

5.3.5.7. Fijación de tornillos de alta resistencia

Las superficies en contacto de los elementos a unir deberán encontrarse perfectamente planas y limpias.

Estas superficies se dejarán libres de manchas de pintura, se limpiarán de óxidos y cascarillas de laminación mediante chorro de arena, granalla de acero, decapado, etc., y se limpiarán de grasas y aceites mediante disolventes apropiados.

Se emplearán en todos los casos arandelas de alta resistencia, colocadas de forma que sus caras biseladas queden en contacto con las cabezas de tornillo y tuerca.

Las tuercas se apretarán utilizando los equipos específicos diseñados por el proyecto a tal fin, debiendo estar documentalmente tarados los componentes de los mismos destinados a medir la variable o variables definitorias del grado de apriete. Se observará fielmente el orden de apriete establecido por el proyecto.

5.3.6. Fijaciones con pernos

5.3.6.1. Alcance

Este apartado es de aplicación a los trabajos a realizar para la fijación de pernos de anclaje de cualquier elemento que los precise, de acuerdo con la documentación particular de contratación y los planos correspondientes.

5.3.6.2. Procedimeintos

Se deberán someter a la aprobación del CONTRATANTE los siguientes procedimientos:

- Procedimiento de instalación de pernos de fijación, diferenciando si es preciso, los aspectos aplicables a cada uno de los distintos tipos de pernos a instalar.
- Procedimiento para la homologación de instaladores de pernos de expansión.

5.3.6.3. Códigos y normas

Para la instalación de pernos de expansión será de aplicación el procedimiento elaborado por el CONTRATISTA y las normas y/o recomendaciones del fabricante de los mismos.

5.3.6.4. Materiales

Los tipos de pernos a utilizar serán los definidos en los planos de ingeniería y en ausencia de tal definición, serán utilizados los modelos HILTI:

- HSL para grandes cargas
- HSA resto
- Cualquier otro tipo de anclaje deberá ser aprobado por la organización del CONTRATANTE en obra.

5.3.6.5. Pernos de anclaje para cimentación de aerogeneradores

El montaje de los pernos de anclaje de las cimentaciones de los aerogeneradores se realizará por parte del CONTRATISTA de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones del suministrador incluidas en el Technical Book adjunto al contrato.

Una vez realizado el montaje del primer tramo de torre del aerogenerador por parte del instalador y verificada la resistencia mínima requerida del grout, el CONTRATISTA tensionará los pernos de acuerdo con el procedimiento elaborado por el CONTRATISTA para obtener la elongación requerida en todos los pernos según el diseño de la cimentación. Los valores de elongación requerida y el procedimiento de tesado serán revisados por la Dirección de Obra previamente a la ejecución de esta actividad, pudiendo requerir los cambios y justificaciones que considere oportunos.

6. Condiciones Ambientales

La ejecución de los trabajos deberá cumplir los requisitos ambientales expuestos a continuación.

6.1. Condicionantes Generales

Se cumplirá con la normativa ambiental vigente para el ejercicio de la actividad, así como con los requisitos internos de las instalaciones del contratante en lo referente a protección ambiental. Así mismo, en caso de existir, se cumplirán los requisitos ambientales establecidos en los Estudios de Impacto Ambiental, Declaraciones de Impacto Ambiental, Planes de Vigilancia Ambiental, o resoluciones emitidas por la Administración Ambiental.

En caso de generarse un incidente o accidente ambiental durante el servicio imputable a una mala ejecución del Contratista se deben aplicar las medidas correctoras necesarias para restablecer el medio afectado a su situación inicial y hacerse cargo de la restauración del daño causado.

Las emisiones sonoras debidas al transporte de materiales, movimiento de maquinaria y presencia de personal, se realizará asegurando que no se superan los límites máximos permitidos establecidos por las normas de aplicación.

6.2. Atmósfera

Para minimizar la dispersión de material por el viento, se adoptarán las siguientes medidas:

- Acopio y almacenamiento de materiales en lugares protegidos.
- Reducción del área y tiempo de exposición de los materiales almacenados al máximo posible.
- Humedecer los materiales expuestos al arrastre del viento y las vías no pavimentadas.
- Priorizar el acondicionamiento de suelo desnudo.
- La carga y transporte de materiales se realizará cubriendo las cajas de los vehículos y adaptando la velocidad del transporte al tipo de vía.

6.3. Residuos

Como primera medida se aplicará una política de NO GENERACIÓN DE RESIDUOS y su manejo incluirá los siguientes pasos: reducir, reutilizar y reciclar.

Conservar las zonas de obras limpias, higiénicas y sin acumulaciones de desechos o basuras, y depositar los residuos generados en los contenedores destinados y habilitados a tal fin.

La gestión y el transporte de los residuos se realizarán de acuerdo con la normativa específica para cada uno de ellos, según su tipología.

6.4. Inertes

Se establecerán zonas de almacenamiento y acopio de material en función de las necesidades y evolución de los trabajos en Obra. Las zonas de acopio y almacenamiento se situarán siempre dentro de los límites físicos de la obra y no afectarán a vías públicas o cauces

ni se situarán en zonas de pendiente moderada o alta (12%); salvo necesidad de proyecto y permiso expreso de la autoridad competente.

En el almacenamiento temporal se deberán construir barreras provisionales que impidan su dispersión.

6.5. Derrames Y Vertidos

Se controlarán los vertidos de obra en función de su procedencia.

Se prohíbe el lavado de cubas de hormigón en obra.

En caso de derrame accidental por avería, incidente o mala ejecución, se tendrá en cuenta lo dispuesto en el documento del proyecto.

6.6. Conservación Ambiental

Se acotarán las operaciones de desbroce y retirada de la cubierta vegetal a las necesidades de la obra.

Se acopiará y reservará la cubierta vegetal para su reposición una vez finalizada la obra.

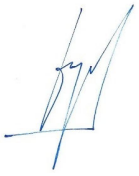
Se utilizarán los accesos existentes para el transporte de material, equipo y maquinaria que se emplee durante la ejecución de la obra.

6.7. Finalización De La Obra Y Restauración Ambiental

Retirada de los materiales sobrantes, estructuras temporales y equipos empleados durante la ejecución de la obra, restaurando las zonas que hayan sido compactadas

Córdoba, Noviembre de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Documento nº 4: Presupuesto

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad" en el T.M. de El Puerto de Santa María (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 4,95 MW
Potencia instalada eólica: 4,95 MW
Capacidad de acceso: 4,95 MW

Promotor**: Bogaris PV33, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2023

ÍNDICE

1. MEDICIONES Y PRESUPUESTO INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD" 3

2. RESUMEN DE PRESUPUESTO 14

1. Mediciones y presupuesto instalación híbrida renovable PE-IFV "Cumbre Abad"

Código	Capítulo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€/Ud)	Importe
1	**Trabajos previos**					**84.000,00 €**
1.01		Ud	**Estudio geotécnico** Estudio geotécnico del terreno en cualquier tipo de suelo. Todo ello recogido en el correspondiente informe geoténico con especificación de cada uno de los resultados obtenidos, conclusiones y validez del estudio sobre parámetros para el diseño de las cimentaciones	1,00	24.000,00 €	24.000,00 €
1.02		Ud	**Estudio topográfico** Levantamiento topográfico de detalle a escala mínima 1:100.	1,00	10.000,00 €	10.000,00 €
1.03		Ud	**Ingeniería de detalle y dirección de obra** Ingeniería de detalle y dirección de obra.	1,00	50.000,00 €	50.000,00 €
2	**Suministro de Equipos Principales**					**3.808.279,15 €**
2.01		Ud	**Módulo fotovoltaico de 580 Wp** Suministro de módulo solar fotovoltaico modelo JKM580M-7RL4-V de Jinko Solar o similar de 580 Wp bifacial.	10.452,00	81,50 €	851.838,00 €
2.02		Ud	**Inversor fotovoltaico central de 1.675 kW** Suministro de inversor tipo central modelo 1675TL de Ingeteam o similar con una potencia nominal de 1.675 kW.	3,00	30.067,05 €	90.201,15 €
2.03		Ud	**Seguidor solar 1 eje 2Vx26** Seguidor solar a 1 eje N-S, configuración 2Vx26, modelo 2V de PVHardware o similar. Incluso elemento auxiliar para fijación de módulos.	201,00	2.150,00 €	432.150,00 €
2.04		Ud	**String box** Caja de agrupación de strings modelo Ingecon Sun de Ingeteam o similar, de hasta 12 entradas para una tensión de 1500 V, equipadas con porta-fusibles, hasta 12 pares de fusibles DC, descargadores de sobretensión tipo II y seccionador manual DC.	34,00	385,00 €	13.090,00 €
2.05		Ud	**Estación de potencia de 5.400 kVA** Suministro de estación de potencia modelo 5400FSK deIngeteam o similar compuesto por una plataforma compacta que contiene un transformador de MT exterior, celdas de MT y un panel de BT.	1,00	121.000,00 €	121.000,00 €
2.06		Ud	**Aerogenerador N175-6X** Sumunistro e instalación de aerogenerador N175-6X de Nordex o similar, totalmente instalado. Incluso suministro, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha	1,00	############	2.300.000,00 €

Código	Capítulo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€/Ud)	Importe
3	**Obra Civil**					**636.014,56 €**
3.1	**Viales planta fotovoltaica**					**36.234,32 €**
3.1.01		m2	**Camino de acceso de 4 metros de ancho** Suministro, extendido, nivelado y compactado por medios mecánicos de zahorra natural 40/80 mm, en capas de base de 10 cm de espesor y subbase de 20 cm de espesor, por tongadas según pendiente. Incluso preparación de la superficie de asiente, riego y refino hasta alcanzar un proctor modificado el 95%, totalmente terminado.	2.226,68	13,32 €	29.659,38 €
3.1.02		m2	**Caminos internos de 3,50 metros de ancho** Suministro, extendido, nivelado y compactado por medios mecánicos de zahorra natural 40/80 mm, en capas de base de 10 cm de espesor y subbase de 20 cm de espesor, por tongadas según pendiente. Incluso preparación de la superficie de asiente, riego y refino hasta alcanzar un proctor modificado el 95%, totalmente terminado.	626,19	10,50 €	6.574,94 €
3.2	**Vial acceso-aglomerado**					**26.777,66 €**
3.2.01		m2	**Limpieza y desbroce del terreno** Limpieza y desbroce del terreno por medios mecánicos, incluye tala de árboles (manual para diámetros ≥ 10cm) y arbustos incluido destoconado, arranque, carga y transporte a zona de acopio, vertedero o gestor autorizado, incluso canon de vertido.	11.098,37	0,70 €	7.768,86 €
3.2.02		m3	**Excavación tierra vegetal** Excavación tierra vegetal mediante el empleo de medios mecánicos i/ carga y acopio dentro de la obra, incluso almacenamiento en montones de altura inferior a 2 m para posterior utilización y restitución de la tierra vegetal (incluso taludes) y/o carga y transporte de sobrantes a vertedero autorizado. Incluso canon de vertido.	857,81	2,50 €	2.144,53 €
3.2.03		m3	**Excavación en desmonte en suelo** Excavación en desmonte en suelos a cielo abierto con medios mecánicos para ejecución de viales o explanación de zonas localizadas, incluso carga y transporte a vertedero autorizado o lugar de empleo, incluso canon de vertido, a cualquier distancia, perfilado de taludes y rasanteo de la explanada a cota de proyecto, reperfilado y compactación de la explanación resultante. Control por especialista en Geotecnia, totalmente acabado.	131,16	3,10 €	406,60 €
3.2.04		m3	**Terraplén suelo seleccionado => 95% PM**	323,25	4,10 €	1.325,33 €

Código	Capítulo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€/Ud)	Importe
			Formacion de terraplen con materiales seleccionados segun PG-3, procedentes de préstamos o de la excavación, incluidos éstos, extendido, humectacion y su control y compactacion al 95% del Proctor Modificado, por especialista en Geotecnia. medido sobre perfil. mediante medios mecánicos en viales del parque. incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación a la cota de proyecto y preparación de la superficie de asiento, totalmente terminado.			
3.2.05		m3	**Base granular ZA-20 98% PM 35 cm** Base granular, según PG-3 Huso ZA-20 , suministro y ejecución de capa de rodadura en viales, formado por una capa de 35 cm de espesor realizada con material granular procedente de machaqueo de la excavación o bien de préstamos, conforme a las propiedades definidas en el proyecto. incluye extendido, humectación y compactación superior al 98% del Proctor Modificado, medido sobre perfil. incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento, control de humedad y compactación con medios mecánicos, por especialista en geotecnia, totalmente terminado. incluye adecuación final tras los trabajos de montaje de los aerogeneradores. incluso aporte de material si fuera necesario, con las mismas características que la capa de pavimento inicial, reparaciones, nivelación, compactación, etc. mediante el empleo de medios mecánicos adecuados como niveladora, humectación, compactadora, etc. totalmente ejecutado para dotar los viales de un perfecto estado de conservación hasta obtención del Take Over Certificate (TOC).	441,81	25,89 €	11.438,46 €
3.2.06		m2	**MBC AC16 SURF BC 50/70 D INC. Betún y filler 5 CM** Aglomerado asfáltico en caliente tipo (AC16 SURF BC 50/70 D), con árido artificial silíceo, incluso filler de aportación y betún, limpieza de pavimento, fabricación, transporte y puesta en obra y compactación, totalmente terminado.	262,35	6,85 €	1.797,10 €
3.2.07		m2	**MBC AC22 BIN BC 50/70 S INC. Betún y filler 10 CM** Aglomerado asfáltico en caliente tipo (AC22 BIN BC 50/70 S), con árido artificial silíceo, incluso filler de aportación y betún, limpieza de pavimento, fabricación, transporte y puesta en obra y compactación, totalmente terminado.	262,35	6,30 €	1.652,81 €
3.2.08		m2	**Riego de imprimación ECI/EAI** Riego de imprimación con emulsión ECI O EAI, según PG-3, incluso árido de cubricón, barrido de superficie y aplicación totalmente terminado.	262,35	0,58 €	152,16 €
3.2.09		m2	**Riego de adherencia ECR-1/EAR-1**	262,35	0,35 €	91,82 €

Código	Capítulo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€/Ud)	Importe
			Riego de Adherencia con emulsión ECR-1 O EAR-1. Dotación 0,35Kg/m2 según art. 531 PG-3. barrido de superficie y aplicación totalmente terminado.			
3.3	**Vial acceso-aglomerado y plataforma de montaje**					**313.125,46 €**
3.3.01		m2	**Limpieza y desbroce del terreno** Limpieza y desbroce del terreno por medios mecánicos, incluye tala de árboles (manual para diámetros ≥ 10cm) y arbustos incluido destoconado, arranque, carga y transporte a zona de acopio, vertedero o gestor autorizado, incluso canon de vertido.	24.215,21	0,70 €	16.950,65 €
3.3.02		m3	**Excavación tierra vegetal** Excavación tierra vegetal mediante el empleo de medios mecánicos i/ carga y acopio dentro de la obra, incluso almacenamiento en montones de altura inferior a 2 m para posterior utilización y restitución de la tierra vegetal (incluso taludes) y/o carga y transporte de sobrantes a vertedero autorizado. Incluso canon de vertido.	3.632,28	2,50 €	9.080,70 €
3.3.03		m3	**Excavación en desmonte en suelo** Excavación en desmonte en suelos a cielo abierto con medios mecánicos para ejecución de viales o explanación de zonas localizadas, incluso carga y transporte a vertedero autorizado o lugar de empleo, incluso canon de vertido, a cualquier distancia, perfilado de taludes y rasanteo de la explanada a cota de proyecto, reperfilado y compactación de la explanación resultante. Control por especialista en Geotecnia, totalmente acabado.	30.173,31	2,45 €	73.924,62 €
3.3.04		m3	**Terraplén suelo seleccionado => 95% PM** Formacion de terraplen con materiales seleccionados segun PG-3, procedentes de préstamos o de la excavación, incluidos éstos, extendido, humectacion y su control y compactacion al 95% del Proctor Modificado, por especialista en Geotecnia. medido sobre perfil. mediante medios mecánicos en viales del parque. incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación a la cota de proyecto y preparación de la superficie de asiento, totalmente terminado.	24.225,66	3,76 €	91.088,50 €
3.3.05		m3	**Base granular ZA-20 98% PM 35 cm**	2.631,61	25,89 €	68.132,38 €

Código	Capítulo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€/Ud)	Importe
			Base granular, según PG-3 Huso ZA-20 , suministro y ejecución de capa de rodadura en viales, formado por una capa de 35 cm de espesor realizada con material granular procedente de machaqueo de la excavación o bien de préstamos, conforme a las propiedades definidas en el proyecto. incluye extendido, humectación y compactación superior al 98% del Proctor Modificado, medido sobre perfil. incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento, control de humedad y compactación con medios mecánicos, por especialista en geotecnia, totalmente terminado. incluye adecuación final tras los trabajos de montaje de los aerogeneradores. incluso aporte de material si fuera necesario, con las mismas características que la capa de pavimento inicial, reparaciones, nivelación, compactación, etc. mediante el empleo de medios mecánicos adecuados como niveladora, humectación, compactadora, etc. totalmente ejecutado para dotar los viales de un perfecto estado de conservación hasta obtención del Take Over Certificate (TOC).			
3.3.06		m3	**Subbase granular suelo seleccionado, zahorra 25 cm** Suministro de materiales y ejecución de capa de subbase en viales, formado por una capa de 25 cm de espesor realizada con material granular procedente de machaqueo de la excavación o bien de préstamos, conforme a las propiedades definidas en el proyecto y según PG-3. incluye extendido, humectación y su control por especialista en geotecnia y compactación superior al 95% del proctor modificado con medios mecánicos, medido sobre perfil. incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento, totalmente terminado.	2.817,16	19,15 €	53.948,61 €
3.5	**Acondicionamiento del terreno**					**10.665,78 €**
3.5.01		ha	**Acondicionamiento del terreno** Desbroce y destoconado de la superficie de actuación con medios mecánicos, con carga y transporte a vertedero dentro de la parcela de los productos sobrantes para acopio temporal y posterior uso de la tierra vegetal dentro de la parcela	8,12	1.313,52 €	10.665,78 €
3.6	**Cimentaciones**					**223.134,67 €**
3.6.01		ud	**Cimentación Centros de Transformación** Cimentación CTs. Realización in situ de cimentación para los centros de transformación. Se incluye excavación, señalización, retirada de tierras sobrantes a vertedero autorizado.	1,00	3.587,80 €	3.587,80 €
3.6.02		ud	**Hincado postes seguidor** Hincado directo. Suministro e instalación de hincas con instalación directa en el terreno mediante hincapostes.	1.005,00	20,50 €	20.602,50 €
3.6.03		m3	**Excavación de pozos en suelos**	1.996,00	7,56 €	15.089,76 €

Código	Capítulo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€/Ud)	Importe
			Excavacion de pozos en suelos con medios mecánicos para cimentaciones, incluso extracción de tierras al borde de la excavación, posterior carga y transporte de sobrantes a vertedero autorizado o lugar de empleo, a cualquier distancia. Se considera incluido el mayor volumen a transportar debido al esponjamiento, así como los gastos propios del vertedero. Incluidos también adecuación final y refino de taludes. Control por especialista en Geotecnia de los fondos de excavación, totalmente terminado.			
3.6.04		m3	**Rellenos localizados** Extendido y compactado de materiales en zonas localizadas (cimentaciones), con material seleccionado de densidad mínima 18 kN/m3 procedente de excavación o préstamo autorizado, realizado con medios mecánicos, comprendiendo extendido en tongadas de 30 cm de espesor mediante medios mecánicos o manuales (con compactadora manual "tipo rana" si fuera necesario). Incluye selección y suministro de material, extensión y compactación al 98% PM previa humectación, refino y acabado final. Si el relleno se realiza con productos de préstamo autorizado, el precio incluye el canon de extracción, transporte, carga y descarga hasta el lugar de utilización. Incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento,control de humedad, por especialista en Geotecnia, totalmente terminado.	1.197,00	3,56 €	4.261,32 €
3.6.05		m3	**Hormigón de nivelación y limpieza HL-150** Hormigón de nivelación y limpieza HL-150 de hormigón fc'=150 Kg/cm2 de 10 cm de espesor, consistencia plástica, tmáx 20 mm, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondo de cimentación, incluso vertido mediante bomba y colocación en fondo de excavación, en cimentaciones de aerogeneradores, s/ instrucción EHE, incluida la parte proporcional de equipos y medios auxiliares.	48,00	75,54 €	3.625,92 €
3.6.06		m3	**Hormigón HA-30 cimentación** Suministro y colocación de hormigón fc'=300 Kg/cm2 en cimentaciones de aerogeneradores, elaborado en central. Incluye transporte, vertido con bomba, vibrado y colocación y parte proporcional de equipos y medios auxiliares, todo s/ instrucción EHE. Incluido parte proporcional de ensayos para control de calidad s/ Instrucción EHE e indicaciones de dirección facultativa.	624,00	110,73 €	69.095,52 €
3.6.07		m3	**Hormigón HA-45 Pedestales**	20,00	127,57 €	2.551,40 €

Código	Capítulo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€/Ud)	Importe
			Suministro y colocación de hormigón fc'=450 Kg/cm2 en pedestales de aerogeneradores, elaborado en central. Incluye transporte, vertido con bomba, vibrado y colocación y parte proporcional de equipos y medios auxiliares, todo s/ instrucción EHE. Incluido parte proporcional de ensayos para control de calidad s/ Instrucción EHE e indicaciones de dirección facultativa.			
3.6.08		kg	**Barras corrugadas B-500-SD** Suministro y colocación de acero en varillas corrugadas B 500 SD (UNE 36068), para armado de zapatas y pedestales, elaborado en taller conforme a los diámetros, longitudes y colocado conforme a lo indicado en los planos constructivos. Incluida la parte proporcional de cortes, doblados, solapes y todo lo necesario para su correcta instalación. Se incluirán las armaduras complementarias que puedan precisarse para asegurar que la armadura superior de las zapatas permita el paso sobre ella para el extendido y vibrado del hormigón. Incluido parte proporcional de ensayos para control de calidad s/ Instrucción EHE e indicaciones de dirección facultativa.	77.000,00	1,09 €	83.930,00 €
3.6.09		m2	**Encofrado y desencofrado** Encofrado y desencofrado de zapatas de aerogeneradores mediante paneles metálicos, incluidos los apeos y elementos auxiliares (herrajes, soportes, montaje, despiece, ajsutes, cortes y ensambles). Se aplicará en todos los casos cualquiera que sea la superficie a cimbrar, incluso descimbrado y limpieza.	42,70	24,20 €	1.033,34 €
3.6.10		m2	**Impermeabilizante** Suministro y aplicación de producto impermeabilizante en la superficie de la cimentacion. Incluida la parte proporcional de limpieza previa e imprimación de la superficie.	514,50	18,65 €	9.595,43 €
3.6.11		m2	**Mortero de alta resistencia C90/105** Suministro y aplicación de grout de alta resistencia, incluida la parte proporcional de medios auxiliares necesarios, transportes y limpieza final.	1,72	5.667,16 €	9.761,68 €
3.7	**Canalizaciones**					**24.202,18 €**
3.7.01		ml	**Canalización enterrada para cableado solar** Canalización enterrada para cableado solar en Baja Tensión de dimensiones 300x1.000 mm (ancho x profundo). Excavación a realizar por medios mecánicos incluyendo relleno, capa de arena de limpieza de espesor 500mm, suministro y colocación de tubo tipo PEAD de diámetro 63mm, cinta señalizadora, capa de arena final y compactación. Incluso retirada de tierra sobrante a vertedero, embocado en arquetas y edificios, pp de albañilería, pequeño material y todo incluido de acuerdo a pliego de condiciones y planos.	103,66	6,80 €	704,89 €

Código	Capítulo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€/Ud)	Importe
3.7.02		ml	**Canalización enterrada para Baja Tensión en corriente continua** Canalización enterrada para Baja Tensión en corriente continua para cableado solar de dimensiones 1.500x1.100 mm (ancho x profundo). Excavación a realizar por medios mecánicos incluyendo relleno, capa de arena de limpieza de espesor 600mm, suministro y colocación de tubo tipo PEAD de diámetro 63mm, cinta señalizadora, capa de arena final y compactación. Incluso retirada de tierra sobrante a vertedero, embocado en arquetas y edificios, pp de albañilería, pequeño material y todo incluido de acuerdo a pliego de condiciones y planos.	709,10	8,66 €	6.140,78 €
3.7.03		ml	**Canalización enterrada para Media Tensión de 1 y 2 circuitos** Canalización enterrada para Media Tensión, para cables de conexión entre Estación de potencia y SET de dimensiones 300x1300 mm (ancho x profundo). Excavación a realizar por medios mecánicos incluyendo relleno, capa de arena de limpieza de espesor 600mm, capa de tierra procedente de la excavación de espesor 600mm, suministro y colocación de cinta señalizadora, capa de tierra procedente la excavación final de espesor de 200mm y compactación. Incluso retirada de tierra sobrante a vertedero, embocado en arquetas y edificios, pp de albañilería, pequeño material y todo incluido de acuerdo a pliego de condiciones y planos.	741,12	9,50 €	7.040,64 €
3.7.04		ml	**Canalización enterrada para CCTV** Canalización enterrada para cableado de CCTV de dimensiones 300x1.000 mm (ancho x profundo). Excavación a realizar por medios mecánicos incluyendo relleno, capa de arena de limpieza de espesor 600mm, suministro y colocación de tubo tipo PEAD de diámetro 63mm, cinta señalizadora, capa de arena final y compactación. Incluso retirada de tierra sobrante a vertedero, embocado en arquetas y edificios, pp de albañilería, pequeño material y todo incluido de acuerdo a pliego de condiciones y planos.	1.038,38	6,50 €	6.749,47 €
3.7.05		ud	**Arquetas de hormigón prefabricadas** Arqueta de hormigón prefabricadas con tapa 1,61 x 1,06 m	30,00	118,88 €	3.566,40 €
3.8	**Sistema de Drenaje**					**1.874,49 €**
3.5.01		ml	**Cuneta triangular** Ejecución de cuneta triangular formada por la excavación y reperfilado de cuneta de 1.50 metros de ancho y 50 cm, con transporte del material sobrante de la excavación a vertedero.	178,91	6,63 €	1.186,17 €
3.8.02		ml	**Obra de Drenaje Transversal (ODT)**	12,00	57,36 €	688,32 €

Código	Capítulo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€/Ud)	Importe
			Obra de Drenaje Transversal (ODT) para permitir el cruce de caminos y las ramblas/cauces existentes. Tubo de Hormigón armado prefabricado de diámetro nominal 600 mm, clase 90, colocado bajo acceso para continuidad de cuneta, incluso excavación, colocación y relleno con el material seleccionado necesario para su correcto arriñonamiento, totalmente terminado.			
4	**Suministro y Montaje Mecánico**					**392.823,47 €**
4.01		Ud	**Instalación de oficinas y acceso a obra** Instalación de oficinas y acceso a obra. Incluye accesos, vallado, servicios higiénicos, locales de descanso o alojamiento y comedores, primeros auxilios y señalización.	1,00	60.208,90 €	60.208,90 €
4.02		ml	**Vallado perimetral** Suministro, instalación y montaje del vallado. Incluso instalación de la malla metálica, refuerzos en cambios de dirección, tornapuntas, tornillería y cimentación de hormigón. Totalmente ejecutado.	1.090,51	14,73 €	16.063,21 €
4.03		Ud	**Puerta de acceso** Suministro y montaje de la puerta de acceso de la planta.	1,00	5.229,96 €	5.229,96 €
4.04		Ud	**Montaje seguidor** Montaje todos los elementos que compoonen la estructura del seguidor solar según manual de instalación del fabricante. Incluso pequeño material, traslado de maquinaria, medios auxiliares, almacenamiento, nivelado, ensamblado y sujeción. Totalmente instalado.	201,00	955,40 €	192.035,40 €
4.05		Ud	**Instalación y montaje módulos fotovoltaicos** Instalación y montaje de módulo solar fotovoltaico modelo JKM580M-7RL4-V de Jinko Solar o similar de 580 Wp bifacial. Incluso conexión entre modulos, parte proporcional de pequeño material, trasladado y puesto en obra. Totalmente instalado y funcionando.	10.452,00	3,00 €	31.356,00 €
4.06		ud	**Montaje Inversor Central** Instalación de los inversores en la estación de potencia.	3,00	560,00 €	1.680,00 €
4.07		ud	**Montaje Estación de Potencia** Montaje y ensamblaje de Estación de Potencia. Incluye instalación de transformador, celdas de media tensión, protecciones y servicios auxiliares.	1,00	850,00 €	850,00 €
4.08		ud	**Suministro y montaje centro de seccionamiento** Suministro, montaje y ensamblaje de Centro de Seccionamiento. Incluye instalación de celdas de media tensión, protecciones y servicios auxiliares.	1,00	85.400,00 €	85.400,00 €
5	**Suministro y Montaje Eléctrico**					**281.553,93 €**

Código	Capítulo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€/Ud)	Importe
5.1	**Instalación de Baja Tensión (CC)**					**83.280,51 €**
5.1.01		ml	**Cable Solar 1x6 mm2 tipo H1Z2Z2-K** Cable Solar 1x6 mm2 tipo H1Z2Z2-K o similar, de cobre y 1,5 kV, para conexión de los strings y las cajas de conexión. Suministro, instalación y conexión incluido terminales, conectores MC4, y pequeño material.	42.054,15	1,52 €	63.922,30 €
5.1.02		ml	**Cable baja tensión 1x300 mm2 tipo RHZ1-AL** Cable baja tensión 1x300 mm2 tipo RHZ1-AL o similar, de aluminio y 1,5 kV, para conexión de las cajas de conexión con los inversores. Suministro, instalación y conexión, incluido terminales de conexión y pequeño material	3.253,48	5,95	19.358,21 €
5.2	**Instalación de Media Tensión**					**8.628,76 €**
5.2.01		ml	**Cable de media tensión 1x240mm2 tipo RHZ1-OL-2OL** Cable de media tensión 1x240 mm2 tipo RHZ1-OL-2OL o similar, de aluminio y 18/30 kV, para conexión de estación de potencia con centro de seccionamiento. Suministro, instalación y conexiones incluido terminales, soportes auxiliares y pequeño material.	994,00	6,64 €	6.600,16 €
5.2.02		Ud	**Terminales 1x240 mm2** Conjunto de terminal enchufable para conexión de celda SF6 18/30 kV 1x240 Al	15,00	135,24	2.028,60
5.3	**Instalación Puesta a Tierra**					**139.644,66 €**
5.3.01		ml	**Suministro e instalación de circuito de red de tierra** Suministro e instalación de circuito de red de tierra compuesto de conductor desnudo de cobre 1x35 mm2 en fondo de zanja normalizada, con empalmes y derivaciones mediante soldadura luminotécnica.	49.695,61	2,81 €	139.644,66 €
6	**Control y Comunicaciones**					**109.114,85 €**
6.01		ml	**Cable de fibra óptica** Suministro e instalación de cable de Fibra Óptica Monomodo de 12 fibras para transmisión de señales y datos para control, maniobra y automatismos, para la comunicación entre la estación de potencia y el centro de seccionamiento. Incluido todos los elementos auxiliares, cajas de empalmes, conexiones, latiguillos y pequeño material.	1.038,38	11,33 €	11.764,85 €
6.02		Ud	**Rack de comunicaciones** Rack de comunicaciones, incluye router multifunciones tipo RB2011 o similar, Ethernet switches y módulos de alta velocidad, server y otros pequeños equipos, para la conexión de los centros de transformación con el sistema de control y comunicación central de la planta fotovoltaica. Suministro, instalación y conexiones incluido terminales, latiguillos y pequeño material.	1,00	7.000,00 €	7.000,00 €
6.03		Ud	**Sistema SCADA**	1,00	22.300,00 €	22.300,00 €

Código	Capítulo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€/Ud)	Importe
			Suministro e instalación de SCADA para monitorización y control de la planta i/RS485, incluyendo conexión de los equipos mediante cable RS485.			
6.04		Ud	**Estación meteorológica.** Suministro e instalación de sistema de sensores meteorológicos para mediciones de rendimiento. Compuesto por: Báculo de 4 m para sensores, sensor velocidad y dirección de viento, piranómetro secondary standard para medición de GHI, piranómetro secondary standard para medición de radiación en el plano de los módulos FV, sensor de humedad y temperatura ambiente PT100, incluyendo protector de radiación solar, sensor de temperatura de módulos FV.	1,00	15.600,00 €	15.600,00 €
6.05		Ud	**Sistema de control central de planta "Power Plant Controller"** Suministro, instalación, conexiones, configuración de hardware incluido terminales, armarios, pantallas, teclados, software, pequeño material y todo incluido para su puesta en funcionamiento.	1,00	35.000,00 €	35.000,00 €
6.06		Ud	**SAI** Suministro e Instalación de Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), marca Endata, Salicru o similar.	1,00	17.450,00 €	17.450,00 €
7	**Sistema de Seguridad**					**150.000,00 €**
7.01		Ud	**Sistema de seguridad y videovigilancia** Suministro y montaje de sistema perimetral de seguridad y videovigilancia incluyendo postes de acero galvanizado para montaje de videocámaras, sistema de control de acceso, sistema de antiintrusión personal, CCTV incluso cámaras con visión infrarroja, focos infrarrojas con sus lámparas, red de datos de seguridad, centros de seguridad local, respuestos para montaje y puesta en servicio, almacenmaiento, embalaje y transporte, totalmente instalado. Incluso medios de elevación, accesorios, preparativos, trabajos y útiles necesarios para realizar una correcta instalación, calibrado y pruebas con CRA.	1,00	150.000,00 €	150.000,00 €
8	**Varios**					**266.991,09 €**
8.01		PA	**Seguridad y Salud** Partida alzada a justificar por el cumplimiento de la normativa de seguridad y salud en la construcción, tanto a nivel de protecciones individuales como colectivas, según estudio de seguridad y salud	1,00	54.391,09 €	54.391,09 €
8.02		PA	**Gestión de residuos** Partida alzada a justificar para la correcta gestión de los residuos derivados de la construcción y embalajes, así como su tratamiento en vertederos y/o gestores autorizados, según estudio de gestión de residuos	1,00	50.000,00 €	50.000,00 €
8.03		PA	**Control de calidad y puesta en marcha**	1,00	70.000,00 €	70.000,00 €

Código	Capítulo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€/Ud)	Importe
			Partida alzada a justificar de control de calidad y puesta en marcha de la instalación.			
8.05		m2	**Área de acopio** Ejecución de plataforma para zona de acopio conforme a las dimensiones y características indicadas en proyecto, incluye limpieza y desbroce del terreno, retirada de tierra vegetal, excavación en cualquier tipo de suelo i/o ejecución de relleno, extendido y compactado de capa base y capa de rodadura en su caso y todas las operaciones necesarias para su total terminación. Incluso restauracion consistente en la descompactación y vertido de tierra vegetal tras la finalizacion de los trabajos.	20.000,00	4,63 €	92.600,00 €
			Total Presupuesto Ejecución Material			**5.728.777,05 €**
			Gastos generales (13%)			**744.741,02 €**
			Beneficio Industrial (6%)			**343.726,62 €**
			IVA (21%)			**1.431.621,39 €**
						TOTAL
			TOTAL Presupuesto Ejecución (SIN IVA)			**6.817.244,69 €**
			TOTAL Presupuesto Ejecución (CON IVA)			**8.248.866,08 €**

El Presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de SEIS MILLONES OCHOCIENTOS DIECISIETE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS, I.V.A. no incluido.

2. Resumen de presupuesto

Código	Capítulo	Resumen	Importe
		INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE PE-IFV "CUMBRE ABAD"	
1	**Trabajos previos**		**84.000,00 €**
2	**Suministro de Equipos Principales**		**3.808.279,15 €**
3	**Obra Civil**		**636.014,56 €**
3.1	Viales planta fotovoltaica		11.000,00 €
3.2	Vial acceso-aglomerado		52.000,00 €
3.3	Vial acceso-aglomerado y plataforma de montaje		313.125,46 €
3.4	Acondicionamiento del terreno		10.665,78 €
3.5	Cimentaciones		223.134,67 €
3.6	Canalizaciones		24.202,18 €
3.7	Sistema de drenaje		1.874,49 €
4	**Suministro y Montaje Mecánico**		**392.823,47 €**
5	**Suministro y Montaje Eléctrico**		**281.553,93 €**
5.1	Instalación de Baja Tensión (CC)		83.280,51 €
5.2	Instalación de Media Tensión		8.628,76 €
5.3	Instalación Puesta a Tierra		139.644,66 €
6	**Control y Comunicaciones**		**109.114,85 €**
7	**Sistema de Seguridad**		**150.000,00 €**
8	**Varios**		**266.991,09 €**

Código	*Capítulo*	*Resumen*	*Importe*
		Total Presupuesto Ejecución Material Instalación Híbrida Renovable PE-IFV "Cumbre Abad"	**5.728.777,05 €**
		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	
1	**Estudio de Seguridad y Salud total del proyecto**		**42.006,92 €**
		Total Presupuesto ESS	**42.006,92 €**
		Presupuesto Ejecución TOTAL	
		Presupuesto de Ejecución Material total	**5.770.783,97 €**
		Gastos generales (13%)	**750.201,92 €**
		Beneficio Industrial (6%)	**391.259,15 €**
		IVA (21%)	**1.451.571,46 €**
			TOTAL
		TOTAL Presupuesto Ejecución (SIN IVA)	**6.912.245,04 €**
		TOTAL Presupuesto Ejecución (CON IVA)	**8.363.816,50 €**

El total del Presupuesto de Ejecución por Contrata asciende a la cantidad de OCHO MILLONES TRESCIENTOS SESENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS DIECISEIS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS, I.V.A. incluido.

Córdoba, Noviembre de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426