



Executing your **renewable** vision

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA

SP.0045.2.M.GN.F401-1A

MEMORIA DESCRIPTIVA

FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ (ESPAÑA)



Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
00	06/08/20	Emisión Inicial	EGC	JMJ	JBM
01	14/02/20	Revisión de configuración	PRG	EGC	JBM

Sevilla, febrero de 2020

El Graduado en Ingeniería Eléctrica: Juan Luis Barandiarán Muriel
Cód. Norm. 931-COGITI Cáceres

Firmado digitalmente por
BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q
Nombre de reconocimiento
(DN): c=ES,
serialNumber=IDCES-76026
631Q, givenName=JUAN
LUIS, sn=BARANDIARAN
MURIEL, cn=BARANDIARAN
MURIEL JUAN LUIS -
76026631Q

El Graduado en Ingeniería Eléctrica: Juan Luis Barandiarán Muriel
Cód. Norm. 931-COGITI Cáceres

BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q
c=ES,
serialNumber=IDCES-7602
6631Q, givenName=JUAN
LUIS, sn=BARANDIARAN
MURIEL,
cn=BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q

el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)

Juan Luis Barandiarán Muriel

Nº de colegiado 931 -COGITI Cáceres



Contenido

0	ACRÓNIMOS	8
1	INTRODUCCIÓN	9
1.1	Datos Generales	9
1.2	Promotor e ingeniería	9
1.3	Localización	10
1.4	Accesos.....	11
2	GENERALIDADES	17
2.1	Objeto	17
2.2	Reglamentos Leyes y Normas.....	17
2.3	Datos generales del proyecto	20
3	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	21
3.1	Ocupación.....	21
3.2	Superficie Construida	21
3.3	Disponibilidad de parcela	21
3.4	Afecciones	23
3.5	Ficha General del proyecto	31
3.6	Tabla de potencias	32
3.7	Descripciones Generales.....	32
4	EQUIPOS PRINCIPALES.....	36
4.1	Panel	36
4.2	Estructura de seguidor	37
4.3	Centro de Transformación	39
4.4	centro de seccionamiento	41
4.5	Inversor	41
4.6	Transformador de Potencia	44
4.7	Celdas de Media Tensión	45
5	INSTALACION ELÉCTRICA	47
5.1	Instalación de BT en CC	47
5.2	Instalación de BT en CA de generación.....	52
5.3	Instalación de BT para SSAA en CA.....	53
5.4	Instalación de puesta a tierra	55



5.5	Instalación de MT.....	56
6	LÍNEA DE EVACUACION 30KV CENTRO DE SECCIONAMIENTO ARDILA – SET BETURIA.....	59
6.1	Línea subterránea	59
6.2	requisitos de diseño	62
6.3	características generales	62
7	MONITORIZACIÓN.....	63
7.1	Topología.....	63
7.2	Instalación en el Centro de Transformación	64
7.3	Nivel de la Sala de Control del edificio de Operación y Mantenimiento	64
8	SEGURIDAD	65
8.1	Control de Acceso	65
8.2	Software de control de acceso.....	65
8.3	Sistema de CCTV	66
8.4	Detectores de Intrusión.....	66
8.5	Sistema de seguridad	66
9	OBRA CIVIL.....	69
9.1	Preparación del terreno	69
9.2	Drenaje.....	69
9.3	Zanjas	70
9.4	Arquetas	71
9.5	Vallado	71
9.6	Caminos.....	72
9.7	Centro de Transformación	73
9.8	Cimentaciones de estructura	74
10	EDIFICIO O&M	75
10.1	Características generales.....	75
10.2	Instalaciones.....	77



0 ACRÓNIMOS

- **MW.** _ Mega Watios
- **MWp.** _ Mega Watios pico
- **MWn.** _ Mega Watios nominales
- **kV.** _ kilovoltios
- **kVA.** _ kilovoltio Amperio
- **ha.** _ Hectáreas
- **R.E.E.** _ Red Eléctrica Española
- **FV.** _ Fotovoltaica (Planta)
- **CCTV.** _ Closed-circuit televisión _ Circuito Cerrado de Televisión (Video)
- **CC.** _ Corriente Continua
- **CA.** _ Corriente Alterna
- **M.T.** _ Media Tensión
- **B.T.** _ Baja Tensión
- **IVA** _ Informe viabilidad de acceso
- **SCADA System** _ Supervisory Control And Data Acquisition. Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos
- **REBT.** _ Reglamento Eléctrico de Baja Tensión
- **UNE.** _ Normas UNE (Una Norma Española)
- **SS.AA** _ Servicios Auxiliares
- **CT.** _ Centro de Transformación
- **SET.** _ Subestación Elevadora de Tensión
- **THD** _ Total Harmonic Distortion _ Factor de distorsión armónica
- **CGBT** _ Cuadro General de Baja Tensión
- **FO.** _ Fibra óptica
- **SAI.** _ Sistema de Alimentación Ininterrumpida



1 INTRODUCCIÓN

1.1 DATOS GENERALES

El presente Proyecto denominado Parque Fotovoltaico Ardila, consiste en una planta de generación con tecnología fotovoltaica de 45,495 MW nominales y 49,982 MW pico conectado a red. La energía generada se inyectará a la red de transporte, a través de una línea subterránea de 30 kV, hasta la SET Beturia 30/132 kV.

En la subestación Beturia se conectará al embarrado de 30 kV, elevándose la tensión a 132 kV mediante un transformador 30/132 kV, conectando a una barra de 132 kV y a la salida de línea en 132 kV Beturia – Apicio. En la subestación Apicio la energía se elevará a 400 kV para posteriormente evacuar hasta el punto de conexión con la red de transporte en la subestación Brovales 400 kV (REE).

Desde la subestación Beturia hasta llegar a la subestación Brovales 400 kV (REE), queda fuera del alcance del presente proyecto, siendo las siguientes sociedades las responsables del desarrollo:

- Subestación Beturia 30/132 kV, LAT 132 kV Beturia – Apicio
 - Dehesa de los Guadalupes Solar S.L.U.
- Subestación colectora 132/400 Apicio, LAT 400 kV Apicio – Brovales 400 kV:
 - Enel Green Power España S.L.

1.2 PROMOTOR E INGENIERÍA

Se redacta por encargo de la empresa FURATENA SOLAR 1, S.L.U. con domicilio a efectos de notificación en, C/ Ribera del Loira nº60, Madrid, como promotora de las instalaciones.

- **DENOMINACIÓN SOCIAL:** FURATENA SOLAR 1, S.L.U.
- **CIF:** B-90328592
- **DIRECCIÓN SOCIAL:** C/ Ribera del Loira nº60, Madrid
- **PERSONA DE CONTACTO:** Miriam García Barroso

Redacta el presente proyecto INGENOSTRUM S.L. mediante el técnico que suscribe Juan Luis Barandiarán Muriel, Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial), colegiado en el COGITI de Cáceres con el número 931, con domicilio en Avd. de la Constitución nº34, 1ºI, 41001, SEVILLA.

- **INGENIERÍA:** INGENOSTRUM S.L.
- **CIF:** B-91832873
- **TÉCNICO REDACTOR:** Juan Luis Barandiarán Muriel
- **TITULACIÓN:** Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial), 931-COGITI-Cáceres



1.3 LOCALIZACIÓN

El emplazamiento se caracteriza por las siguientes condiciones:

- Altitud: 542 msnm
- Temperatura media Anual: 14,32 °C
- Instalación: Intemperie

El proyecto se encuentra localizado en el municipio Fregenal de la Sierra, Badajoz, Extremadura, España, delimitado por las siguientes coordenadas:

- Latitud: 38,2°N
- Longitud: 6,58°W

En las siguientes imágenes, se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la región:

Figura 1.- Ubicación de la planta fotovoltaica en España





Figura 2.- Localización respecto a municipios cercanos

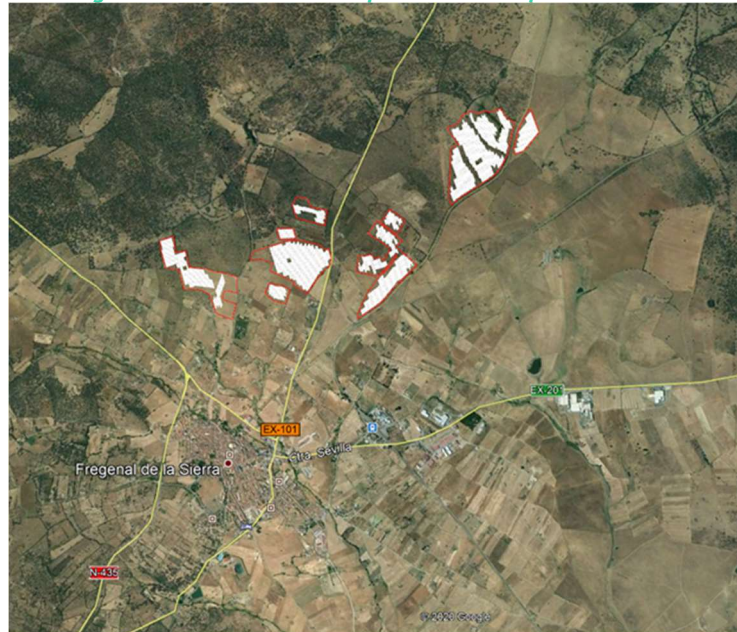
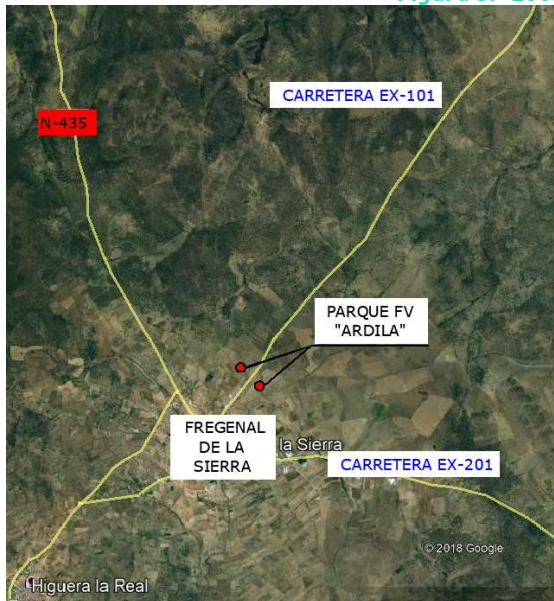


Figura 3.- Localización FV ARDILA



1.4 ACCESOS

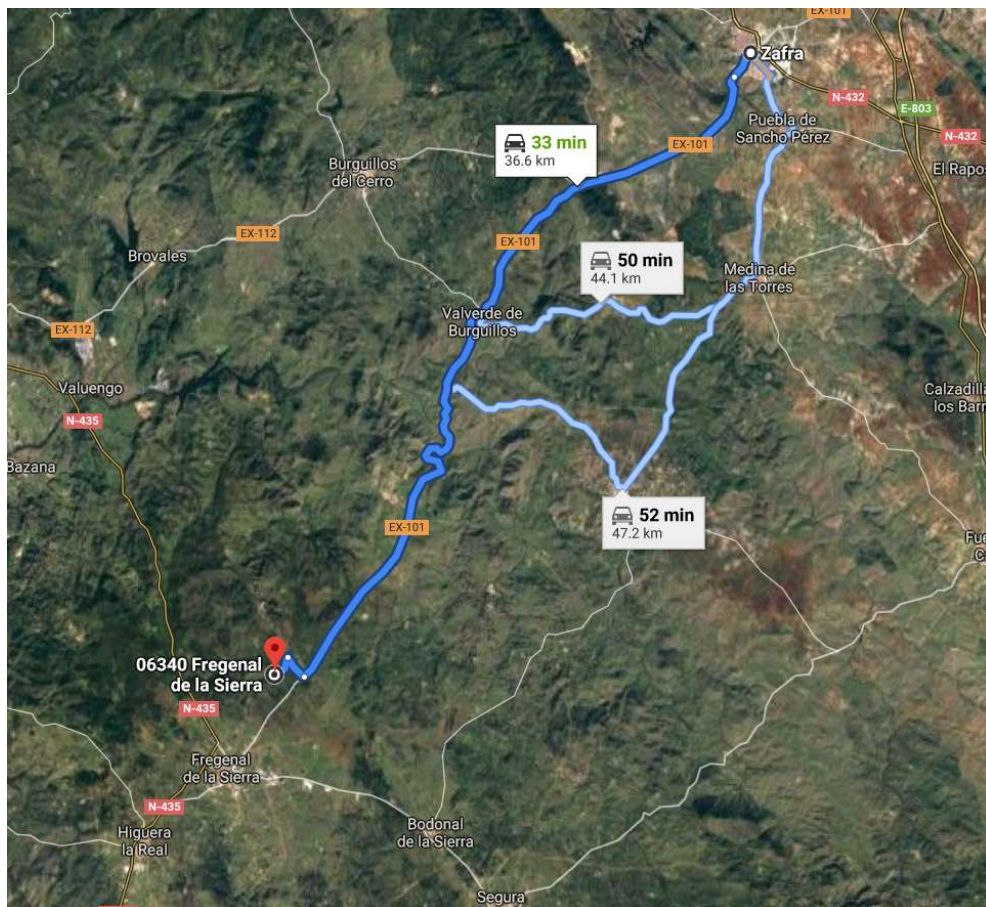
1.4.1 Carreteras de acceso a la instalación

Los principales puntos de acceso a los terrenos colindantes que integran el proyecto fotovoltaico serán por las vías de comunicación de dominio público principales, que rodean al parque Ardila.

El acceso principal es por la carretera EX -101 que une el municipio de Fregenal de la Sierra y Zafra, recorriendo el parque de Norte a Sur.



Figura 4.- Carretera EX- 101



Además, la carretera N-435 conecta Badajoz con Fregenal de la Sierra por el Oeste y la carretera EX - 201 por el Este.



Figura 5.- Carretera EX-201

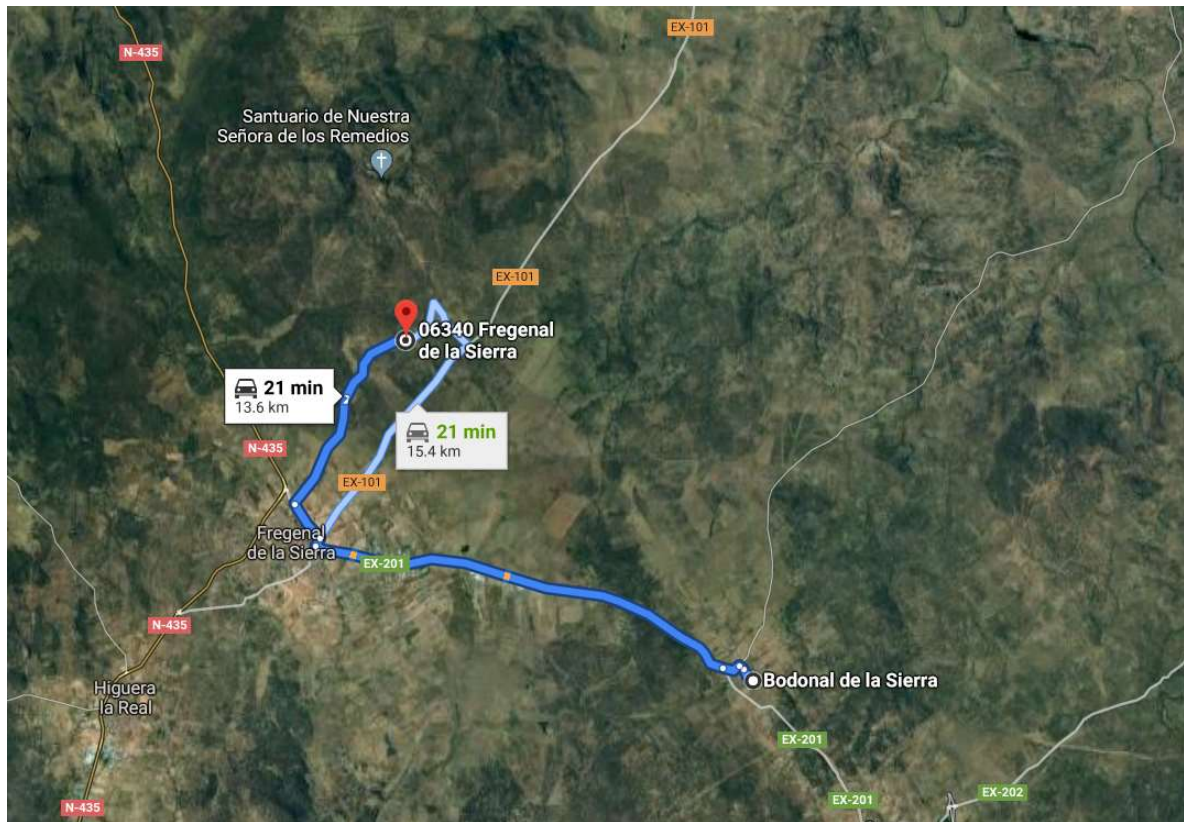
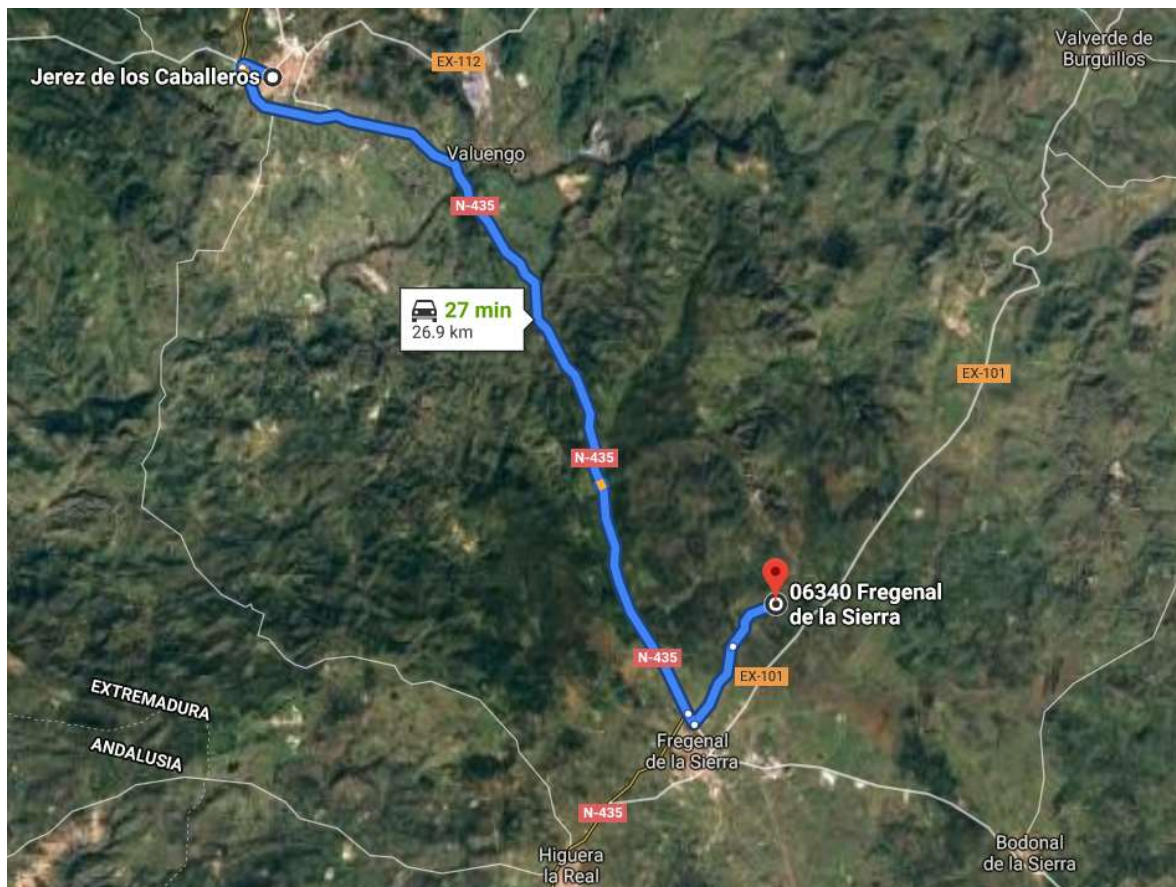




Figura 6.- Carretera nacional N-435



1.4.2 Puntos de acceso a la instalación

A continuación, se describirán los 9 puntos de acceso solicitados para acceder a la instalación. La información referente a dichas vías de acceso así como su localización, y trazado quedan recogidas a continuación en la siguiente tabla.

Figura 7.- Puntos de acceso a la instalación

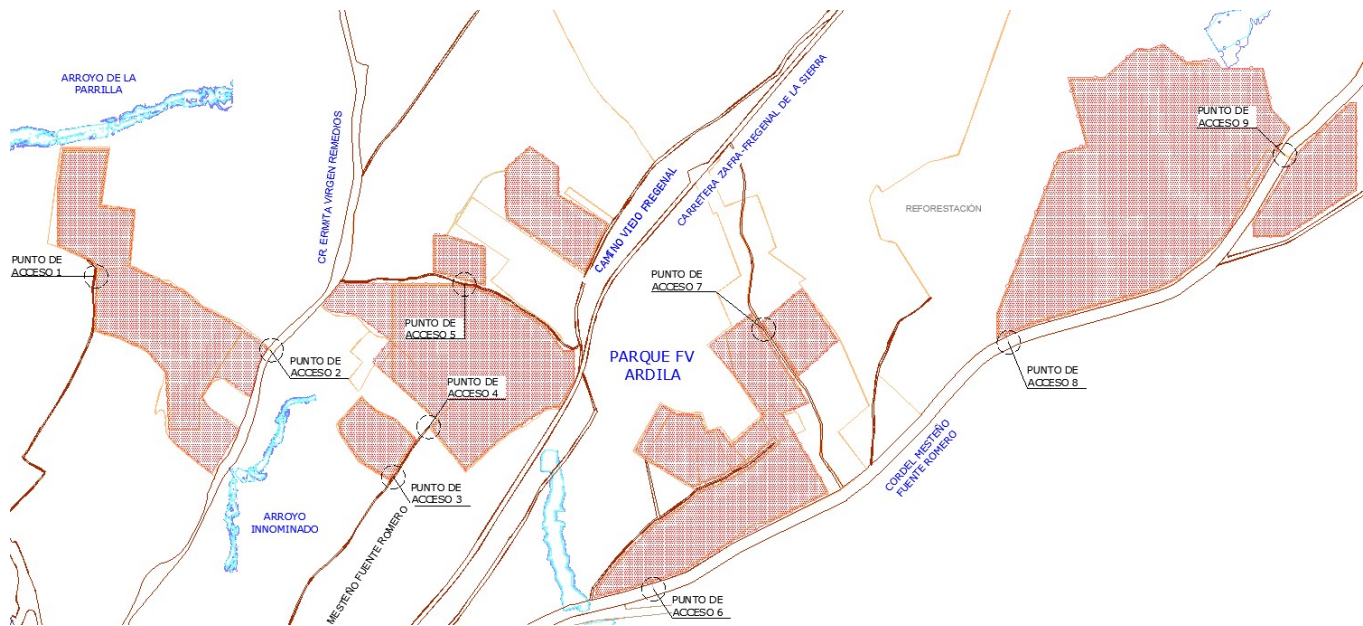


Tabla 2.- Puntos de acceso

Acceso	Localización	Tipo de vía	Localidad	Referencia Catastral	Coordenadas puertas de acceso. UTM TM29
1	Polígono 9, Parcela 9004	Sesmo del Tajar	Fregenal de la Sierra, Badajoz	06050A009090040000JO	X=705553.2230 Y=4229172.1648
2	Polígono 9, Parcela 9001	Cr. Ermita Virgen Remedios	Fregenal de la Sierra, Badajoz	06050A009090010000JT	X=706112.2562 Y=4228938.9482
3	Polígono 53, Parcela 9008	Cno. Alamillo	Fregenal de la Sierra, Badajoz	06050A053090080000JB	X=706497.2408 Y=4228539.6298
4	Polígono 53, Parcela 9008	Cno. Alamillo	Fregenal de la Sierra, Badajoz	06050A053090080000JB	X=706608.9124 Y=4228697.2409
5	Polígono 53, Parcela 9002	Cno. de Travesía	Fregenal de la Sierra, Badajoz	06050A053090020000JS	X=706721.6586 Y=4229147.9342
6	Polígono 52, Parcela 9015	Cordel Mesteño Fuente Romero	Fregenal de la Sierra, Badajoz	06050A052090150000JK	X=707317.8590 Y=4228186.3745
7	Polígono 52, Parcela 9004	Cno. de las Juntas	Fregenal de la Sierra, Badajoz	06050A052090040000JG	X=707665.6751 Y=4229005.6648

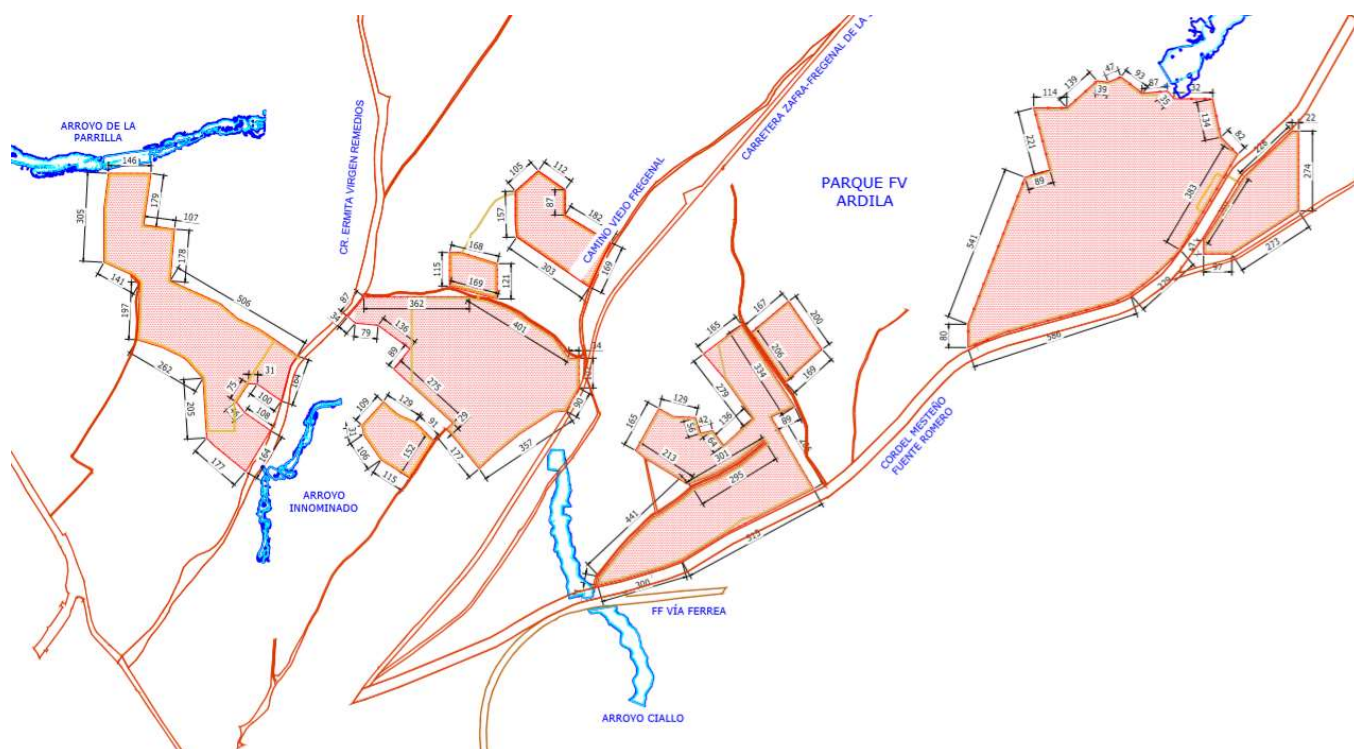


Acceso	Localización	Tipo de vía	Localidad	Referencia Catastral	Coordenadas puertas de acceso. UTM TM29
8	Polígono 52, Parcela 9015	Cordel Mesteño Fuente Romero	Fregenal de la Sierra, Badajoz	06050A052090150000JK	X=708439.0322 Y=4228964.5071
9	Polígono 52, Parcela 9015	Cordel Mesteño Fuente Romero	Fregenal de la Sierra, Badajoz	06050A052090150000JK	X=709309.9836 Y=4229555.2541

1.4.3 Vallado de la instalación

A continuación, se definen las dimensiones de vallado de la instalación.

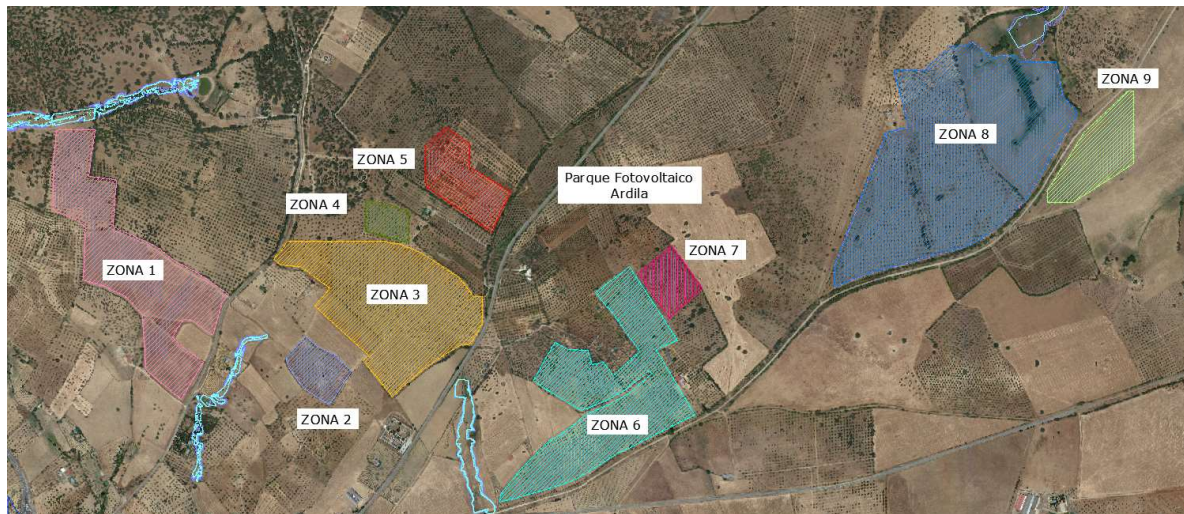
Figura 8.- vallado de la instalación



Se han dividido en 9 diferentes zonas de vallado, para mostrar mejor la zona de ocupación.



Figura 9.- Vallado general de la instalación



2 GENERALIDADES

2.1 OBJETO

Es objeto del proyecto la implantación de la planta solar de 49,982 MWp, así como todos los subsistemas que conllevan las instalaciones:

- Actuaciones sobre el terreno, limpieza superficial.
- Obra civil para formación de viales y drenajes del terreno
- Obra civil para montaje de seguidores solares. Levantamiento de las estructuras y montaje de paneles.
- Obra civil de vallado perimetral cinagético.
- Obra civil de ejecución de centros de transformación.
- Obra civil de zanjas para canalización de instalaciones.
- Instalación eléctrica de BT en corriente continua de las unidades de producción
- Instalación eléctrica de MT, centros de inversores y transformación y ejecución de circuitos en anillo de MT.
- Instalación interior de BT 3x400 V para alimentación de servicios auxiliares para la explotación de la planta de producción.

La instalación del sistema de comunicaciones, monitorización y gestión inteligente de la planta y sistema de seguridad y vigilancia mediante CCTV serán objeto de otro proyecto.

2.2 REGLAMENTOS LEYES Y NORMAS

Para el estudio del presente Proyecto, nos hemos acogido a los siguientes Reglamentos, Leyes y Normas:



2.2.1 Producción eléctrica

- R.D. 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- R.D. 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- R.D. 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
- R.D. 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- R.D.-LEY 7/2006, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.
- R.D. 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos

2.2.2 Instalaciones fotovoltaicas

- R.D. 2313/1985, de 8 de noviembre, por el cual se establece la sujeción a especificaciones técnicas de las células y módulos fotovoltaicos (BOE 13-12-85).
- R.D. 2224/1998, de 16 de octubre, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de instalador de sistemas fotovoltaicos y eólicos de pequeña potencia.
- Instrucción de 21 de enero de 2.004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.
- Pliego de Condiciones Técnicas de instalaciones de Energía solar fotovoltaica Conectadas a red del I.D.A.E.
- ORDEN ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008.
- Reglamento Unificado de Puntos de Medida de Sistema Eléctrico. R.D.1110/2007

Obra civil

- R.D.314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Documentos Básicos del CTE aplicables.
- R.D. 1247/2008 por el que se aprueba la instrucción técnica de hormigón estructural EHE-08.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras
- EUROCODIGOS EN-1990 a 1999.



2.2.3 Instalaciones de BT. generadores de BT

- R.D. 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. REBT.
- Normas e Instrucciones del M.I.
- Normas UNE y UNE-EN. Incluida UNE-EN-211435:5 que sustituye a UNE-EN-21435:5 en la que se basa el RD 842/2002

2.2.4 Instalaciones de BT. instalación interior de SSAA.

- R.D. 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. REBT.
- Normas e Instrucciones del M.I.
- Normas UNE y UNE-EN. Incluida UNE-EN-211435:5 que sustituye a UNE-EN-21435:5 en la que se basa el RD 842/2002.
- Normas UNE 20322 sobre clasificación de zonas de características especiales.

2.2.5 Instalaciones de MT.

- 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
- Normas e Instrucciones del M.I., incluidas las instrucciones técnicas complementarias MIE-RAT
- R.D. 223/2008 por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas. RLAT
- Normas UNE y UNE-EN. Incluida UNE-EN-211435:5 para corrientes máximas para conductores de hasta 30kV
- Recomendaciones UNESA.
- R.D. 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

2.2.6 Seguridad industrial

- ORDEN de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Partes no derogadas.
- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual
- R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción Anexo IV.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención



- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- 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.
- LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- 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.
- 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
- R.D. 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- UNE-EN ISO 7010:2012 sobre símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas. Modificación 6 (ISO 7010:2011/Amd 6:2014) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en enero de 2017.)

2.2.7 Otras normas

En general, cuantas Prescripciones, Reglamentos, Normas e Instrucciones Oficiales que guarden relación con obras del presente Proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Si alguna de las normas anteriormente relacionadas regula de modo distinto algún concepto, se entenderá de aplicación la más restrictiva. De manera análoga, si lo preceptuado para alguna materia por las citadas normas estuviera en contradicción con lo prescrito en el presente Documento, prevalecerá lo establecido en este último.

2.3 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Los datos generales del proyecto al que hace referencia este documento son:



- Instalación Fotovoltaica de 49,982 MWp
- Estructura de seguimiento horizontal a un eje por seguidor.
- Módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino de 390 Wp de potencia cada uno.
- Inversores fotovoltaicos centrales de 3.033 kVA a 25°C.
- Red interna de MT en 30kV.

3 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.1 OCUPACIÓN

Se diferencian los siguientes valores de superficies:

- **Superficie Catastral:** Valor total de la parcela catastral que donde se ejecuta el parque
- **Superficie de Vallado:** Área que comprende el interior del vallado a construir. Se contempla dentro la instalación fotovoltaica, edificios, caminos y distancias entre estructuras.
- **Superficie Construida:** Determinada los edificios y contenedores en el interior del parque
- **Superficie de Ocupación:** área de módulos fotovoltaicos más superficie construida

El valor de la superficie neta de captación se calcula para identificar, de toda la superficie disponible y ocupada, el porcentaje que realmente está generando energía. Con éste valor se obtiene el Ratio de ocupación, en ha/MW, con el que se pueden comparar terrenos. Por ejemplo, si existen accidentes geográficos, el ratio de ocupación crecerá, es decir, será necesario más terreno para la instalación fotovoltaica.

3.2 SUPERFICIE CONSTRUIDA

Para la superficie construida se tienen en cuenta los siguientes valores:

- Centro de transformación
 - 2 Inversores + 2 Transformadores. 18,98 x 2,25 metros : 7 unidades
 - 1 Inversor + 1 Transformador 10,98 x 2,25 metros: 1 unidades
 - Superficie Centros de transformación: 323,66 m²
- Edificios O&M: 482,96 m²
- Centro Seccionamiento: 21,60 m²
- Total superficie construida: 828,22 m²

3.3 DISPONIBILIDAD DE PARCELA

Las parcelas en las que se ha implantado el parque, quedan descritas por la referencia catastral, localización y superficie.



3.3.1 Tabla de superficies

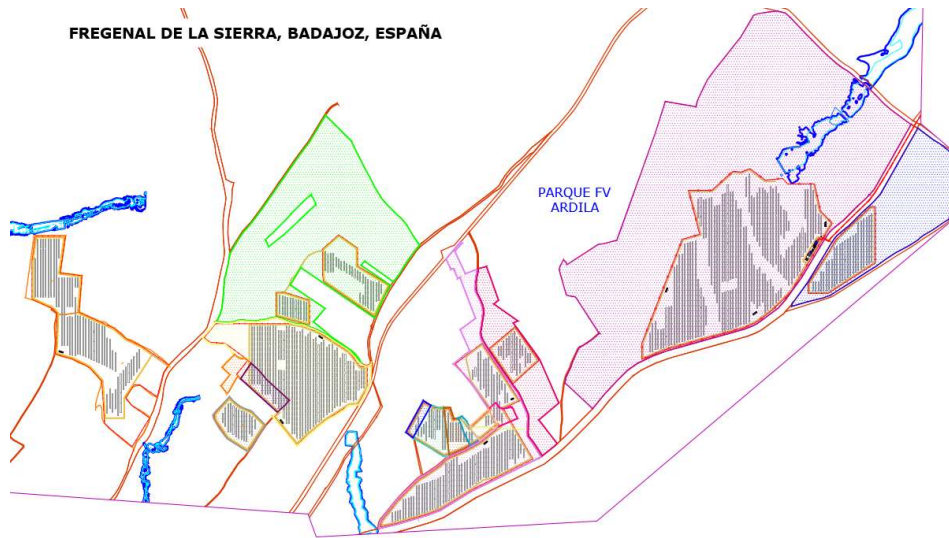
Tabla 3.- Ocupación de parcelas afectadas

Parque FV Planta Ardila								
Parcela				Superficie catastral	Superficie Vallada	Superficie ocupada	EDUFIR	Referencia catastral
Polígono	Parcela	Término Municipal	Provincia	(ha)	(ha)	(ha)		
Polígono 52	Parcela 92	Fregenal de la Sierra	Badajoz	25,2364 ha	7,0887 ha	1,2729 ha	06006000076186 06006000093596	06050A052000920000JD
Polígono 52	Parcela 90	Fregenal de la Sierra	Badajoz	157,1824 ha	47,8766 ha	8,6605 ha	06006000067542	06050A052000900000JK
Polígono 52	Parcela 78	Fregenal de la Sierra	Badajoz	12,1947 ha	3,3999 ha	0,6105 ha	06006000071013	06050A052000780000JP
Polígono 52	Parcela 77	Fregenal de la Sierra	Badajoz	23,2916 ha	17,4167 ha	3,1343 ha	06006000071013	06050A052000770000JQ
Polígono 52	Parcela 64	Fregenal de la Sierra	Badajoz	0,9124 ha	0,6424 ha	0,1154 ha	06006000071013	06050A052000640000JE
Polígono 52	Parcela 63	Fregenal de la Sierra	Badajoz	1,0314 ha	0,8875 ha	0,1594 ha	06006000071013	06050A052000630000JJ
Polígono 52	Parcela 62	Fregenal de la Sierra	Badajoz	0,5525 ha	0,4642 ha	0,0834 ha	06006000071013	06050A052000620000JI
Polígono 52	Parcela 61	Fregenal de la Sierra	Badajoz	1,6075 ha	1,4773 ha	0,2653 ha	06006000071013	06050A052000610000JX
Polígono 52	Parcela 60	Fregenal de la Sierra	Badajoz	2,6215 ha	2,4992 ha	0,4488 ha	06006000071013	06050A052000600000JD
Polígono 52	Parcela 59	Fregenal de la Sierra	Badajoz	0,7847 ha	0,6387 ha	0,1147 ha	06006000071013	06050A052000590000JI
Polígono 53	Parcela 12	Fregenal de la Sierra	Badajoz	52,8275 ha	8,5393 ha	1,5334 ha	06006000077473	06050A053000120000JU
Polígono 53	Parcela 21	Fregenal de la Sierra	Badajoz	24,2616 ha	22,8538 ha	4,1124 ha	06006000077473	06050A053000210000JG
Polígono 53	Parcela 81	Fregenal de la Sierra	Badajoz	2,1363 ha	2,0847 ha	0,3744 ha	06006000073376	06050A053000810000JW
							06006000090045	
							06006000089667	
Polígono 53	Parcela 49	Fregenal de la Sierra	Badajoz	1,2577 ha	0,2168 ha	0,0389 ha	06006000073376	06050A053000490000JY
							06006000090045	
							06006000089667	
Polígono 53	Parcela 47	Fregenal de la Sierra	Badajoz	3,6639 ha	3,4723 ha	0,6235 ha	06006000073376	06050A053000470000JA
							06006000090045	
							06006000089667	
Polígono 9	Parcela 67	Fregenal de la Sierra	Badajoz	16,9810 ha	15,9081 ha	2,8609 ha	06006000057895 06006000057918	06050A009000670000JQ
Polígono 9	Parcela 12	Fregenal de la Sierra	Badajoz	7,2859 ha	6,6149 ha	1,1878 ha	06006000057895 06006000057918	06050A009000120000JO
TOTAL				333,8290 ha	142,0811 ha	25,5965 ha		

PARCELAS QUE CRUZA LA PLANTA FOTOVOLTAICA MEDIANTE CANALIZACIÓN ELÉCTRICA ENTERRADA								
Parcela				Superficie catastral (ha)	Descripción	Referencia catastral		
Polígono	Parcela	Término Municipal	Provincia					
Polígono 9	Parcela 9001	Fregenal de la Sierra	Badajoz	10,8784 ha	Carretera Ermita Virgen Remedios	06050A009090010000JT		
Polígono 9	Parcela 11	Fregenal de la Sierra	Badajoz	183,7419 ha	Carretero	06050A009000110000JM		
Polígono 52	Parcela 9008	Fregenal de la Sierra	Badajoz	1,2382 ha	Camino a Zafra	06050A052090080000JT		
Polígono 52	Parcela 1	Fregenal de la Sierra	Badajoz	0,5052 ha	La Junta Grande	06050A052000010000JS		
Polígono 52	Parcela 51	Fregenal de la Sierra	Badajoz	6,0381 ha	La Junta Grande	06050A052000510000JT		
Polígono 52	Parcela 9006	Fregenal de la Sierra	Badajoz	0,4762 ha	Camino a Zafra	06050A052090060000JP		
Polígono 52	Parcela 9007	Fregenal de la Sierra	Badajoz	5,6383 ha	Carretera Zafra-Fregenal de la Sierra	06050A052090070000JL		
Polígono 52	Parcela 9004	Fregenal de la Sierra	Badajoz	0,6445 ha	Camino de las Juntas	06050A052090040000JG		
Polígono 52	Parcela 84	Fregenal de la Sierra	Badajoz	19,6938 ha	Catalina la Chica	06050A052000840000JF		
Polígono 52	Parcela 9005	Fregenal de la Sierra	Badajoz	0,2473 ha	Camino de la Catalina	06050A052090050000JQ		
Polígono 52	Parcela 85	Fregenal de la Sierra	Badajoz	2,1084 ha	Catalina la Chica	06050A052000850000JM		
Polígono 52	Parcela 9015	Fregenal de la Sierra	Badajoz	16,0767 ha	Cordel Mesteño Fuente Romero	06050A052090150000JK		
Polígono 35	Parcela 9001	Fregenal de la Sierra	Badajoz	2,8417 ha	Vereda Jerez de los Caballeros	06050A035090010000JU		
Polígono 35	Parcela 9002	Fregenal de la Sierra	Badajoz	8,7241 ha	Cordel Mesteño Fuente Romero	06050A035090020000JH		
Polígono 36	Parcela 4	Fregenal de la Sierra	Badajoz	97,9256 ha	La Cuesta Chica	06050A036000040000JR		



Figura 10.- Parcelas ocupadas



3.4 AFECCIONES

3.4.1 Listado de parcelas afectadas

- Parcelas con afección de implantación de módulos:
 - Polígono 52, Parcela 92, Ref. 06050A052000920000JD, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 90, Ref. 06050A052000900000JK, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 78, Ref. 06050A052000780000JP, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 77, Ref. 06050A052000770000JQ, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 64, Ref. 06050A052000640000JE, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 63, Ref. 06050A052000630000JJ, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 62, Ref. 06050A052000620000JI, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 61, Ref. 06050A052000610000JX, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 60, Ref. 06050A052000600000JD, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 59, Ref. 06050A052000590000JI, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 53, Parcela 12, Ref. 06050A053000120000JU, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 53, Parcela 21, Ref. 06050A053000210000JG, Fregenal de la Sierra, Badajoz.



- Polígono 53, Parcela 81, Ref. 06050A053000810000JW, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
- Polígono 53, Parcela 49, Ref. 06050A053000490000JY, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
- Polígono 53, Parcela 47, Ref. 06050A053000470000JAF, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
- Polígono 9, Parcela 67, Ref. 06050A009000670000JQ, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
- Polígono 9, Parcela 12, Ref. 06050A009000120000JO, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
- Parcelas afectadas por cruce de canalización eléctrica enterrada
 - Polígono 9, Parcela 9001, Ref. 06050A009090010000JT, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 9, Parcela 11, Ref. 06050A009000110000JM, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 9008, Ref. 06050A052090080000JT, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 1, Ref. 06050A052000010000JS, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 51, Ref. 06050A052000510000JT, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 9006, Ref. 06050A052090060000JP, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 9007, Ref. 06050A052090070000JL, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 9004, Ref. 06050A052090040000JG, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 84, Ref. 06050A052000840000JF, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 9005, Ref. 06050A052090050000JQ, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 85, Ref. 06050A052000850000JM, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 52, Parcela 9015, Ref. 06050A052090150000JK, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 35, Parcela 9001, Ref. 06050A035090010000JU, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 35, Parcela 9002, Ref. 06050A035090020000JH, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
 - Polígono 36, Parcela 4, Ref. 06050A036000040000JR, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
- Caminos y carreteras afectados colindantes a las parcelas



- Polígono 9, Parcela 9004, Sesmo del Tajar, Ref. 06050A009090040000JO, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
- Polígono 9, Parcela 9001, Cr. Ermita Virgen Remedios, Ref. 06050A009090010000JT, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
- Polígono 53, Parcela 9008, Cno. Alamillo, Ref. 06050A053090080000JB, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
- Polígono 53, Parcela 9002, Cno. de Travesía, Ref. 06050A053090020000JS, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
- Polígono 52, Parcela 9015, Cordel Mesteño Fuente Romero, Ref. 06050A052090150000JK, Fregenal de la Sierra, Badajoz.
- Polígono 52, Parcela 9004, Con. de las Juntas, Ref. 06050A052090040000JG, Fregenal de la Sierra, Badajoz.

3.4.2 Suelo No Urbanizable Protegido

Junto a la zona de parte de la implantación del parque fotovoltaico, se encuentra el Camino de la Virgen. De acuerdo con las Normas Urbanísticas Reguladas en el apartado de Normas Específicas para Suelo No Urbanizable Protegido, se define como suelo no urbanizable protegido un ámbito de 500 metros a ambos lados del “Camino de la Virgen” y un círculo de 500 metros desde la Ermita de la Virgen de los Remedios.

La normativa en esta zona obliga al cumplimiento de una serie de requisitos para preservar el carácter natural de la zona y evitar impactos en el paisaje visto desde el Camino de la Virgen

Para eliminar el impacto visual que pueda ocasionar la implantación a su paso por dicho camino, se utilizarán pantallas vegetales a continuación del vallado exterior de las parcelas implantadas.

Además, para preservar el carácter natural de esta zona, según la Normativa de Suelo No Urbanizable Protegido, se ha retirado cualquier edificio 500 m del camino, además de retirar las estructuras de seguidores a 80m a cada lado de este.



Figura 11.- Detalle de zona no implantada aledaña al camino



- Límite zona de protección de 500 metros a ambos lados del camino.
- Límite zona no implantación de 80 metros a ambos lados del camino.

3.4.3 Aguas

La zona de implantación de la planta fotovoltaica se encuentra en la Cuenca Hidrográfica del Guadiana, influenciada por cuatro arroyos de pequeña entidad, los cuales han sido estudiados de forma pormenorizada mediante un estudio hidrológico y de inundabilidad para delimitar las zonas de afección hidráulica según el vigente Reglamento del Dominio Público Hidráulico. La llanura de inundación en ningún caso será ocupada por las estructuras solares.

Alrededor de la planta fotovoltaica, se encuentran las cabeceras de 4 arroyos, sin embargo, las estructuras solares no se situarán ni en la llanura de inundación ni en la zona de policía del arroyo.

- Arroyo de Doña Catalina
- Arroyo De la Parrilla
- Arroyo Innominado
- Arroyo Ciallo

Figura 12.- Arroyos cercanos a la implantación

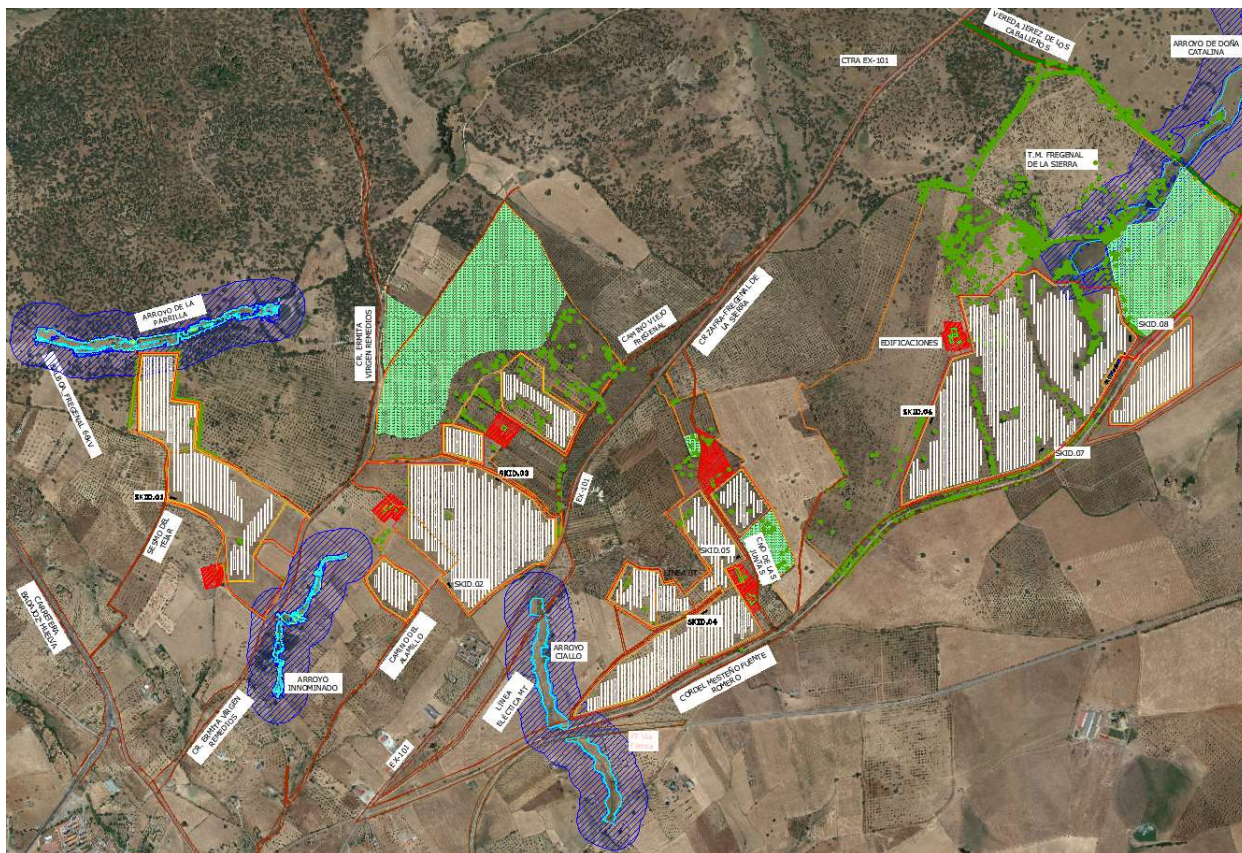


Figura 13.- Arroyo innominado y Ciallo

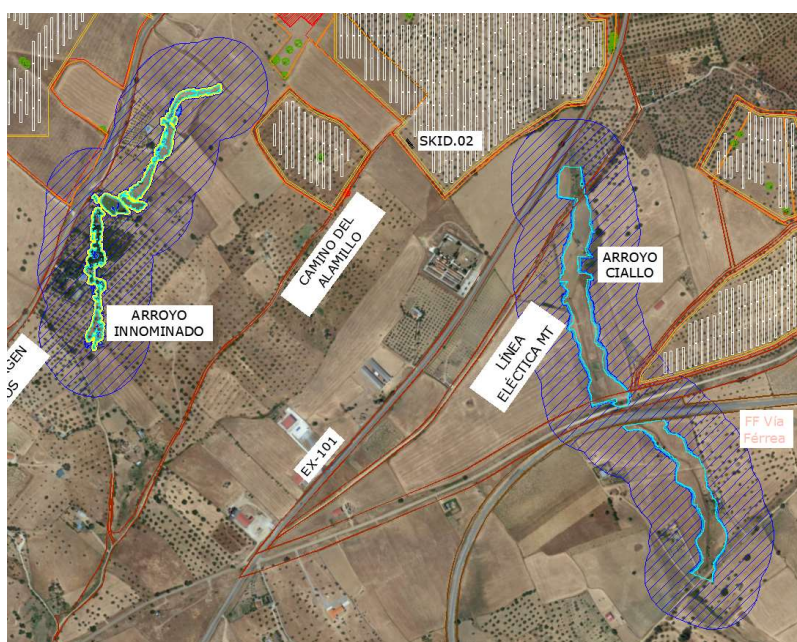


Figura 14.- Arroyo de Doña Catalina

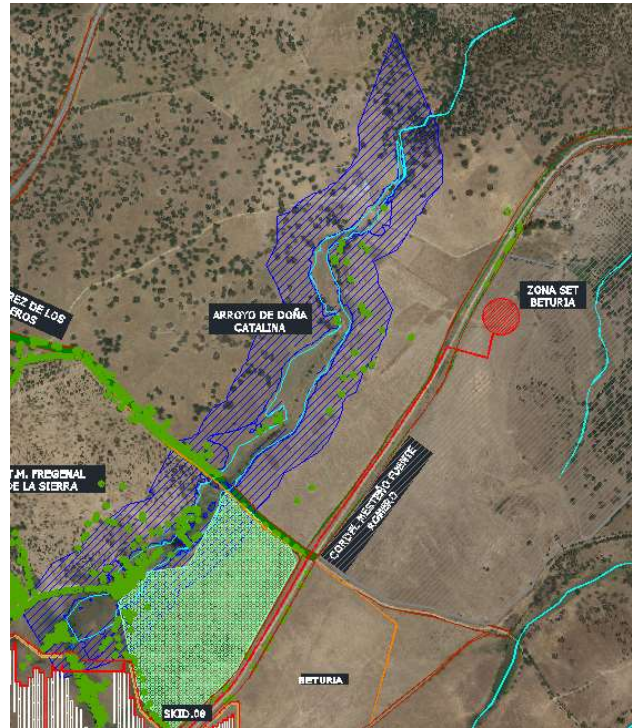
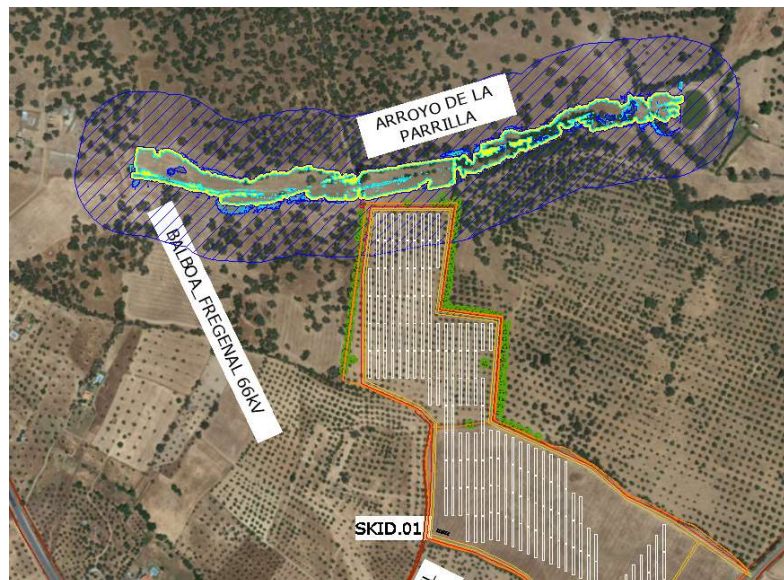


Figura 15.- Arroyo de La Parrilla



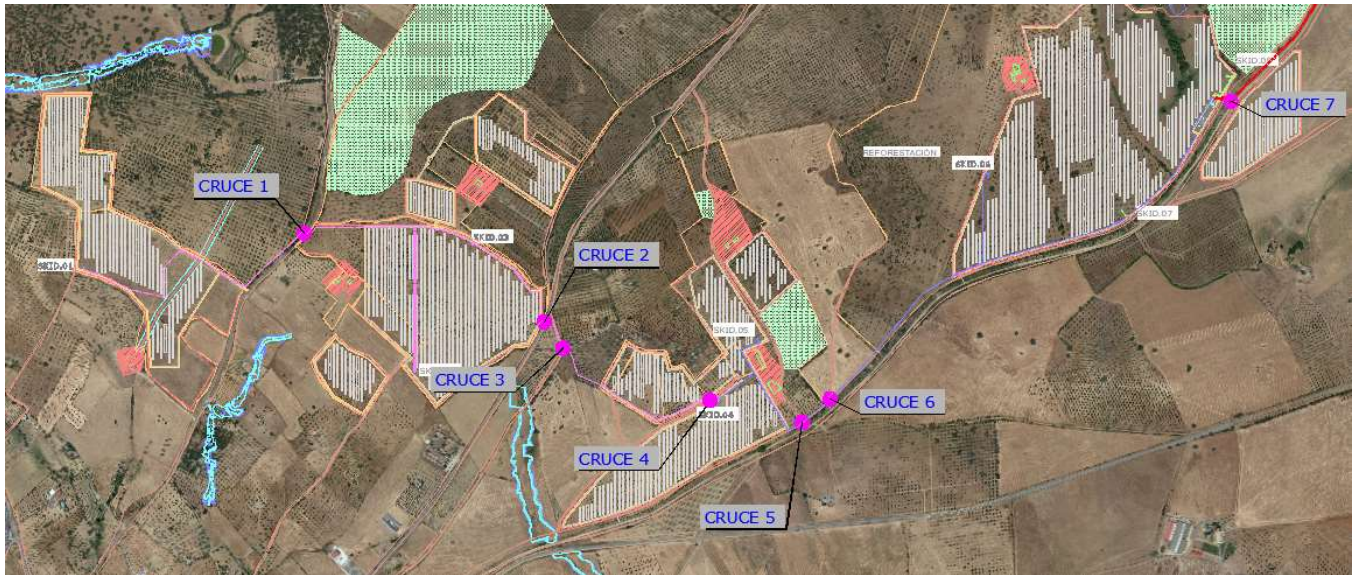
3.4.4 Cruces con caminos Públicos

Como se ha indicado, la evacuación del parque en 30 kV, cruza caminos públicos y carreteras por canalización eléctrica de media tensión enterrada. Estos cruces se realizarán mediante tubería metálica tipo topo.



Se identifican en planimetría los detalles que describen los cruces además de las secciones de los caminos y carreteras que deberán ser intervenidos para la canalización.

Figura 16.- Cruce MT con caminos públicos



3.4.5 Pendientes de terreno

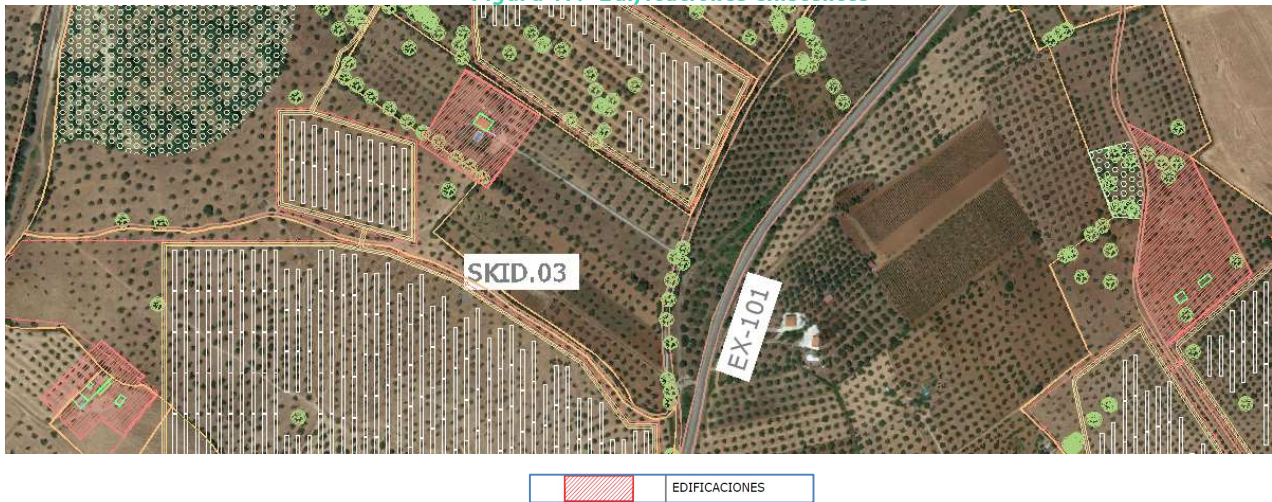
Después de realizar un estudio pormenorizado de pendientes de la superficie de implantación, se verifica la viabilidad para dicha implantación a este respecto. Comprobándose, en base a la información topográfica disponible, que dichas pendientes se mantienen por debajo del 5 % en casi la totalidad de la superficie.

3.4.6 Edificaciones

Se identifican algunas edificaciones existentes en terreno que, debido a los acuerdos con los propietarios, se van a mantener, además de dejar espacio suficiente para acceso a los mismos desde las carreteras cercanas.



Figura 17.- Edificaciones existentes





3.5 FICHA GENERAL DEL PROYECTO

La siguiente tabla presenta de forma resumida los datos generales de la planta fotovoltaica Ardila:

Tabla 4.- Ficha General del Proyecto

ingenostrum.

Executing your renewable vision

FECHA

18/02/2020

PROYECTO		Ardila			
CONFIGURACIÓN GENERAL					
	Total Potencia Nomina	45,495 MWn	Total Módulos	128.160 Ud	
	Total Potencia Pico	49,982 MWp	Total Seguidores	1.424 Ud	
	Ratio Wp/Wn	1,10	Total Inversores	15 Ud	
			Total Centros Transformación SKII	8 Ud	
CARACTERÍSTICAS DE LA LOCALIZACIÓN					
LOCALIZACIÓN		CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO			
	Localización	Fregenal de la Sierra, Badajoz		Superficie catastral	333,83 ha
	País	España		Superficie vallada	142,08 ha
	Lat / Long	38,2°N/-6,58°W		Superficie ocupada	25,60 ha
	Altitud	542 msnm		Ratio ha/MW	2,84 ha/MW
DATOS METEOROLÓGICOS		PRODUCCIÓN			
	GHI	1.742 kWh/m2		YIELD	1.996 kWh/kWp
	Temp	14,32 °C		Factor de Planta	22,79%
	Temp Max/Min	-		Energía Bruta	99,784 GWh/año
	Fuente	SolarGis		Energía Neta	98,287 GWh/año
CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS					
MÓDULO FV			SEGUIDOR A UN EJE N-S		
	Fabricante	Jinko Solar		Fabricante	SOLTEC
	Modelo	JINKO JKM390M-72H-V		Modelo	SF7 2x45
	Tecnología	Mono-c Si.		Tipo	Horizontal 1 Eje
	Potencia pico	390 Wp		Pitch	13,0 m
	Voltaje Max	1.500 V		Fila	90 módulos
CAJA DE STRING			INVERSOR		
	Entradas	24/21		Fabricante	Santerno
	Voltaje Max	1.500 V		Potencia nominal	2x 3.033 kVA @25°C
	Fusibles	16 A		Rango MPPT	904-1500 V
	Aislamiento	IP65		Voltaje Max	1500
	Intensidad Max	400 A			
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			CABLEADO ELÉCTRICO		
	Potencia AC	Trafo: 2 X 3.100 kVA		Cable de String	6 mm2, Cu
	Num. inversores	15 Ud		Cable DC	XLPE, Al
	Num. transform.	15 Ud		Secciones	500 mm2
	Ratio Transf.	0,640 kV / 30 kV.		Cable MT	XLPE, Cu
	Servicio	SKID		Secciones	240, 400, 630, mm2

**Los fabricantes mencionados en la tabla son los que se han considerado en la fase de desarrollo del proyecto, pudiéndose modificar en la fase posterior de construcción.*



3.6 TABLA DE POTENCIAS

La configuración final de potencia del proyecto se ajusta de la siguiente forma:

Tabla 5.- Distribución de inversores

ARDILA										
Skid	Inversores	Seguidores	Strings	Total seg/grupo	Módulos	Pot Pico	Potencia nominal	Cuadros 24	Cuadros 21	Total Cuadros
Skid 1	Inversor 1	92	276	184	8280	3229,20 kWp	3.033,00 kWn	8	4	12
	Inversor 2	92	276		8280	3229,20 kWp	3.033,00 kWn	8	4	12
Skid 2	Inversor 3	95	285	190	8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
	Inversor 4	95	285		8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
Skid 3	Inversor 5	94	282	189	8460	3299,40 kWp	3.033,00 kWn	10	2	12
	Inversor 6	95	285		8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
Skid 4	Inversor 7	94	282	189	8460	3299,40 kWp	3.033,00 kWn	10	2	12
	Inversor 8	95	285		8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
Skid 5	Inversor 9	93	279	93	8370	3264,30 kWp	3.033,00 kWn	9	3	12
Skid 6	Inversor 10	96	288	193	8640	3369,60 kWp	3.033,00 kWn	12	0	12
	Inversor 11	97	291		8730	3404,70 kWp	3.033,00 kWn	6	7	13
Skid 7	Inversor 12	97	291	194	8730	3404,70 kWp	3.033,00 kWn	6	7	13
	Inversor 13	97	291		8730	3404,70 kWp	3.033,00 kWn	6	7	13
Skid 8	Inversor 14	96	288	192	8640	3369,60 kWp	3.033,00 kWn	12	0	12
	Inversor 15	96	288		8640	3369,60 kWp	3.033,00 kWn	12	0	12
Total				1.424	128.160	49.982,40 kWp	45.495,00 kWn	143	40	183

3.7 DESCRIPCIONES GENERALES

El proyecto fotovoltaico Ardila consistirá en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una Planta Solar Fovovoltaica con módulos fotovoltaicos de tecnología monocristalina y seguimiento solar a un eje horizontal.

La planta contará con una potencia instalada total de 49,982 MWp, resultando una potencia nominal de 45,495 MWn.

El proyecto de 45,495 MWn de potencia con paneles fotovoltaicos sobre seguidores solares a un eje horizontal, las principales características son:

- Potencia instalada: 49,982 MWp
- Potencia conectada a red: 45,495 MWn
- Nº de módulos fotovoltaicos: 128.160 Ud
 - Potencia módulo fotovoltaico: 390 Wp
- Nº de Centros de transformación: 8 Ud
 - Potencia del inversor instalado:
 - 2x3.033 kVA a 25°C (7 uds)
 - 1x3.033 kVA a 25°C (1 uds)
 - Potencia del transformador instalado:
 - 2x3.100 kVA (7 uds)
 - 1x3.100 kVA (1 uds)
 - Aparamenta MT en 30kV
 - Centro con capacidad para 2 inversores + 2 transformadores: 7 centros



- Centro con capacidad para 1 inversor + 1 transformador: 1 centros

El punto de conexión final de la instalación generadora fotovoltaica se realizará en el centro de seccionamiento situado en el propio parque fotovoltaico Ardila 30kV. La evacuación se realizará mediante línea enterrada de 30 kV hasta la subestación Beturia 30/132 kV donde se elevará la tensión a 132kV.

Los centros de transformación tendrán capacidad de generar electricidad a nivel de 30 kV en sistema alterno trifásico. Las islas de potencias se conectarán en serie sobre unos circuitos colectores de Media Tensión hasta la entrada del centro de seccionamiento.

En el proyecto de ejecución, se ha diseñado cada isla de potencia constituida por:

- Seguimiento solar horizontal accionado por un único motor que contendrá 90 paneles fotovoltaicos monocristalinos.
- Módulos fotovoltaicos de 390 Wp
- Seguidores a un eje horizontal
- Inversor fotovoltaico de 3.033 kVA a 25°C
- Transformador 30/0,64 kV de 3.100 kVA

En el proyecto Ardila, los módulos fotovoltaicos se asocian en serie, formando "strings" de 30 paneles PV hasta alcanzar la tensión de generación deseada y en paralelo para conseguir las corrientes de operación de fácil manejo.

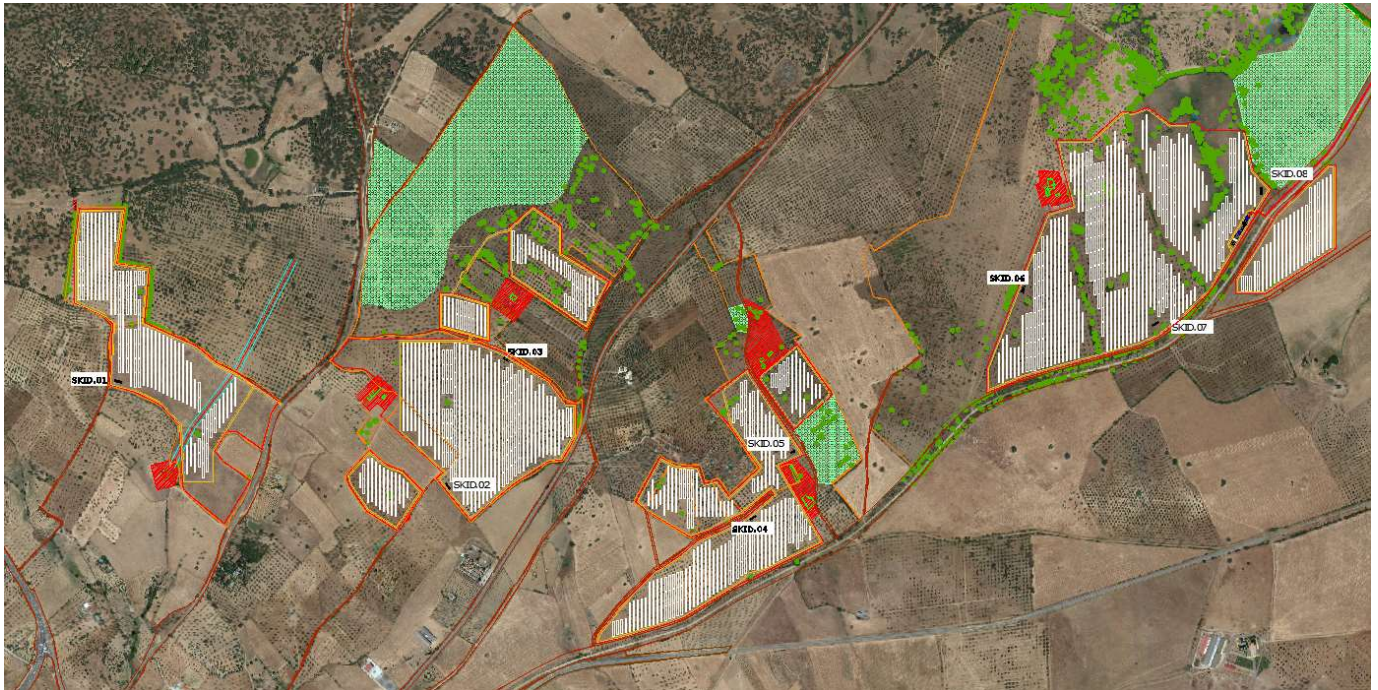
Los string se asocian en paralelo en "Cajas de agrupación de primer nivel" llamados también "string-box". Se disponen en estas cajas las protecciones necesarias que se consideren óptimas de diseño y que justifiquen el empleo del marco legal actual.

Los circuitos de salida de cada string-box se conectarán a la "caja de agrupación de segundo nivel" a la entrada del inversor fotovoltaico en el centro de transformación, se disponen en estas cajas las protecciones necesarias que se consideren óptimas de diseño y que justifiquen el empleo del marco legal actual.

Desde la "caja de agrupación de segundo nivel" saldrán los circuitos hasta cada una de las entradas en CC del inverter.



Figura 18.- LayOut general Ardila



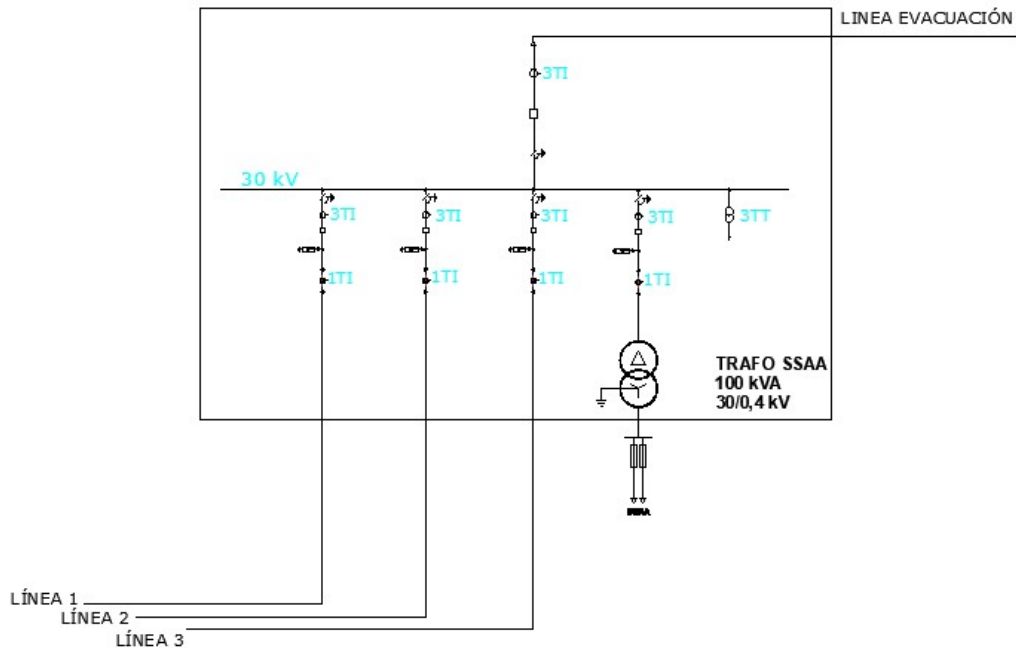
Mediante el empleo de un inversor fotovoltaico, podemos acondicionar la potencia eléctrica obtenida del campo de módulos fotovoltaicos y disponer de esta energía en un sistema trifásico alterno. Las características del sistema trifásico empleado son:

- Sistema trifásico equilibrado
- Frecuencia de trabajo de $50 \text{ Hz} \pm \% \text{ marcado por normativa}$
- Un disminuido factor de distorsión armónica THD%, $<3\%$
- Tensión de salida VAC: $640 \text{ V} \pm 10\%$

Las líneas colectoras de evacuación en Media Tensión de la planta de generación recogerán la energía generada en 30kV. Estas líneas colectoras tendrán su punto de evacuación en un centro de seccionamiento que posteriormente conectará en barras de 30kV de la subestación elevadora "Beturia" de 132/30 kV, evacuando la energía en 132 kV hasta la subestación "Apicio" donde se elevará a 400 kV.

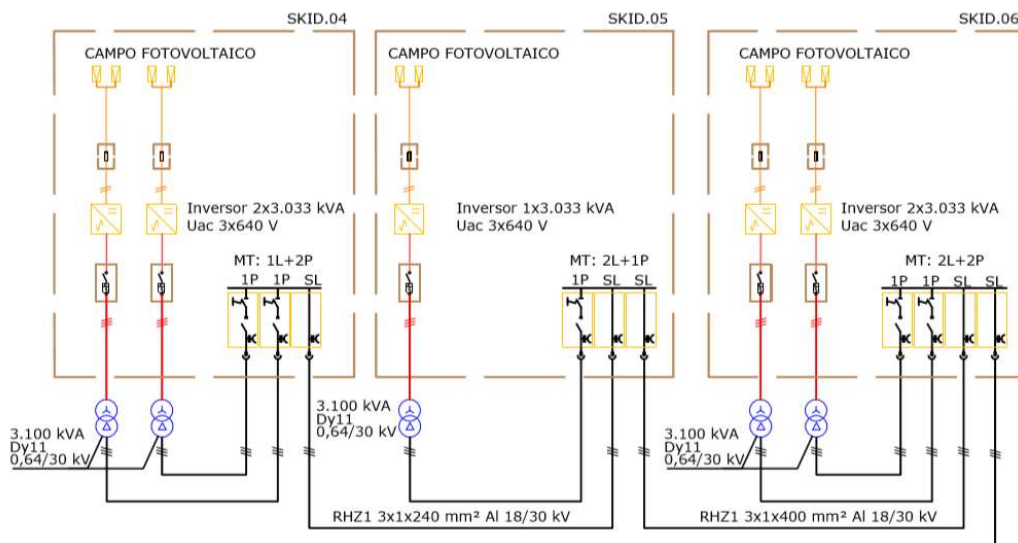


Figura 19.- Esquema centro de seccionamiento



Se saldrá de los Centros de Transformación (CT) en MT con un circuito subterráneo que irá interconectando los diferentes CT's hasta un máximo de 3, posteriormente cada uno de estos circuitos se conectará en la barra de MT de la subestación elevadora 30/132 kV del parque, siendo un total de 9 centros de transformación (Skids) conectados a la entrada en la SET elevadora.

Figura 20.- Ejemplo esquema tipo interconexión MT





4 EQUIPOS PRINCIPALES

4.1 PANEL

La primera característica de un panel o módulo fotovoltaico es su potencia pico o potencia nominal, que es la cantidad máxima de potencia que podríamos obtener del panel en condiciones casi perfectas de radiación y temperatura que normalmente no se suelen llegar a dar. Por eso se denomina “pico”, ya que en la práctica es un nivel máximo. La potencia pico vendrá dada por la eficiencia de las células y por el número de ellas, es decir por el tamaño del módulo.

Un parámetro fundamental de los módulos relacionado con la potencia es el margen de variación en la potencia nominal, que suele ser un más menos ($\pm$) que aparece después de la potencia pico, e indica que la potencia pico real del panel, andará en torno a ese margen. Es importante que este parámetro sea muy bajo ya que la dispersión en la potencia nominal de varios módulos produce sensibles pérdidas de potencia, lo que se denominan pérdidas por “mismatch”.

Otro parámetro importante de los paneles es el coeficiente de pérdidas por temperatura, que indican el grado de pérdida de rendimiento del panel según se va calentando. El calor es uno de los principales enemigos en la generación fotovoltaica.

Además se definen otros parámetros básicos:

- **Corriente de cortocircuito:** es la máxima corriente que puede entregar un dispositivo, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura, correspondiendo a tensión nula y por lo tanto a potencia nula.
- **Tensión a circuito abierto:** máxima tensión que puede entregar un dispositivo, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura, y en condiciones de corriente nula y por lo tanto potencia nula.
- **Corriente a máxima potencia:** corriente que entrega el dispositivo a potencia máxima, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura. Es utilizada como la corriente nominal del dispositivo.
- **Tensión a potencia máxima:** tensión que entrega el dispositivo cuando la potencia alcanza su valor máximo, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura. Es utilizada como tensión nominal del dispositivo.
- **Tensión máxima del sistema:** es la máxima tensión a la que pueden estar sometidos las células fotovoltaicas que componen el sistema.

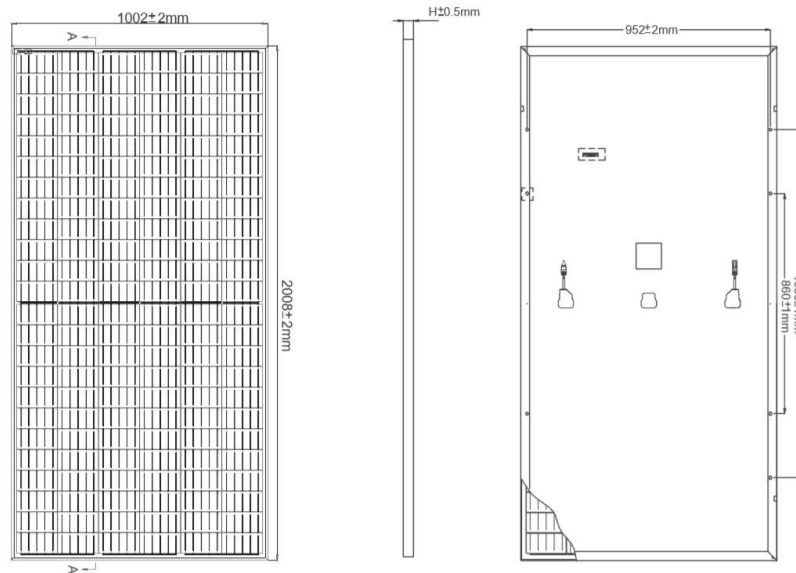
El módulo fotovoltaico monocristalino utilizado para la elaboración de los estudios del presente proyecto de ejecución es el modelo JKM390M-72-V de Jinko Solar de 72 células (6 x 12) o similar.

- | | |
|------------------------------------|--------|
| • Potencia: | 390 Wp |
| • Tensión en el punto Pmax (VMPP): | 41,1V |
| • Corriente en punto Pmax (IMPP): | 9,49 A |



- Tensión en circuito abierto (VOC): 49,3V
- Corriente de cortocircuito (ISC): 10,12 A
- Tensión máxima del sistema (VDC): 1.500 V
- Eficiencia del módulo (η): 19,67%

Figura 21.- Módulo fotovoltaico



4.2 ESTRUCTURA DE SEGUIDOR

El panel fotovoltaico será instalado sobre estructuras metálicas, principalmente de acero galvanizado. Los seguidores solares son estructuras articuladas y controlados por un posicionador georreferenciado que va variando su posición respecto a la dirección de la radiación solar directa para aumentar el número de horas/año de irradiación sobre paneles.

Estas estructuras conjugan varios paneles solares que se mueven al unísono, en dirección este-oeste (E-W) para seguidores a un solo eje, y además en dirección norte-sur (N-S) para seguidores a dos ejes. Están provistos de una transmisión mecánica que permite girar al unísono todos los ejes propios de cada panel a fin de modificar la orientación. Se dispone un motor que a través de una transmisión mecánica mueve el eje.

La tipología de seguidor que se instalará es de seguimiento solar a un eje horizontal con implementación de backtracking.

La configuración de cada seguidor consta de un motor que une y mueve solidariamente los 90 módulos. La separación entre los seguidores (pitch) en la instalación será de 13 m.

Para el presente proyecto, se ha considerado el modelo SF7 2x45 módulos de Soltec, que dispone de 90 módulos en disposición 2V (2 vertical) o similar.



Figura 22.- Configuración del seguidor horizontal SF7 2x45 de Soltec

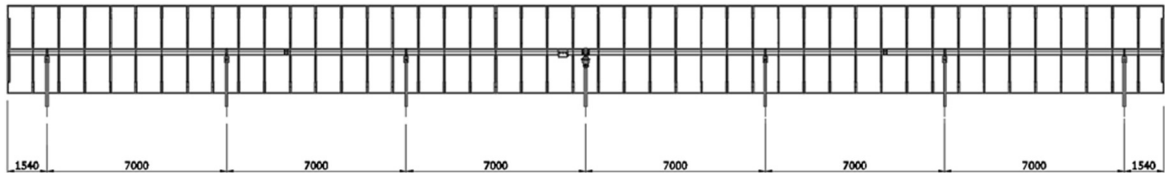


Figura 23.- Perfiles de cimentación estructura seguidor

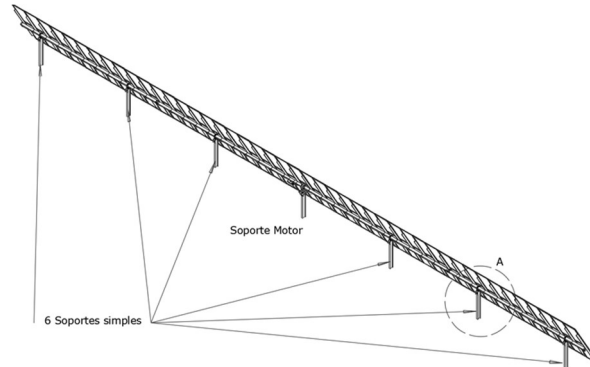
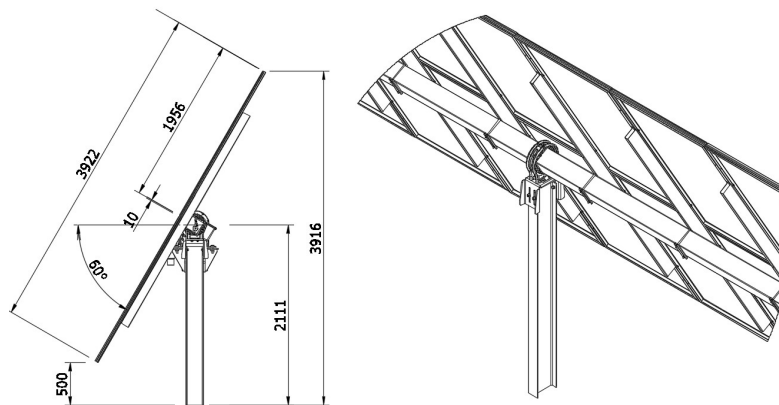


Figura 24.- Perfil seguidor Soltec y detalle eje



Mecánicamente los seguidores son idénticos, cada uno de ellos están formados por un eje central solidario a los módulos fotovoltaicos movido por una biela accionada por un motor reductor, las principales características del seguidor son:

- Perfecta adaptabilidad del sistema tanto a las dimensiones del terreno como a la geometría del panel e instalación eléctrica.
- Mínima obra civil debido a la mínima sección de los pilares.
- En cada obra se aporta un estudio energético con la ganancia del seguidor según la ubicación geográfica del mismo. Esta ganancia oscila para este tipo de seguidores entre un 28% y un 38%.
- Debido a la sencillez de sus elementos, se necesitan medios básicos a auxiliares para su montaje, facilitando así su manejo.



- El mantenimiento se reduce a la conservación de los rodamientos y revisión del conjunto motor-actuador lineal, ambos sistemas son extremadamente simples lo que reduce considerablemente las labores de mantenimiento.
- En el supuesto que se averíe el conjunto motor-actuador lineal, responsable del movimiento del seguidor, el sistema puede continuar produciendo electricidad como si fuese un sistema de estructura fijo.
- La durabilidad de estos elementos debido al tratamiento de acabado (galvanización en caliente según UNE EN-ISO 1461) tanto de la totalidad de los elementos como del 100% de la tornillería aseguran un excelente comportamiento a la intemperie aún en ambientes agresivos.

El sistema de backtracking evita la proyección de sombras de una fila del seguidor sobre otra, calculando el ángulo óptimo de giro en cada momento para evitar este fenómeno.

Figura 25.- Seguidor sin backtracking, se produce sombreado

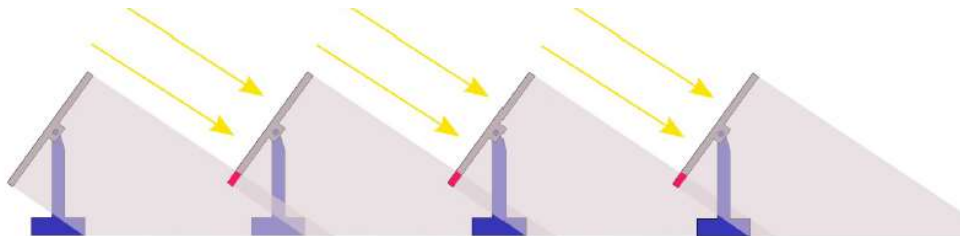
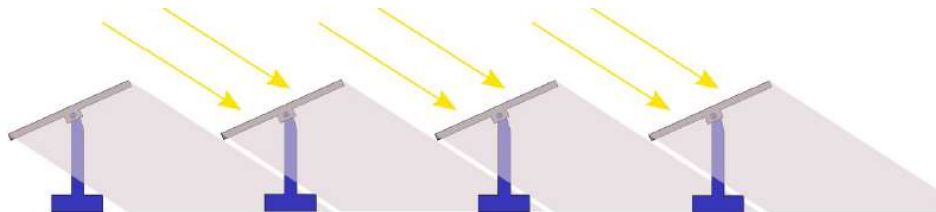


Figura 26.- Seguidor con backtracking, no se produce sombreado



Las investigaciones geotécnicas aún no se han realizado, por lo que la cimentación del seguidor se podrá realizar mediante perfiles hincados en acero directamente sobre el terreno, calculados en base a las pruebas realizadas en terreno, o bien mediante un primer perforado del terreno y una posterior introducción de los perfiles mencionados.

4.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación considerado para el proyecto Ardila será del tipo en el que todos los equipos que se instalan en el exterior. Existirán 8 CTs que incluirán:

- Envolvente
- Equipo Inverter:
 - (7x) 2 ud x 3.033 kVA = 6.066 kVA
 - (1x) 1 ud x 3.033 kVA



- Transformador de Potencia:
 - (7x) 2 ud x 3.100 kVA (0,64/30 kV)
 - (1x) 1 ud x 3.100 kVA (0,64/30 kV)
- Celdas de Media Tensión
- Cuadros de agrupación CC
- Cuadro auxiliar de BT
- UPS local
- Cuadro de monitorización
- Transformador para servicios auxiliares

Toda la instalación de los CTs se realizará cumpliendo las indicaciones marcadas por el fabricante del skid, que en este caso se contará con Santerno o similar. Se denomina Skid debido a que son equipos de intemperie sobre una plataforma de cimentación que eleva los equipos instalados.

El fabricante del skid, deberá cumplir las normativas correspondientes. Además tendrá a disposición el certificado de calidad y homologación correspondiente a la integración de los equipos dentro del centro.

Figura 27.-Skid Santerno 2 Inversores

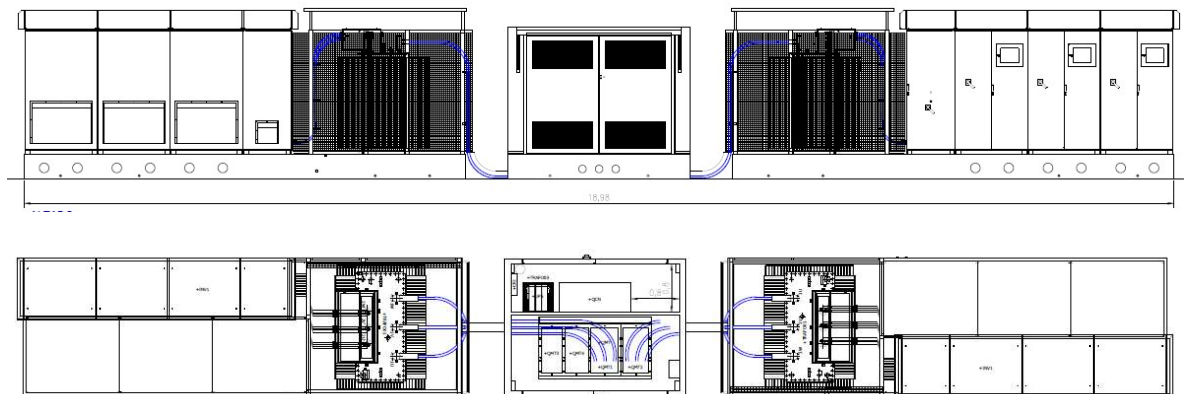
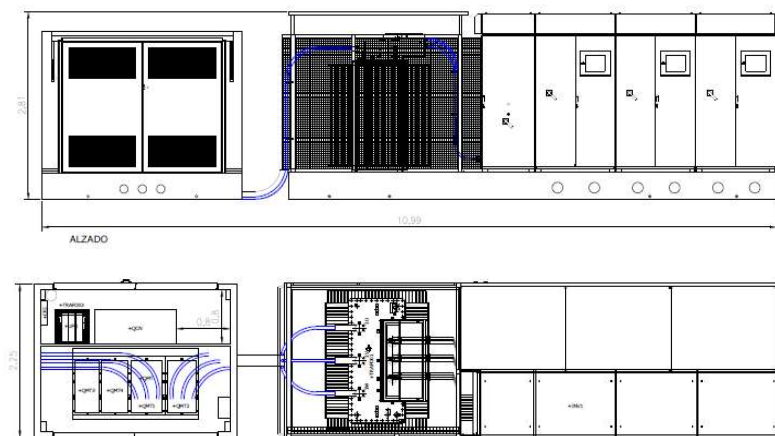


Figura 28.- Skid Santerno 1 Inversor





4.4 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Todas las líneas de media tensión que recogen la energía producida en la planta fotovoltaica conectarán en un centro de seccionamiento y que posteriormente, conectará en 30 kV con la subestación Beturia. Este centro de seccionamiento será interior y constará de cuatro celdas de envoltorio metálicas con aislamiento y corte en SF6. Además conectará la línea CS Ardila- Beturia 30kV.

El centro estará ubicado en un local prefabricado donde se instalará toda la aparenta necesaria.

Figura 29.- Celda MT tipo del centro de seccionamiento



Las características principales de este tipo de celdas son las siguientes:

- Tensión nominal: 36 kV
- Intensidad nominal de embarrado: 1600 A
- Intensidad nominal de derivación: 1250/1600 A
- Intensidad de cortocircuito (3 s): 25 kA
- Tensión de impulso a rayo: 170 kV
- Tensión a frecuencia industrial 1 min: 70 kV

4.5 INVERSOR

El inversor es el equipo encargado de convertir la corriente continua de la planta generadora fotovoltaica en corriente alterna.

Es el corazón del sistema de generación siendo además el equipo que marca la potencia instalada de la planta, es por lo tanto un valor muy importante su potencia nominal o potencia a plena carga.

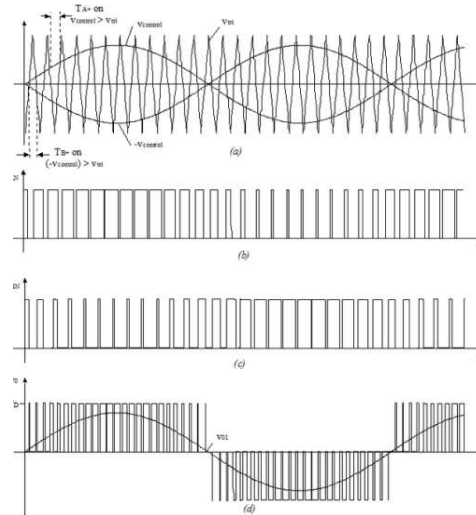
Su constitución está formada principalmente de electrónica de potencia, actualmente con tecnología IGBT, un controlador para la gestión de las conmutaciones y bobinas de salida.

Su funcionamiento consiste en realizar conmutaciones controladas de componente semiconductores para conseguir una forma de onda cuadrada de



ancho variable adaptada a la forma de señal que deseemos a la salida. Esta señal se filtrará para eliminar las componentes armónicas de frecuencia superiores a la red.

Figura 30.- Modulación por pulso Inversor Solar



- (a) Señal triangular (V_{tri}) de frecuencia elevada generada por el controlador del inversor, frecuencia portadora. Señal de referencia ($V_{control}$) que se desea copiar, la red donde se conecta el inversor. Cada rama del puente inversor disparará (conmutará el componente semiconductor al estado de conducción) en el período donde $V_{control} (red) > V_{tri}$ y durante el período $-V_{control} (red) > -V_{tri}$.
- (b) Tensión en la fase del puente inversor durante el período $V_{control}(red) > V_{tri}$
- (c) Tensión en la fase del puente inversor durante el período $-V_{control}(red) > -V_{tri}$
- (d) Superposición AN-BN. Tensión durante un período de la señal de referencia (red) que se quiere reproducir.

Este proceso se denomina modulación por pulso (PWM- Pulse Wide Modulation)

Lo normal en estos equipos es dotarlos de características adicionales aprovechando así los equipos controladores, control del THD, control de factor de potencia, limitaciones, seguimiento de potencia máxima, etc.

Por la importancia de este equipo, se integra un sistema de gestión e incluso un interfaz hombre-máquina para el seguimiento de la generación, control de los parámetros y comunicación.

Los parámetros principales del inversor son:

- **Potencia Nominal:** Es la potencia máxima de funcionamiento del equipo y es este valor el que fija la potencia nominal de la instalación.
- **Potencia Máxima de Entrada:** El valor máximo de potencia de entrada para el correcto funcionamiento del inversor. Este dato se da en Wp debido a que se relaciona directamente con la potencia máxima que puede proporcionar el campo de generación fotovoltaica.



- **Tensión de entrada al inversor:** Es el rango de tensiones a los que puede trabajar el inversor. Esta tensión suele ser elevada (en BT) estando sus valores comprendidos entre 500V y 1500V.
- **Intensidad máxima:** Son valores de intensidades máximas a la entrada y a la salida del inversor. Estas intensidades son proporcionales a su potencia nominal.
- **Frecuencia de salida:** Frecuencia de la tensión alterna de salida, con márgenes muy pequeños de tolerancia. Hay equipos inversores dotados de sintonizadores PLL capaz de seguir la frecuencia de trabajo de la red dentro de rangos relativamente amplios, con variaciones de dicho rango en torno a 20Hz.
- **Distorsión Armónica:** Distorsión de la onda de salida del inversor en media ponderada de relaciones de orden de armónico respecto a la frecuencia nominal o de salida. Este parámetro se determinará por el THD%.

Los equipos inversores actuales en el mercado ofrecen, de forma opcional o de serie según fabricante, características adicionales para integración óptima a la red de generación como protecciones de entrada en CC y de salida en CA, automatización de desconexión de la red por subtensiones, sobretensiones y defectos en frecuencia y fallos de producción, reenganche automático.

Por lo general, son una solución integrada para la conexión a la red además de equipo puramente inversor.

El inversor utilizado será Santerno, o similar.

Datos del inversor:

DC Inputs:

- Rango de Tensión MPPT: 904-1.500 V
- Tensión máxima entrada: 1.500V
- Corriente entrada máxima: 4.500 A

AC Outputs:

- Potencia nominal de CA: 3.033 kVA, a 25°C,
- Corriente salida máxima: 2.700 A
- Factor de distorsión máxima (THD): <3%
- Tensión de salida VAC: 640 V $\pm$ 10%
- N° de fases: 3 (L1, L2, L3, PE)
- Frecuencia de red de CA/rango: 50Hz - 60 Hz

Datos Generales:

- Rendimiento máximo: 99,8%
- Dimensiones: 4.624 / 1.025 / 2.470 mm
- Peso: <4.400 kg



- Grado de Protección: IP54
- Sistema de refrigeración: Ventilación forzada con control de ventilador
- Flujo de aire: 8.475 m³/h
- Nivel de ruido: < 78 dBA
- Temperatura de operación: -25°C + 62°C
- Humedad sin condensación: 0/ 95%
- Altura máxima sobre el nivel del mar: 4.000 m

Figura 31.- Inversor Solar



4.6 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

El transformador elevador de potencia es el equipo estático encargado de adaptar la energía eléctrica de salida de los equipos inversores a los niveles de tensión de la red a la que nos conectamos.

Constructivamente son dos devanados arrollados en un núcleo común teniendo como relación de espiras la relación de transformación. El encapsulado puede realizarse en el interior de cuba de aceite dieléctrico, encapsulado en siliconas u otras tecnologías de encapsulado en seco.

Sus características principales son:

- **Tensión primario:** La tensión de conexión de los equipos inversores. En el caso de la instalación que nos ocupa esta tensión es 3x640Vac.
- **Tensión secundario:** La tensión de conexión a la red. Será este valor de 3x30.000V (3x30kV).
- **Potencia nominal:** Es la potencia máxima normal de trabajo que puede transformar de un nivel de tensión a otro. Esta potencia será igual o ligeramente superior a la potencia nominal de los inversores.
- **Grupo de Conexión:** Es la forma en la que están dispuestas las conexiones del lado primario respecto al secundario y nos indica si se conecta neutro, así como la relación de desfase horario entre tensiones transformadas. En nuestro caso el transformador tiene doble secundario con conexión Dy11.



- En el caso de que la técnica exija otro régimen de funcionamiento del neutro, se deberá justificar y documentar las prescripciones impuestas desde los reglamentos de aplicación, en especial REBT y RCE.
- **Pérdidas en vacío:** Es la potencia consumida por el transformador por el simple hecho de estar conectado a la red. Su valor es prácticamente constante en el rango de funcionamiento de potencias. Estas pérdidas son utilizadas por la máquina para magnetizar el núcleo y las pequeñas pérdidas de corrientes parásitas por el mismo.
- **Tensión de Cortocircuito:** Este valor está referido al % de la tensión de entrada que se debe aplicar al transformador para tener la corriente nominal en el secundario cortocircuitado. Por tal definición, es inmediato que este valor representa a la impedancia propia del transformador y es un parámetro que nos sirve para: Conocer el límite de la potencia transmitida en un cortocircuito y para cálculo de pérdidas en función del nivel de carga de la máquina.

El transformador de potencia empleado será trifásico de 3.100 kVA de 30/0,64 kV.

Sus principales características son:

- Potencia Nominal: 3.100 kVA
- Aislamiento: Encapsulado en aceite.
- Grupo de Conexión: Dy11
- Tensión de primario: 3x640V
- Tensión secundario: 3x30.000 V $\pm$ 2,5%

4.7 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas de Media Tensión empleadas en el proyecto serán del tipo modulares aisladas en SF6, sumando en cada CT una(1) o dos (2) celdas de línea y una(1) o dos (2) de protección con interruptor automático para el transformador.

El conjunto compacto empleado tendrá las siguientes características principales:

- Tensión asignada Ur: 36 kV
- Frecuencia asignada fr: 50-60 Hz
- Tensión de impulso tipo rayo: 125 kV
- Tensión ensayo a frecuencia industrial: 60 kV
- Corriente nominal barras: 640 A
- Corriente admisible corta duración 1seg: 16 kA
- Corriente admisible valor de cresta: 40 kA
- Clase E3



Figura 32.- Celdas modulares de MT

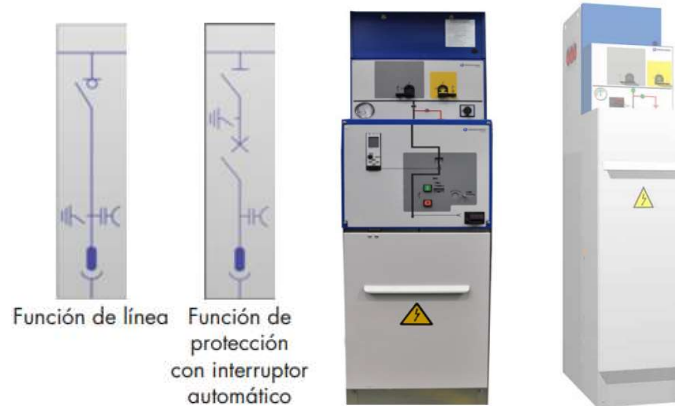
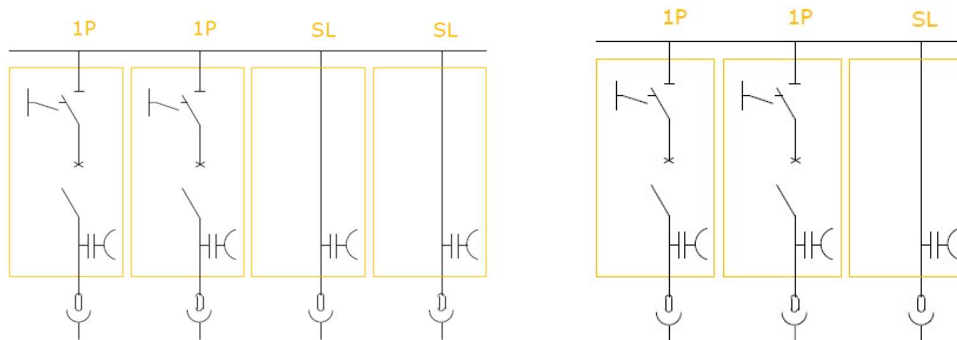


Figura 33.- Esquema unifilar tipo celdas de MT 2L+2P y 1L+2P



4.7.1 Integración

El Centro de transformación estará completamente integrado e interconectado interiormente para el correcto funcionamiento de todos los equipos instalados.

Dispondrá de:

- Separación física entre BT, MT
- Iluminación interior
- Iluminación de emergencias
- Sistema protección por temperatura de transformador
- Ventilación forzada para los distintos habitáculos (BT, MT)
- Cuadro de SSAA Auxiliares
- Transformador de SSAA:
 - 6 kVA 640/400 V Dyn11 (CT de 2 inversores)
- Cuadro General de Protección de Baja Tensión entre inversor y transformador
- Herrajes
- Tierras interiores



5 INSTALACION ELÉCTRICA

Este tipo de instalación se regirá principalmente por REBT y RCE y sus UNE correspondiente y especialmente por la ITC-BT-040 Instalaciones Generadoras de BT.

5.1 INSTALACIÓN DE BT EN CC

Definiremos instalación en Corriente Continua en Baja Tensión como todo el sistema que conecta desde la formación de los strings e interconexión de placas hasta la entrada al equipo inversor.

5.1.1 Formación de los Strings

Se agruparán 30 paneles fotovoltaicos en serie para formar los string. Se conectarán teniendo en cuenta la polaridad de sus terminales según las siguientes consignas:

- Terminal positivo de un módulo con el terminal negativo del módulo siguiente en el orden de conexión.
- Se emplearán los terminales de conexión dispuestos por el fabricante de los módulos y no se manipularán, cortarán ni empalmarán. Si fuera necesario una adaptación por no poder cubrir longitudes, se consultará a la Dirección Facultativa.

Las características de los string así formado serán:

- | | |
|--------------------------------------|-----------|
| • Potencia, Pmax: | 11.700 Wp |
| • Intensidad a potencia máxima, Imp: | 9,49 A |
| • Tensión a potencia máxima, Vmp: | 1.233 V |
| • Intensidad de cortocircuito, Icc: | 10,12 A |
| • Tensión a circuito abierto, Voc: | 1.479 V |

5.1.2 Conductor BT CC

Para el dimensionamiento de los conductores se han aplicado los siguientes criterios:

- Tensiones de operación 1.500 Vcc
- Máxima caída de tensión (cdt) acumulada hasta entrada a Inversores <2%
- Intensidades Máximas de Cálculos maximizada un 25%

El conductor empleado para la formación de los strings hasta su conexión en la caja de strings será el siguiente:

- | | |
|-----------------|--|
| • Denominación: | ZZ-F 1.8 kV DC- 0.6/1 kV AC |
| • Sección: | 6 mm ² |
| • Conductor: | Cobre Estañado |
| • Aislamiento: | Elastómero termoestable libre de halógenos |



- Cubierta exterior: Elastómero termoestable libre de halógenos
 - Intensidad máxima: 70 A (Al aire a 40°C)
 - Diámetro exterior: 5,9 mm
 - Radio de curvatura min. 17,7 mm
 - Resistencia a la intemperie
 - Temperatura ambiente de trabajo: desde -40°C hasta +90°C
 - Temperatura máxima del conductor: 120°C durante 20.000 horas
- *Intensidad máxima admisible a 60°C de temperatura ambiente y temperatura del conductor 120 °C

La conexión de los módulos para formar el strings y las prolongaciones hasta la conexión en la caja de string correspondiente se realizarán mediante conectores Multi Contact MC4 o similar, con las siguientes características:

- Corriente nominal: hasta 30 A
- Tensión máxima: 1.500 V
- Grado de protección: IP67
- Sistema de bloqueo: "snap-in"
- Rango de temperatura: -40°C hasta +90°C

Figura 34.- Conectores Multi-Contact MC4 tipo



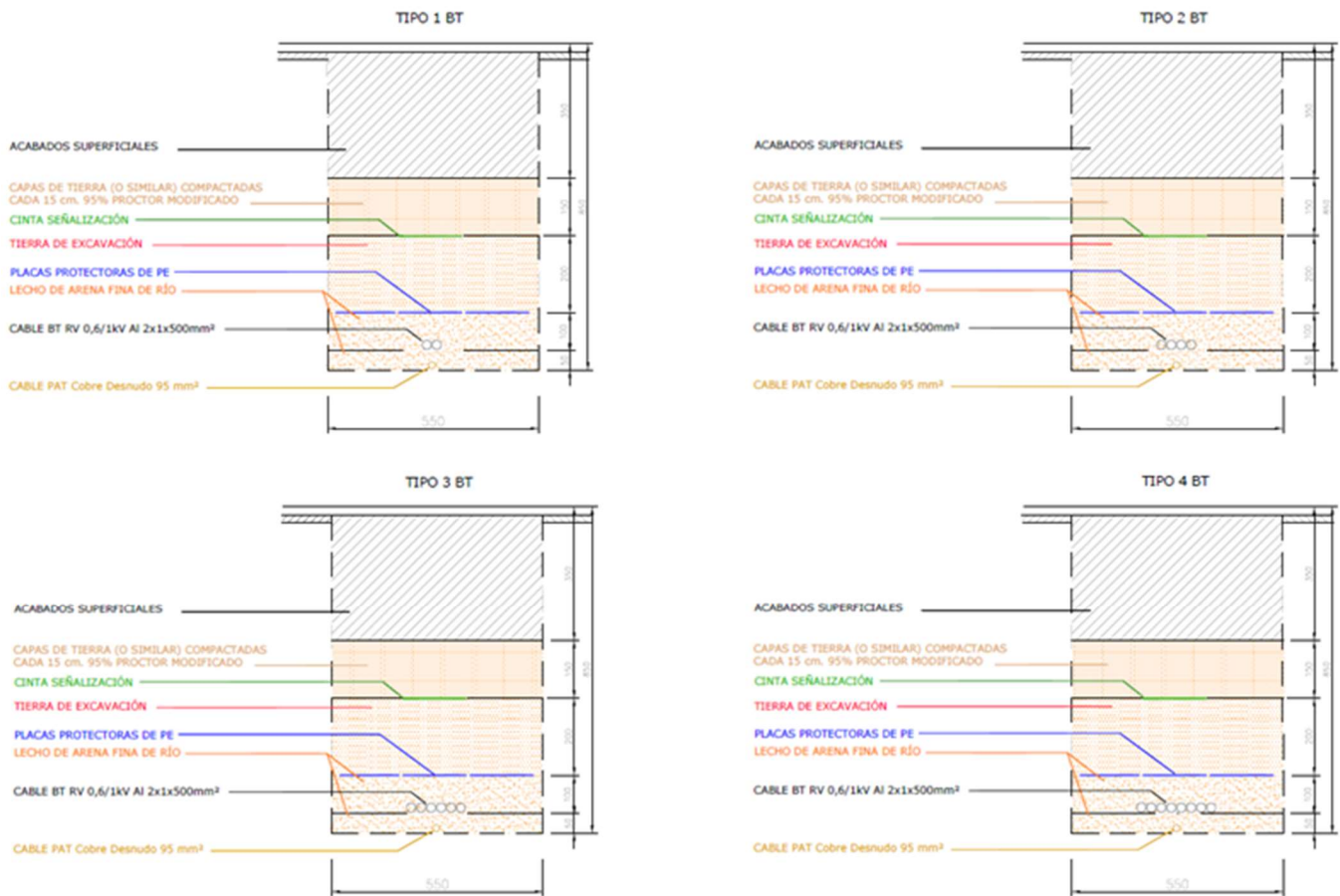
El conductor que se utilizará desde las cajas de strings hasta la caja de agrupación del inversor y su posterior conexión a las entradas de CC del inverter, tendrá las siguientes características:

- Denominación: RV-K
- Sección: 500 mm²
- Conductor: Aluminio semirrígido, clase 2
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta exterior: Policloruro de vinilo acrílico (PVC Flexible)
- Voltaje: 0,9/1,5 kV CC - 0,6 / 1 kV CA

La conexión desde las cajas de strings hasta la caja combinadora del inversor se realizará mediante conductor directamente enterrado.



Figura 35.- Secciones zanjas BT tipo



5.1.3 Cajas de strings o de agrupación de nivel 1

Las cajas de Agrupación Primaria, Cajas de Strings, serán de Poliéster de doble aislamiento, con grado de protección mínima IP65. En su interior se alojarán tantas bases de fusibles de tamaño 22x58 como sean necesarias para la conexión de strings, según el caso. Se ha diseñado la configuración de cajas de String de 24 y 21.

Con objeto de repartir los strings entre las cajas de primer nivel de forma equitativa y que al mismo tiempo su construcción física sea lo menos laboriosa posible, se decide crear siete tipos de agrupaciones de strings en cajas de primer nivel.



Tabla 6.- Distribución de cajas de string por cada grupo BT

ARDILA										
Skid	Inversores	Seguidores	Strings	Total seg/grupo	Módulos	Pot Pico	Potencia nominal	Cuadros 24	Cuadros 21	Total Cuadros
Skid 1	Inversor 1	92	276	184	8280	3229,20 kWp	3.033,00 kWn	8	4	12
	Inversor 2	92	276		8280	3229,20 kWp	3.033,00 kWn	8	4	12
Skid 2	Inversor 3	95	285	190	8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
	Inversor 4	95	285		8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
Skid 3	Inversor 5	94	282	189	8460	3299,40 kWp	3.033,00 kWn	10	2	12
	Inversor 6	95	285		8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
Skid 4	Inversor 7	94	282	189	8460	3299,40 kWp	3.033,00 kWn	10	2	12
	Inversor 8	95	285		8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
Skid 5	Inversor 9	93	279	93	8370	3264,30 kWp	3.033,00 kWn	9	3	12
Skid 6	Inversor 10	96	288	193	8640	3369,60 kWp	3.033,00 kWn	12	0	12
	Inversor 11	97	291		8730	3404,70 kWp	3.033,00 kWn	6	7	13
Skid 7	Inversor 12	97	291	194	8730	3404,70 kWp	3.033,00 kWn	6	7	13
	Inversor 13	97	291		8730	3404,70 kWp	3.033,00 kWn	6	7	13
Skid 8	Inversor 14	96	288	192	8640	3369,60 kWp	3.033,00 kWn	12	0	12
	Inversor 15	96	288		8640	3369,60 kWp	3.033,00 kWn	12	0	12
Total				1.424	128.160	49.982,40 kWp	45.495,00 kWn	143	40	183

Siendo un total de:

- 143 Cajas de 24 Strings
- 40 Cajas de 21 Strings

En términos prácticos, se comprarán todas las cajas iguales, de 24 strings, para facilitar la distribución en campo.

Estas entradas de strings serán equipadas cada una de ellas con protección por fusible. Se instalará además una protección contra sobretensiones y un seccionador de corte en carga para corriente continua (CC) de intensidad nominal suficiente para seccionar todos los circuitos de strings que agrupa la Caja.

Se justificará su dimensionado en el apartado de Memoria de Cálculos.

Se conectarán teniendo en cuenta la polaridad de sus terminales según la siguiente consigna:

- Terminal positivo a la borna de la caja identificada como polo positivo.
- Terminal negativo a la borna de la caja identificada como polo negativo.

Se emplearán los terminales de conexión o punteras, no admitiéndose el hilo retorcido para su inserción en el bornero.

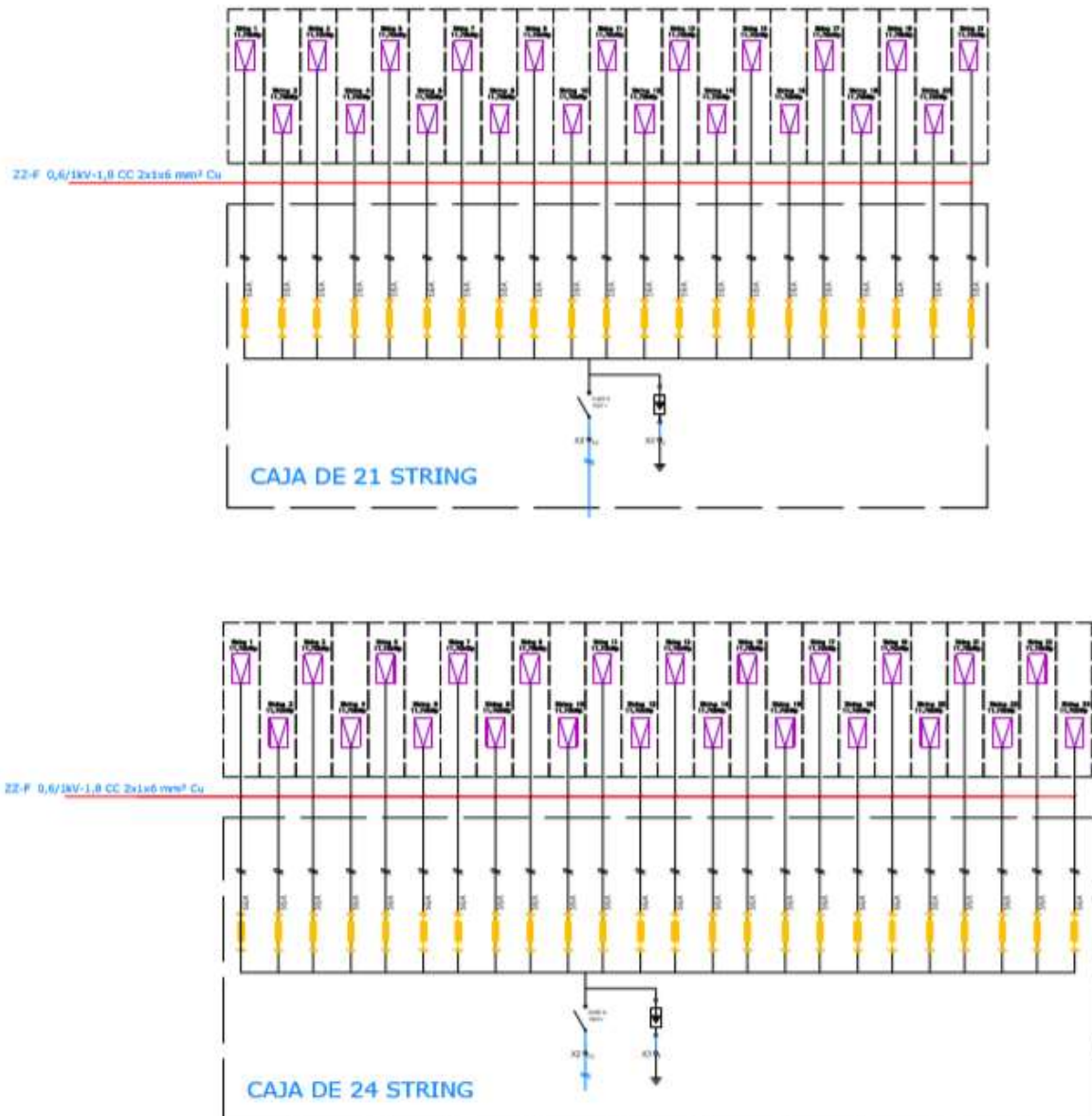
Las principales características de las cajas de string son:

- Aislamiento: IP 65
- Tensión de aislamiento: 1.500 V
- Entradas: 21/24
- Fusibles: 16 A gPV 1.500 V
- Maniobra: Seccionador 400 A
- Descargador de sobretensión: Clase 2



La instalación del cuadro de agrupación primaria se realizará mediante abrazaderas tipo abarcón como sujeción a un pilar independiente de la estructura del seguidor.

Figura 36.- Caja de string de 21 uds y 24 uds



5.1.4 Caja de agrupación inversor

Una vez agrupados los string en paralelo en las cajas de agrupación primaria, hay que transportar la energía eléctrica hasta los Inversores.

Esta agrupación se realiza en paralelo y se protegen contra sobreintensidades con fusibles de fundido rápido para corriente continua, en sendos polos positivo y negativo de cada circuito de entrada.



La salida, si la suma de todas las intensidades de las protecciones de entradas es inferior a la corriente máxima del circuito de salida, se dispondrá de un interruptor-seccionador. En otro caso, la salida se protegerá mediante seccionadores fusible de corte en carga.

El tendido se hará directamente soterrado según REBT, siguiendo la norma de la instrucción ITC-BT-07.

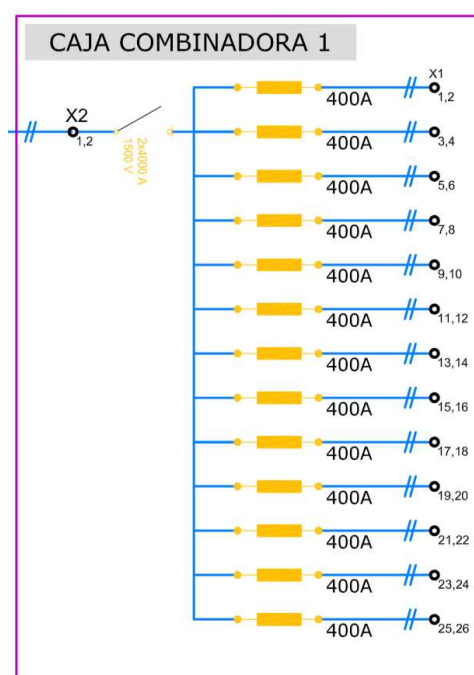
Se ejecutará arqueta de pasos y/o derivación como máximo cada 40m de recorrido. Se sellarán todas las bocas de los tubos con espuma de poliuretano.

Cada inversor posee un Cuadro de Agrupación en Baja Tensión internamente, donde se agruparan entre 12 o 13 circuitos provenientes de las diferentes cajas de strings.

Los Cuadros de Agrupación en Baja Tensión tendrán las siguientes características:

- Aislamiento: IP65
- Tensión aislamiento: 1.500 V
- Embarrado independiente para cada uno de los circuitos entrantes
- Seccionadores-fusibles: 400 A
- 12 o 13 entradas para circuitos de CC
- Tablero de material autoextinguible y libre de halógenos

Figura 37.- Cuadro agrupación CC inversor 13 entradas



5.2 INSTALACIÓN DE BT EN CA DE GENERACIÓN

Definiremos instalación de Corriente Alterna de Baja Tensión de generación a todo el sistema que conecta desde el inversor hasta las bornas de entrada del transformador de MT del centro de Transformación.



Este sistema es trifásico a 640V y 50Hz.

5.2.1 Conductor BT CA

La conexión de los inversores con los transformadores de potencia se realizará mediante conductores de las siguientes características:

- Denominación: RZ1-K
- Conductor: Cobre, flexible clase 5
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta exterior: Poliolefina termoplástica libre de halógenos
- Voltaje: 0,6 / 1 kV

En el caso de los skids, los puentes desde el inversor a las celdas de media tensión son suministrados y garantizados por el fabricante del centro de transformación.

5.2.2 Dispositivo de maniobra y protección AC Inversor

Se instalará un dispositivo de protección y maniobra entre la salida del inversor y la entrada al transformador en el lado de BT.

Sus principales características son:

- Tensión nominal: 750 V
- Intensidad nominal: 3600 A
- Interruptor-Seccionador de corte en carga
- Cerramiento Metálico

En el bastidor del inversor, a la salida de circuitos de CA se verificará que existe protección mediante Interruptor Automático para CC con funciones de protección de sobreintensidad por sobrecarga y por cortocircuito, además de protección de desequilibrio de corriente, sobre y subtensiones, fallo de frecuencia. Si no existieran estas protecciones, se implementaría en un bastidor independiente de protecciones de BT.

5.3 INSTALACIÓN DE BT PARA SSAA EN CA

Los servicios auxiliares de la instalación de la planta se considerarán como instalación interior, observándose para ello lo dispuesto en RD842/2002, instrucciones técnicas complementarias y Normas particulares de la empresa Suministradora para la configuración de los puntos de medidas.

La instalación de intemperie se ejecutará soterrada. La entrada en cuadro de reparto se realizará con prensastopas. Se instalará según instrucción ITC-BT-07 y se tratará como redes de distribución enterradas. Los cuadros de intemperie tendrán IP54.

La instalación en el interior de edificios se ejecutará bajo tubo rígido de PVC, o empotrado en obra, según prescripciones ITC-BT-19. En zonas húmedas/mojadas de interior se ejecutará en canalizaciones y cajas estancas IP54.



Se dotarán las instalaciones de protecciones de sobre-subtensiones, sobreintensidad, contactos directos e indirectos según RD842/2002 y normas UNE de aplicación.

En el interior del Centro de Transformación se instalará un transformador de SSAA para abastecer los SSAA necesarios para la alimentación de los motores de los seguidores, así como los servicios generales:

- Potencia Nominal: 6 kVA (CT de 2 inversores),
- Aislamiento: Encapsulado seco
- Tensión de cortocircuito: 3%
- Grupo de Conexión: Dyn11
- Tensión de primario: 3x640 V
- Tensión secundario: 3x400 V $\pm 2,5\% \pm 5,0\%$

5.3.1 C.G.B.T Cuadro general de baja tensión.

Se instalará un primer cuadro de reparto a la salida del transformador de SSAA con salidas trifásicas protegidas con un interruptor automático extraíble. Los Cuadros de Baja Tensión para protección y mando de la instalación se distribuirán por la planta centralizando los circuitos por las diferentes zonas de consumo.

Siempre se situarán fuera de la manipulación de personal no autorizado, o se impedirá su apertura por medios mecánicos.

En su interior se montará la aparamenta necesaria y suficiente para dotar del nivel de seguridad admisible a la instalación, cumplir ITC-BT17, 22, 23 y 24.

De él partirán los circuitos principales de la instalación que alimentarán todos los receptores.

El cuadro de Baja Tensión de SSAA en el centro de Transformación alimentará y protegerán los siguientes circuitos:

- Ventilación forzada CT
- Servicios propios CT
- Alumbrado CT
- Comunicaciones
- Seguridad
- Reservas

En cada Cuadro se instala Interruptor automático de corte omnipolar con protección de sobrecarga, cortocircuito y sobretensiones.

Se procederá a proteger todos los circuitos de forma particular.

Se instalan doce salidas de circuitos diferentes a los que se dotan de protecciones contra sobreintensidades según sección de cables y contra contactos indirectos por dispositivo de corriente diferencial residual según necesidades de 300mA/30mA de sensibilidad, todas con poder de corte de 6kA.



Los seguidores solares considerados son autoalimentados. Estarán dotados de un panel fotovoltaico con ups, que garantizará el arranque de motores a primera hora de la mañana. De esta forma se evita todo el tendido de alimentación en zanjas.

El alumbrado de servicio está compuesto de aparatos de bajo consumo de balasto compensado y cumplirán las especificaciones de UNE-EN60598, UNE-12464.1 y RD-838/2002.

La instalación de alumbrado se comprueba y se adapta para dar cumplimiento a ITC-BT-44. No se tienen en cuenta las normas CTE-SUA4 y CTE-HE3 sobre eficiencia energética debido a que se trata de una edificación fuera del ámbito de aplicación del CTE.

Las luminarias con aislamiento inferior a la Clase II se conectarán al conductor de protección del circuito de alimentación de todas sus partes metálicas por medio de fijación permanente (borna de conexión, tornillo de conexión).

Los circuitos se mandarán inexcusablemente desde los elementos diseñados en la instalación a este fin, interruptores, conmutadores, relojes crepusculares, temporizadores, relojes, pero no se mandará el cierre y apertura de los circuitos de alumbrado por accionamiento del interruptor de protección magnetotérmico de dicho circuito.

El local se dotara de un sistema de Alumbrado de Emergencia, concretamente, Alumbrado de Seguridad, compuesto por aparatos autónomos, distribuidos éstos tal y como se puede apreciar en el plano de Luminarias de Emergencias. Se localizarán las luminarias en la salida de cada habitáculo y en los recorridos de evacuación de los espacios públicos y de servicio del edificio.

El alumbrado de evacuación (antes llamado de señalización), proporcionará 1 lux en el suelo, en el eje de los pasos principales. Permitirá identificar los puntos de los servicios contra incendios y cuadros de distribución (5 lux).

El alumbrado de ambiente o antipánico (antes llamado de emergencia) proporcionará 0,5 lux en todo el espacio hasta una altura de 1 m.

5.4 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

El esquema de tierra a utilizar será:

- Aislado de Tierra para la Instalación de CC (Tierra flotante)
- Esquema TT para instalación de CA de SSAA.

Para la instalación de CA se deberá verificar la siguiente condición:

$$R_A \times I_a \leq U$$

R_A	Suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección
I_a	Corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección



U Tensión de contacto convencional (50V locales secos, 24V locales húmedos)

En caso de la resistencia R_A sea demasiado elevada se efectuará un tratamiento del terreno por alguno de los métodos utilizados en la práctica en el lugar donde se haya ejecutado la instalación. En caso de realizar esta actuación se comunicaría a la ingeniería que realiza la instalación común del edificio para tomar medidas correctoras que se estime necesario.

Se conectarán a tierra todas las masas susceptibles a ponerse en tensión en la instalación, incluida canalizaciones metálicas y red equipotencial de masas.

Según marca la norma ITC-BT 18, todas las instalaciones deben conectarse a una red de tierra.

En acuerdo con la normativa particular de la compañía suministradora se procede a la instalación del tipo TT. Sistema de picas de acero galvanizado con superficie por electrolisis de cobre de 14mm de diámetro y 2m de longitud hincada en fondo de calicatas de canalizaciones con $h > 0,80m$, conectada a una toma de tierra en caja de registro de tierras para medición y mantenimiento mediante conductor 0,6/1kV, RV-K de 16mm² de sección bajo tubo de 32mm de diámetro. Se llevará a los CBT de Servicios Auxiliares.

Se aprovecha la apertura de las calicatas de las canalizaciones subterránea para tender el anillo de cobre desnudo de 1x95 mm² donde se conectarán todas las picas de tierra. El sistema de tierras de BT se ejecutará así a cotas más profundas de 0,8m.

En cada posición de cuadro de SSAA (CBT) se conectará una pica y se dará toma mediante soldadura aluminotérmica al anillo y/o mediante brida de conexión y conductor RV-K 0,6/1kV 1x16mm² Cu se dará tierra al cuadro.

Del anillo de tierras se dará tierra a todas las partes metálicas de la instalación que sean susceptibles a estar en tensión (de Baja Tensión). Así se dará tierra a las estructuras portantes.

Todos los circuitos de salida de los CBT se repartirán con su correspondiente cable de tierra con sección igual a la de los conductores activos.

5.5 INSTALACIÓN DE MT

Definiremos el circuito de interconexión en MT como el circuito eléctrico en Media Tensión desde la salida de los Centros de Transformación hasta el punto de conexión. Por lo tanto, este circuito transporta toda la energía del parque en nivel de Media Tensión de 30 kV.

El circuito de media tensión procedente de las celdas de MT situadas en el Centro de Transformación discurrirá por canalización subterránea enterrado directamente, al igual que desde el último centro de transformación de la línea hasta el centro de seccionamiento.



5.5.1 Conductor MT AC

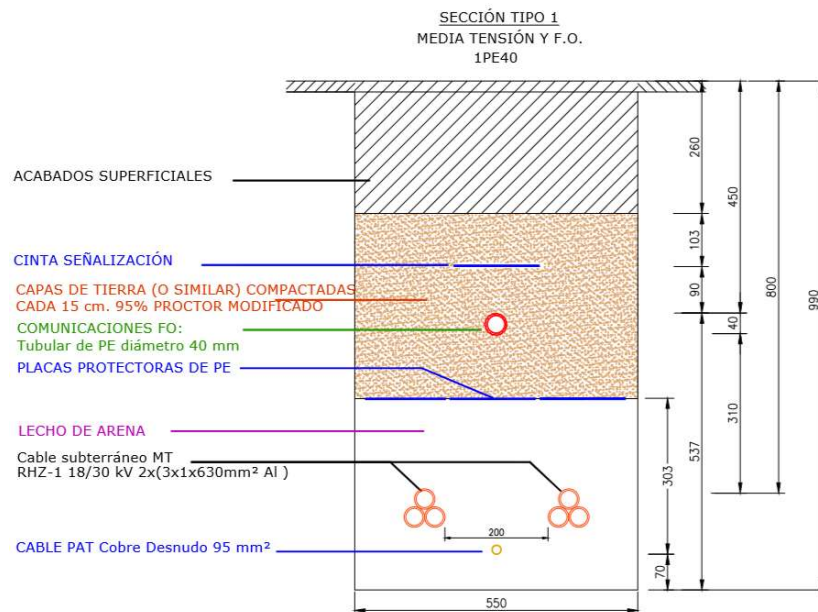
La evacuación de la energía generada por la instalación fotovoltaica, se realizará a través de una línea subterránea en MT a 30kV interconectando los Centro de Transformación entre ellos, hasta el centro de seccionamiento.

El conductor empleado en el circuito de MT tendrá las siguientes características:

- Denominación: RHZ1
- Conductor: Aluminio semirrígido, clase 2
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Pantalla: Corona de hilos de cobre
- Cubierta exterior: Poliolefina termoplástica libre de halógenos
- Voltaje: 18/30(36) kV

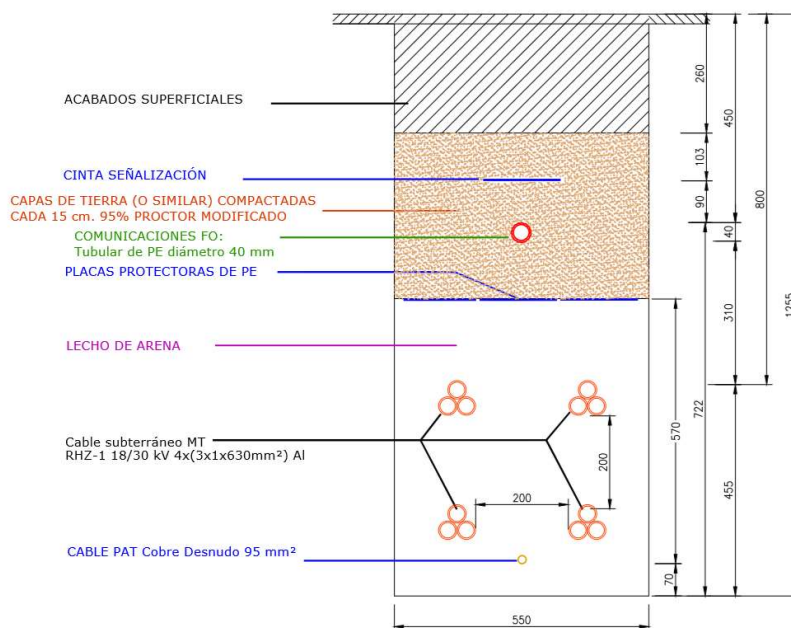
Los circuitos de media tensión irán directamente enterrados durante todo el cosido de centros de transformación.

Figura 38.- Secciones tipo zanjas MT directamente enterradas





SECCIÓN TIPO 2
MEDIA TENSIÓN Y F.O.
1PE40



SECCIÓN TIPO 3
MEDIA TENSIÓN Y F.O.
1PE40

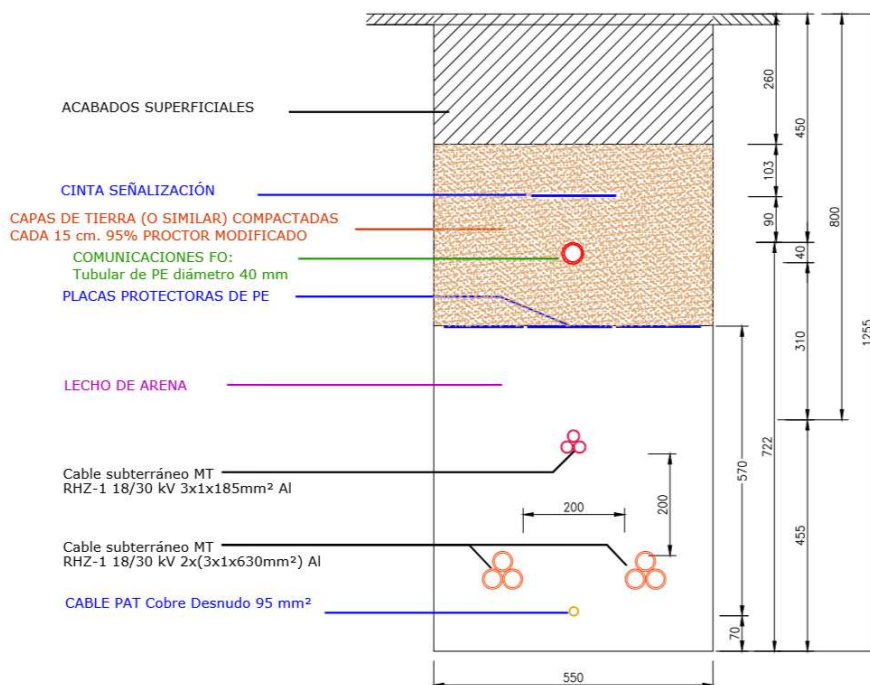




Figura 39.- Datos generales línea MT Ardila- Beturia

Datos de la instalación	
Origen	Centro Seccionamiento Ardila
Final	SE Beturia 30 kV
Potencia conectada	45,495 MW
Potencia proyectada línea	50,6 MVA
Factor de potencia	0,9
Tensión	30 kV
Frecuencia	50 Hz
Tipo línea	Subterránea
Longitud	1644 m
Nº conductores por fase	2
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Directamente enterrada
Distancia entre conductores	200 mm
Profundidad zanja	990 mm
Conexión pantallas	Solid bonding
T de accionamiento protección cable	0,5 s

Características del conductor	
Conductor	AL RHZ1-2OL 3x1x630 mm ² Al
Sección del conductor	630 mm ²
Sección de la pantalla	95 mm ²
Diámetro conductor	30 mm
Diámetro aislamiento	52 mm
Diámetro pantalla	56,7 mm
Diámetro cable	64,4 mm
Peso	5400 kg/km
Radio de curvatura estático	1100 mm
Radio de curvatura dinámico	1300 mm
Intensidad máxima admisible	691,4 A
Cortocircuito trifásico	84 kA
Cortocircuito monofásico	18 kA
Resistencia a 20°	0,0469 Ω/km
Resistencia a 90°C	0,0631 Ω/km
Reactancia inductiva	0,178 Ω/km
Capacidad	0,303 μF/km

Por otro lado, las coordenadas del trazado correspondiente a la línea son las siguientes:



Coordenadas UTM	
X	Y
X=709.260,0445	Y=4.229.559,2308
X=709.263,6586	Y=4.229.565,3155
X=709.275,6440	Y=4.229.557,6689
X=709.281,5400	Y=4.229.566,9103
X=709.308,5759	Y=4.229.551,1175
X=709.320,8964	Y=4.229.567,2769
X=709.349,0542	Y=4.229.596,6601
X=709.507,3325	Y=4.229.751,4615
X=709.534,1184	Y=4.229.787,1440
X=709.571,4374	Y=4.229.847,1714
X=709.613,2241	Y=4.229.917,0712
X=709.729,0595	Y=4.230.118,0754
X=709.757,1491	Y=4.230.163,8367
X=709.849,1353	Y=4.230.293,3625
X=709.898,6937	Y=4.230.362,8838
X=709.949,4616	Y=4.230.435,2207
X=709.989,1732	Y=4.230.496,0715
X=710.022,0087	Y=4.230.545,3561
X=710.060,1227	Y=4.230.602,5342
X=710.076,1259	Y=4.230.633,5916
X=710.104,3808	Y=4.230.690,2065
X=710.215,3288	Y=4.230.660,2137
X=710.230,2736	Y=4.230.727,5278



6.2 REQUISITOS DE DISEÑO

Los requisitos de diseño vienen impuestos y de acuerdo por las necesidades del proyecto:

- Punto de conexión: SET Beturia
- Tensión nominal: 30 kV.

En la fase de diseño se ha tenido en cuenta el hecho de afectar al menor número posible de propietarios de las diferentes parcelas por las que discurre la línea de evacuación.

Del mismo modo, el trazado de la línea ha sido diseñado partiendo de un análisis medioambiental de la zona.

Se han revisado en el SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Identificación de Parcelas Agrícolas) para verificar que se han respetado las zonas de especial protección.

- ZEPA: Zona de Especial Protección para las Aves.
- LIC: Lugar de Importancia Comunitaria.
- ZEC: Zonas Espaciales de Conservación.

Se han estudiado varias alternativas diferentes para el trazado de la línea y finalmente se ha elegido el que constituía un menor impacto ambiental en la zona.

6.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

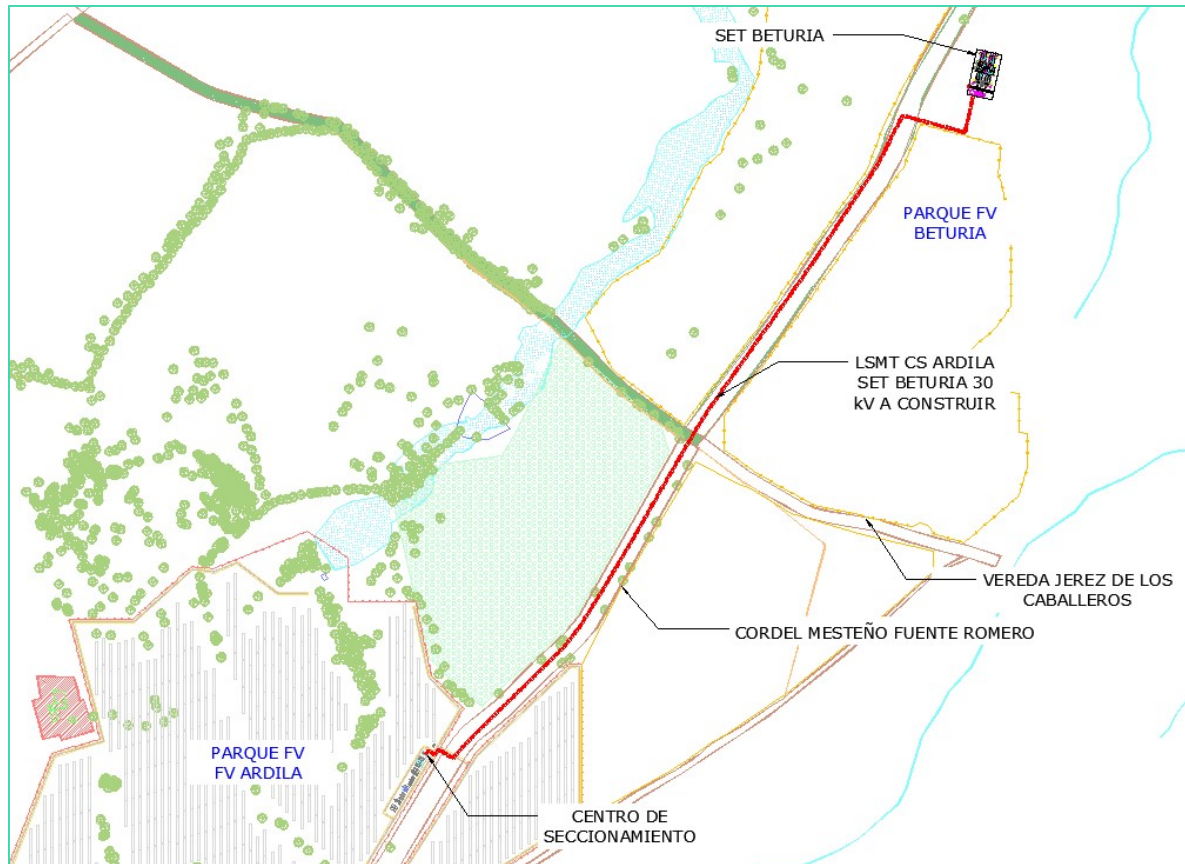
Del mismo modo, se describen las características generales de la misma:

Tabla 6.- Características generales Línea Subterránea

Parámetros	Descripción
Origen	C.S. Ardila
Fin	Cabina de MT SET Beturia
Frecuencia (Hz)	50
Tensión de servicio (kV)	30
Factor de potencia ($\cos \varphi$)	0,9
Potencia Aparente (MVA)	50,6
Tipo	Subterránea
Conductor	2x(3x1x630 mm ²) RHZ1 Al 18/30 kV
Longitud	1.644 m



Figura 40.- Layout linea MT Ardila- SET Beturia



7 MONITORIZACIÓN

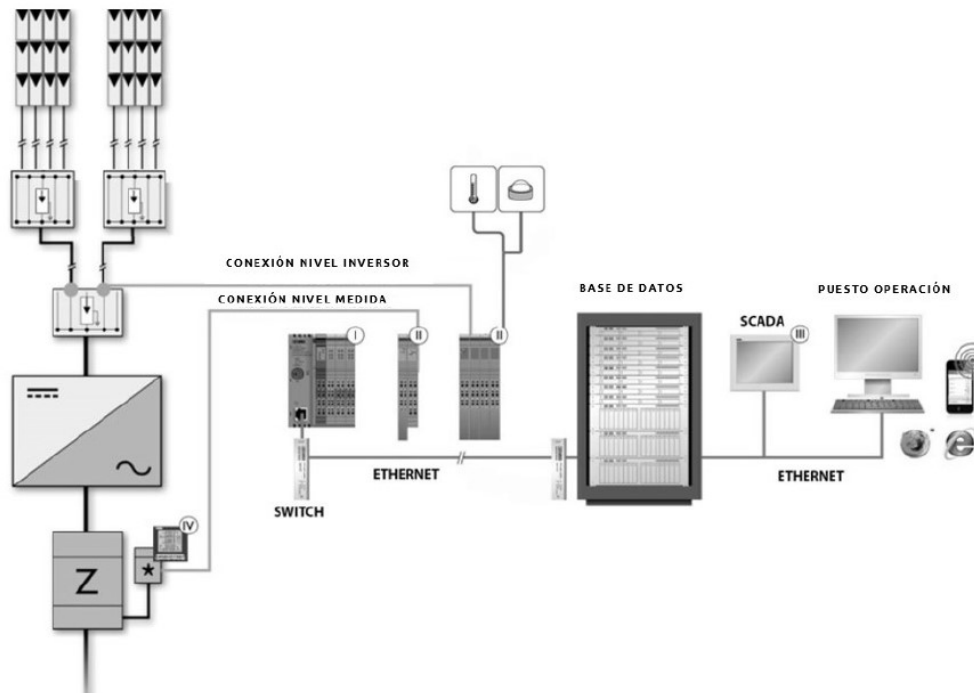
7.1 TOPOLOGÍA

La arquitectura está basada en estos dos bloques:

- Nivel 1: Centro de transformación
- Nivel 2: Centro de control



Figura 41.- Monitorización tipo en una planta solar



- Centro y módulo de comunicaciones
- Registrador de datos
- Sistema de vigilancia, de comando y de adquisición de datos

7.2 INSTALACIÓN EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

En el centro de transformación se localizan los sistemas de control de las comunicaciones que realiza la adquisición de datos de los inversores. La comunicación entre los centros de transformación se realiza mediante conductor de Fibra Óptica que conecta un conjunto de centros en forma de anillo para después evacuar la información a la sala de control.

7.3 NIVEL DE LA SALA DE CONTROL DEL EDIFICIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

En la sala de control del parque, en el edificio de operación y mantenimiento, se localizan los servidores que recogen toda la información del parque. El servicio de monitorización incluye un software de gestión y un archivo histórico con la base de datos adquiridos en el campo.

7.3.1 Sistema SCADA

El servidor central conforma el Sistema de gestión. SCADA y base de datos se instalarán en el servidor.

Los siguientes elementos se concentran en el Sistema de gestión:



- Gestión del consumo
- Estado a tiempo real del diagrama de cableado en la monitorización de energía
- Gráficos, informes y alarmas

Prestaciones técnicas:

- Acceso web por diferentes usuarios
- Alta adaptabilidad e integrabilidad con otros softwares
- Posibilidad de programar acciones redundantes
- Datos históricos y acceso a tiempo real
- Soporte para Windows, Linux, mac...
- Soporte para PC, tablets, teléfonos móviles, ...
- Configuración de informes dinámicos
- Gestión de alarmas

8 SEGURIDAD

El sistema de seguridad dispondrá de las tecnologías de vigilancia y detección necesarias para garantizar la seguridad de la subestación.

Estará permanentemente conectado a la sala de control del edificio de Operación y Mantenimiento y al sistema de comunicación de la subestación.

El sistema contará con baterías o SAI que proporciona un periodo de al menos 3 horas de funcionamiento ininterrumpido en caso de fallo de alimentación de corriente.

El sistema estará formado por los siguientes elementos:

- Sistema de detección videovigilancia
- Sistema de control de acceso
- Sistema de supervisión
- Sistema de Integración

8.1 CONTROL DE ACCESO

Se requiere un control de acceso para controlar el acceso a la planta a personal autorizado.

Se requieren los Detectores de Presencia de Intrusos necesarios dentro de la sala de control del edificio de Operación y Mantenimiento.

El sistema de control de accesos tendrá tres funciones, el registro, almacenamiento e identificación de los funcionarios, visitantes y el control de ingreso a las diferentes áreas internas.

8.2 SOFTWARE DE CONTROL DE ACCESO

Los computadores serán dedicados, y no tendrá que estar en línea para que el sistema funcione.



El sistema permitirá asignación de claves para operadores con privilegios configurables.

8.3 SISTEMA DE CCTV

El sistema contará con:

- Cámaras fijas IR
- Cámara Tipo Domo
- Grabadores Digital

El número y disposición de cámaras se determinará en función de la morfología y tipo de sistema de seguridad del proponente del sistema.

8.4 DETECTORES DE INTRUSIÓN

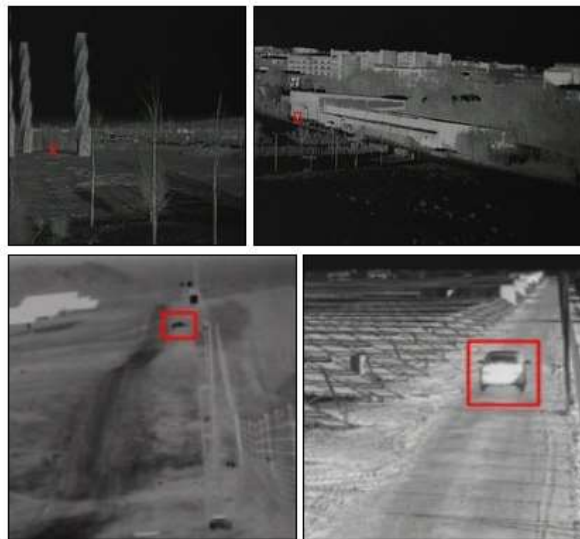
Se deberá de hacer un diseño detallado que garantice la detección de cualquier intruso dentro de la sala de control del edificio de Operación y Mantenimiento.

Los detectores deberán ser de movimiento, insensibles a ruidos tales como truenos o vehículos circulantes por las cercanías.

8.5 SISTEMA DE SEGURIDAD

El sistema de seguridad está basado en la solución de cámaras térmicas con análisis de video.

Figura 42.- Ejemplo de captura de vídeo



Las cámaras se sitúan en postes a una altura de 3 metros. Se instalarán a su vez luces de disuasión. La localización propuesta para la instalación de estas cámaras es una por cada centro de seccionamiento.

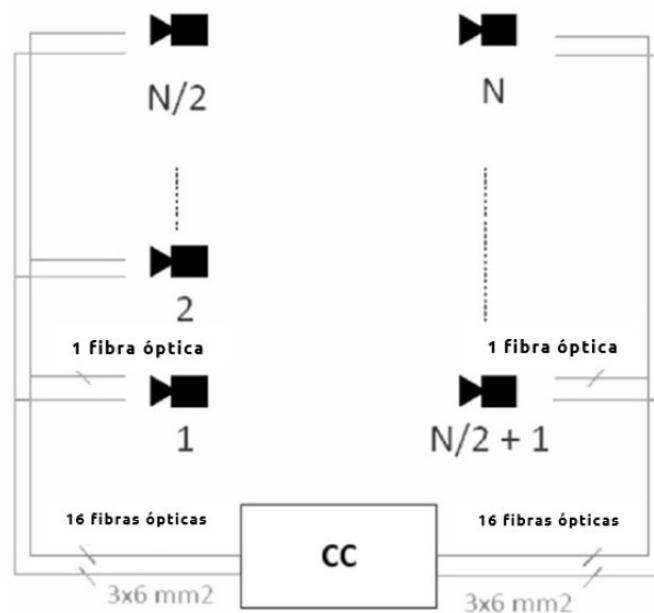
Cada cámara se instalará en un bastón que tendrá un panel de control al aire libre, donde se colocarán los elementos eléctricos y de comunicación necesarios para la



alimentación de las cámaras y la derivación del tendido de fibra óptica correspondiente.

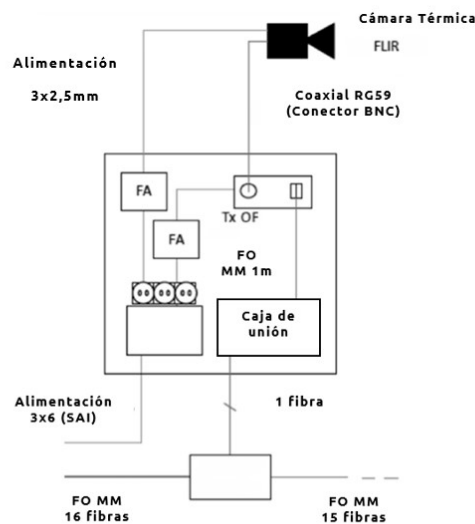
Dos cables de fibra óptica serán instalados de manera independiente para la comunicación de las cámaras.

Figura 43.- Conexión general



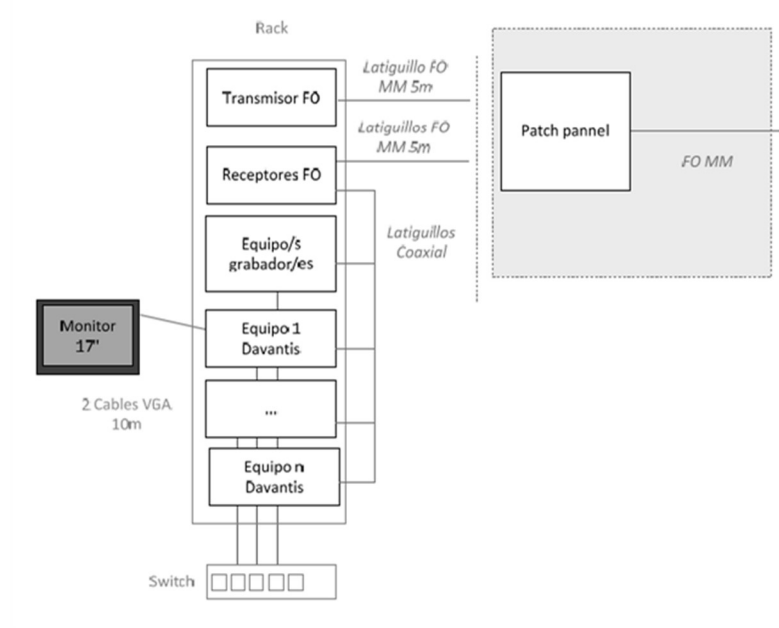
El esquema de la arquitectura de conexiones de cada cámara está representado en la siguiente figura:

Figura 44.- Arquitectura de conexión



En el centro de control se realizan las siguientes conexiones:

Figura 45.- Conexión de seguridad al centro de control





9 OBRA CIVIL

9.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se cumplirá lo especificado en los artículos 300, 320 y 330 del PG-3 en los puntos que sean afectados y por tanto aplique.

No será necesaria la realización de movimientos de tierra para la instalación de los seguidores o trackers, dado que estos disponen de una elevada tolerancia de instalación (regulación mediante la profundidad de hincado de las estructuras soporte). Solo en caso puntual de elevadas pendientes se realizará el movimiento de tierra necesario para permitir la instalación de los seguidores.

Se priorizará disponer los excedentes de tierra provenientes de excavaciones en las zonas de terreno donde sea necesario rellenarlas. En caso de generarse excedentes, estos se dispondrán en vertederos autorizados para ello por la autoridad competente. Aunque el terreno sea muy llano, se contemplarán las zanjas para cableado.

También se contemplará el movimiento de tierras necesario para la ubicación y construcción de las casetas de los inversores y las prefabricadas de los Centros de Transformación.

Se realizarán trabajos de segado de vegetación alta para facilitar los trabajos y prevención de incendios en la zona de instalación de los soportes de las estructuras de los paneles fotovoltaicos, afectando lo menos posible a la topografía.

El sentido de drenaje de la parcela será paralelo a los caminos. Será suficiente con que el desnivel del vial respecto al terreno colindante sea mayor a 15cm.

Para la ejecución de los caminos se retirará la capa de Nivel 0 del terreno, manto vegetal, con espesor entre 0,5m y 1,0m. Teniendo en cuenta que el desbroce inicial de la finca se retira una capa de 25cm, la profundidad media de vaciado de terreno para formación del camino será de 50cm.

9.2 DRENAJE

Se realizará un sistema de drenaje de recogida de escorrentía de las zonas colindantes mediante la ejecución de cunetas de guarda junto a los trazados de los caminos. Estas cunetas, se realizarán tanto en los caminos perimetrales, como en los caminos interiores transversales y tendrán unas dimensiones de 0,9 de ancho y 0,35 m de profundidad.

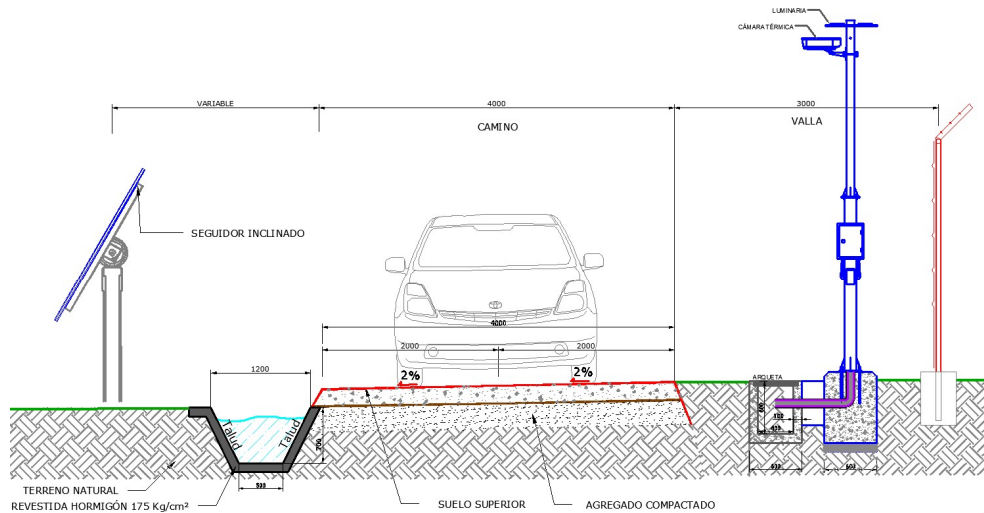
Se instalarán junto a todos los caminos en el lado que evite el paso de aguas a través de los caminos debido a las pendientes naturales del terreno, decir en la cota superior del perfil transversal del terreno a lo largo del eje del camino.

La evacuación de las aguas pluviales se realizará canalizándola fuera de la parcela conduciéndolas a los cauces o vaguadas naturales, evitando de este modo la afección de la hidráulica de la zona.



Esta solución se podrá revisar en la fase de construcción con el estudio detallado de hidrología y topografía completo, el cual determinará las características específicas de los sistemas de drenaje de acuerdo con la normativa y en función de elementos no recogidos en los estudios previos.

Figura 46.- Dimensiones del drenaje y del camino



9.3 ZANJAS

En la instalación fotovoltaica se harán distinción entre 3 tipos de zanjas:

- **Zanjas de BT:** Circuitos BT de Generación
- **Zanjas de MT:** Circuito MT y de Evacuación compartido con comunicaciones en FO de los sistemas de generación
- **Zanja de comunicaciones:** Circuito de comunicaciones F.O. perimetral para seguridad y videovigilancia

9.3.1 Excavación de zanjas

La excavación en zanjas y pozos cumplirá lo especificado en el artículo 321 del PG-3.

La excavación de las zanjas se realizará mediante medios mecánicos con retroexcavadora. En la medida que sea posible la retroexcavadora se posicionará sobre el eje de la zanja.

Deberá dejarse la superficie del fondo de la zanja limpia y firme, y escalonada si se requiere. Se elimina del fondo todos los materiales sueltos o flojos y se rellenan huecos y grietas. Se quitarán las rocas sueltas o disgregadas y todo material que se haya desprendido de los taludes.

En el caso de cruzamientos con líneas eléctricas, conducciones de agua, gas o cualquier otro tipo de elementos, habrá presente personal de ayuda a la excavación para evitar la rotura de los elementos de cruce. Al menor signo de



presencia de los elementos, se parará la excavación mecánica y se procederá a la excavación manual, siempre sin dañar los elementos de cruce.

En la excavación se tendrá en cuenta, en caso que fuera necesaria, la entibación de la zanja.

Se instalará una red de puesta a tierra para la instalación FV, la cual garantizará la seguridad para tensiones de Paso y Contacto así como de defectos a tierra.

La instalación de la malla de tierra estará compuesta por un cable de cobre desnudo directamente enterrado a lo largo de las canalizaciones existentes y a lo largo de la malla de tierra se instalaran picas o jabalinas.

9.4 ARQUETAS

Las arquetas serán prefabricadas de PVC, con drenaje para la evacuación de agua. Se ajustarán a las dimensiones y calidades dispuestas en el proyecto de ejecución, colocándose cámaras en cada cambio de dirección superior a 60°.

Por lo tanto, se utilizaran cámaras para los siguientes circuitos:

- Circuitos de Generación en BT
- Circuitos de Comunicación
- Circuitos de MT

El relleno se hará con tierra de préstamo o excedentes de excavación. La compactación del trasdós de la cámara se realizará en tongadas de 20 cm compactándose mediante bandeja vibrante, debiéndose alcanzar al menos el 95% del proctor normal.

La terminación de los conductos será con tubos a ras de pared interior de cámara y todas las bocas selladas con espuma de poliuretano.

9.5 VALLADO

Consistirá en la instalación perimetral a la parcela de implantación de la planta, de una valla de cerramiento para impedir el acceso no controlado a la misma de vehículos, peatones y animales.

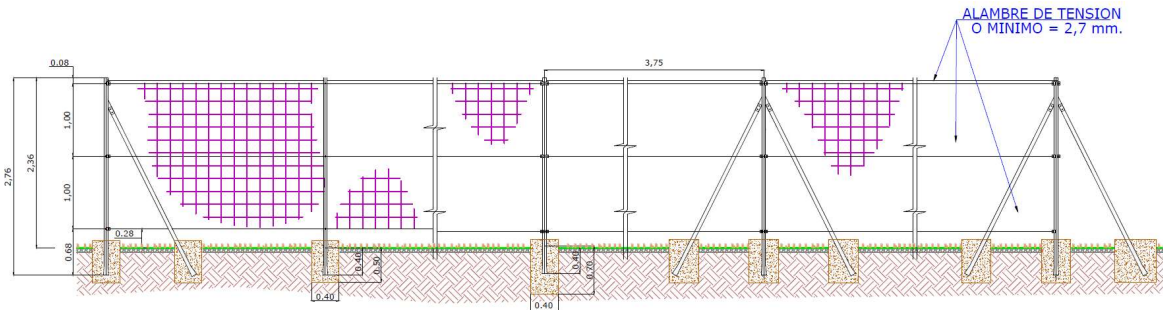
El vallado que se ejecutará con malla de simple torsión y tendrá las siguientes características:

- Malla cinética mallarte 200/14/30
- Altura desde el suelo: 2,36 m
- Nº alambres horizontales: 17
- Separación entre alambres verticales: 30 cms
- Diámetros de alambres:
 - Alambres superior e inferior: 2,50 mm
 - Resto de alambres: 1,90 mm



- Tipo de nudo: nudo bisagra
- Poste conformado acero galvanizado de 2,76 m.

Figura 47.- Vallado perimetral



La excavación para cimientos de postes se ejecutará a lo largo de la alineación de la valla, para los postes intermedios se ejecutarán a 2 m de distancia entre ejes de postes de centro, mientras que entre poste de centro y poste de tensión será de 3,75m.

Las dimensiones de la excavación de cimientos de postes será de un cilindro de dimensiones $\phi 45$ cm por 50 cm de profundidad para todo tipo de poste menos para el poste principal de centro que será de diámetro $\phi 57$ cm por 70 cm de altura. En aquellas zonas en que el terreno sea muy blando, se disminuirá la separación de los cimientos, a juicio del Director de la Obra. Las tierras procedentes de la excavación en cimientos se repartirán "in situ", debidamente nivelada o en su caso, se transportarán a vertedero.

El hormigón a utilizar en cimientos será del tipo HM-20

9.6 CAMINOS

9.6.1 Caminos interiores

Vial que se ejecuta en zonas perimetrales e interiores del parque. Sus características, que se basarán en las recomendaciones de la instrucción de carreteras Orden Circular 306/89 corregida en Noviembre de 1989 sobre calzadas de servicio y accesos a zonas de servicio y la Orden de 14 de mayo de 1990 por la que se aprueba la Instrucción de carreteras 5.2-1C «Drenaje superficial, son las siguientes:

- Ancho de calzada por un sentido: 4m
- Canto del compactado (todo-uno) sin aglomerantes: 20cm
- Inclinación de drenaje de calzada: 2,00 a 2,50% (sección en peralte)

Para la ejecución del firme se retirará la capa de Nivel 0 del terreno, manto vegetal, con espesor entre 0,5m y 1,0m. Teniendo en cuenta que el desbroce inicial de la finca se retira una capa de 25cm, la profundidad media de vaciado de terreno para formación del camino será de 50cm.



En el vaciado practicado se verterá material procedente de las excavaciones siempre que cumplan los límites de tolerabilidad marcados por el Director de Obra y con un índice de compactación del 100% del Proctor modificado. Se finaliza el vial con una capa de todo-uno de 20cm de espesor, inclinada hacia un lado en el sentido natural de la evacuación de aguas del terreno y con una cota de altura final de 15cm como mínimo del nivel del terreno colindante.

El drenaje se dimensiona para el caso más desfavorable, con el caudal:

$$Q(l/seg) = \frac{A \cdot L_m \cdot e}{3600}$$

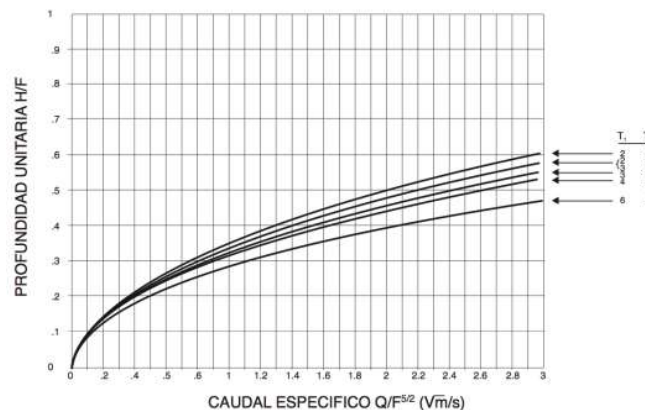
Donde:

- **A:** es el área de evacuación –plataforma más desfavorable-
- **Lm:** es el valor Máximo de Precipitaciones, en mm de agua en 1 m2, resultado de transpolar al período de 1h la máxima precipitación caída durante 5min en los últimos 20 años en la región.
- **e:** es el coeficiente de escorrentía, que tomaremos 0,8 (drenamos el 80% del agua que llueve)

Este diseño es suficiente para evacuar un valor de lluvias normales en la región.

Figura 48.- Diagrama Profundidad-caudal

CONDICIONES DE DESAGUE EN UNA CUNETETA TRAPEZIAL



9.7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La cimentación del centro de transformación se diseñará a través de la propuesta del fabricante de skid, Santerno (o similar), para la óptima ejecución y mantenimiento de sus equipos durante la operación de la planta. Esta solución comprende un cajón armado de 0,8 m de espesor sobre un hormigón pobre de 20cm de espesor.

La cimentación se ejecutará mediante encofrado y sobre la cota 0 del terreno, arropado mediante terreno compactado hasta las dimensiones definidas en planos.



Figura 49.- Vista 1. Ejecución Skid Santerno

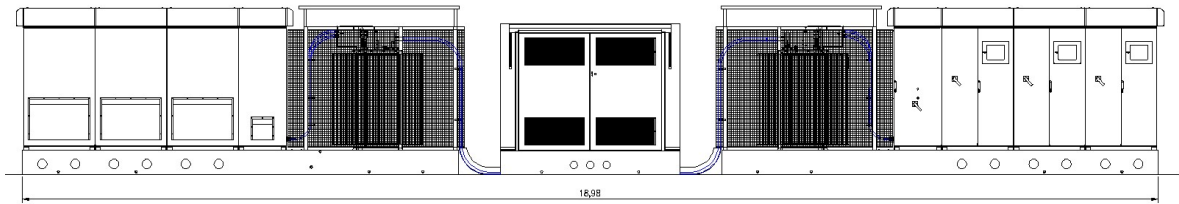
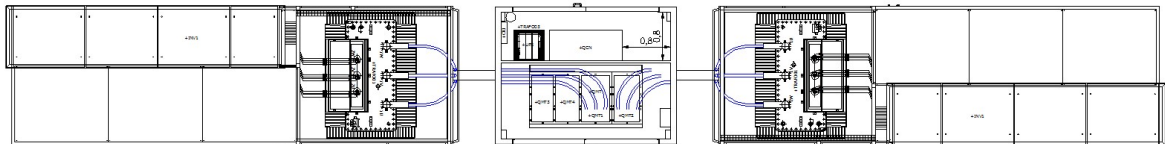


Figura 50.- Distribución en planta. Skid Santerno



Las entradas y salidas al Centro de Transformación de los circuitos de Baja y Media tensión, comunicaciones y puestas a tierra se ejecutarán mediante aperturas reservadas para tal fin sobre el cajón de cimentación.

Los circuitos de Baja Tensión llegan hasta el Centro de Transformación soterrados a través de zanja directamente enterrados, éstos se canalizarán desde la zanja correspondiente hasta la apertura del cajón de cimentación, de ahí se canalizarán hacia el interior del Centro de Transformación a través de trampillas reservadas en el skid para acceder al suelo técnico.

Los circuitos de media tensión y fibra óptica saldrán del skid a través de la parte central, donde están los equipos de comunicaciones y las celdas de media tensión. Se reservará también aperturas para tal efecto.

9.8 CIMENTACIONES DE ESTRUCTURA

Las Cimentaciones de la estructura del seguidor se realizará mediante hinca directa de perfiles tipo C o similar de acero galvanizado en el terreno.

Cuando no sea posible realizar la instalación de perfiles directamente hincados en el terreno y se recurrirá a la perforación del terreno como medida previa al hincado o bien se realizará un hormigonado si es necesario.



Figura 51.- Perfil hincado para estructura y actuador

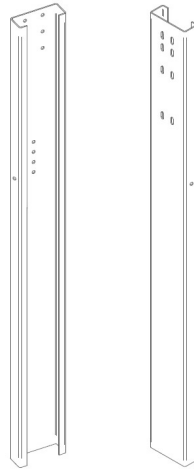
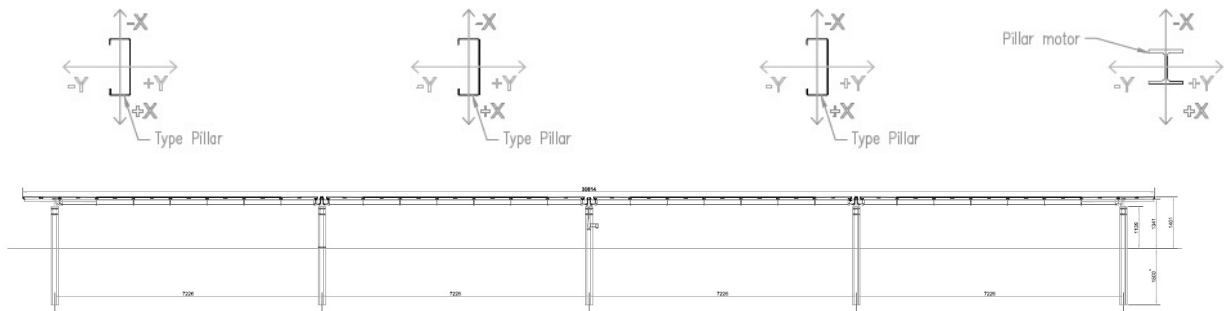


Figura 52.- Vista en planta y frontal de medio seguidor



10 EDIFICIO O&M

10.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El edificio de operación y mantenimiento (O&M) se construirá usando contenedores modulares para alcanzar unas características mínimas para el tamaño de la planta (<50 MWp). Los módulos a utilizar serán los que permitan tener las siguientes dependencias:

- Cocina. Debido al tamaño de la planta, ésta contará con un fregadero, una mesa, una silla, un frigorífico y un microondas, y estará preparado para tener una ocupación de cuatro personas, teniendo una altura máxima de 2,5 metros.
- Baño. Atendiendo a la potencia pico del presente proyecto, el baño deberá tener una superficie de 15 m², además de un banco y taquillas dobles. También debe incluir un vestuario y un baño para mujeres, teniendo todas las estancias una altura máxima de 2,5 metros.



- En cuanto al equipamiento de la sala, deberá incluir un lavabo, un inodoro y una ducha, además de una taquilla por persona que frecuentará el proyecto y un suministro de al menos 100 litros de agua potable fría o caliente.
- Área de almacenamiento de residuos. Esta área deberá localizarse fuera del edificio de O&M, con suficiente espacio para que pueda acceder un camión. Tendrá vallado todo su perímetro y estará dividido en compartimentos para separar los desperdicios domésticos, los desperdicios no peligrosos y los desperdicios peligrosos. Estas tres sub-áreas podrán ser cerradas. La superficie de esta área será de al menos 100 m².
- Almacén (Warehouse). Será diseñado siguiendo los estándares internacionales, cumpliendo con los reglamentos locales. Será un edificio modular con forma rectangular y altura de 7,5 metros. Tendrá una entrada para vehículos con dimensiones de 4x5 m y una entrada para personal de 1x2 m. Por último, tendrá una superficie de 200 m² y estará equipado con estanterías de pallet y con una máquina elevadora para transportar éstos. También se incluirá un espacio cerrado dentro del almacén para guardar los repuestos electrónicos que precisen una temperatura controlada.
- Sala de control y oficina. Se instalarán dos oficinas independientes, una para el personal del propietario y otra para el proveedor de servicio; cada una con capacidad para dos puestos de trabajo. Éstas salas tendrán iluminación y ventilación natural, además de aire acondicionado con una potencia adecuada al clima local.
- Sala de control del SCADA y sala de control de BT. En esta sala irán ubicados tanto los servidores del SCADA, como el SCADA del propio O&M y todo lo relacionado con el SCADA del proyecto. Además, existirá otra sala donde irá todo el equipamiento de BT.
- Aparcamiento. Existirá un aparcamiento de coches con capacidad de 3 vehículos.



10.2 INSTALACIONES

Figura 53.- Distribución de instalaciones Operación y Mantenimiento



Figura 54.- Edificio Principal Distribución en planta





Figura 55.- Edificio Principal Alzado distancias

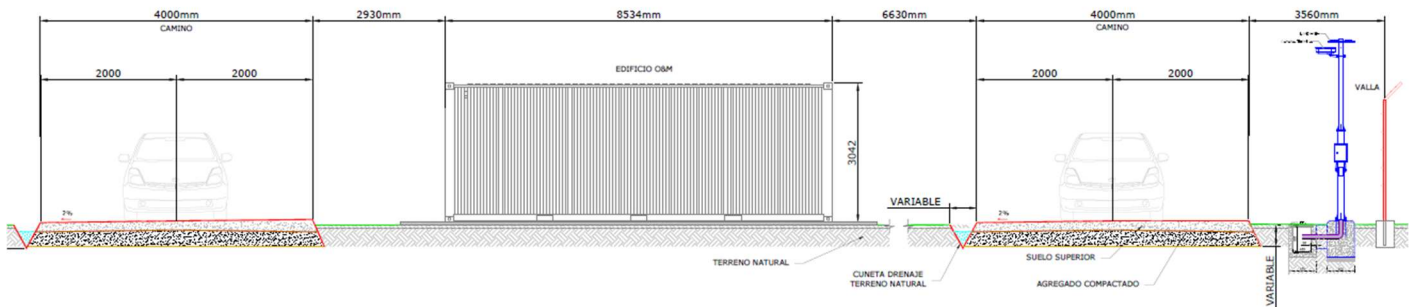
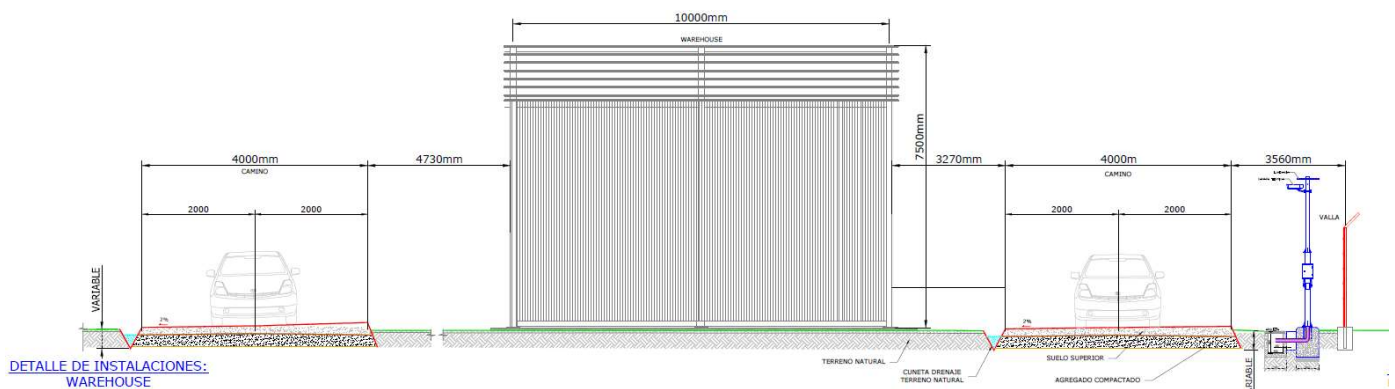
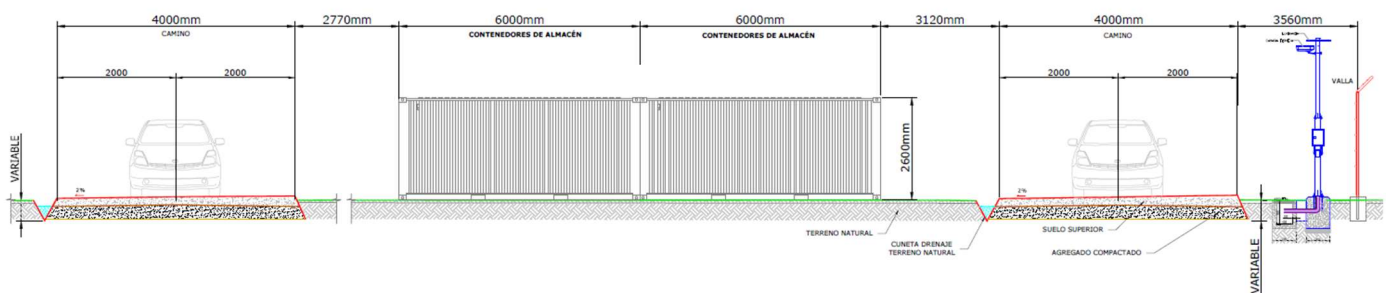


Figura 56.- Warehouse – Alzado distancias



DETALLE DE INSTALACIONES:
WAREHOUSE

Figura 57.- Contenedores tipo almacén – Alzado distancias



10.2.1 Fontanería y Saneamiento

Las tuberías del edificio estarán hechas de polietileno reticulado. Los accesorios de saneamiento estarán hechos de porcelana esmaltada.

10.2.2 Distribución

Si no hay conexión de agua desde la red pública, se debe instalar un dispositivo externo, con una conexión enterrada, con capacidad adecuada para el uso de la instalación. Este dispositivo incluirá un grupo de presión, que también tendrá su conexión enterrada. Se instalará una caja con una válvula de cierre en la conexión del edificio.



La instalación de la tubería se ejecutará a lo largo del techo de las habitaciones para derivaciones. Se incluirán diferentes instalaciones y una llave de paso para todos los cuartos húmedos y para cada pieza de equipos, contando con la instalación preparada para agua caliente sanitaria por un calentador eléctrico con capacidad suficiente para los usos establecidos.

10.2.3 Saneamiento

En caso de que no haya una red residencial externa, se diseñará una red separada para recoger el agua residual en un pozo o sumidero y el agua de lluvia se descargará en zanjas o drenaje lineal de la instalación solar.

La red de evacuación general horizontal será a través de un sistema separado enterrado en cada piso, evacuando toda la agua utilizada en el edificio por gravedad.

El agua residual del equipo se tratará con una trampa de sifón y una tubería de PVC.

Se instalará un tanque de almacenamiento de agua fecal con la capacidad adecuada para los usos establecidos y estará equipado con una alarma acústica de sedimentación.

10.2.4 Aire Acondicionado y Ventilación

El edificio estará equipado con un sistema de calefacción controlado por termostato en los baños, oficinas, salas de reuniones, sala de BT, cocina y almacén (área cerrada para almacenaje de repuestos electrónicos), que comprende una cantidad suficiente de electricidad para mantener una temperatura adecuada que permita a los operadores trabajar de acuerdo con las características de la sala a ser climatizada y las condiciones climáticas de la ubicación de la instalación.

Además, se debe proporcionar aire acondicionado con control por termostato en las oficinas, salas de reuniones, sala de BT, sala de control, sala SCADA, cocina y almacén (área cerrada para almacenaje de repuestos electrónicos), cuya potencia y características dependerá de las características de la sala a climatizar y las condiciones climáticas de la ubicación de la instalación.

Las salas de baja tensión y de generador deben tener una ventilación natural adecuada y, en el caso de este último, eliminación directa de gases de combustión. Las salidas de ventilación serán protegidas para que el paso de animales pequeños y la entrada de agua sea imposible.

10.2.5 Sistema de Seguridad Anti-intrusos

El edificio y el almacén deberán tener un sistema anti-intrusos compuesto de tres zonas anti-intrusión, que puede ser compartidas con el sistema anti-incendio, compuestas por contactos magnéticos en las puertas exteriores del edificio, detectores volumétricos dentro y una alarma externa.

10.2.6 Sistema de Protección contra Incendios

Existirá un sistema de protección contra incendios detallado a continuación.



10.2.6.1 Señalización de evacuación y métodos de protección

Todos los edificios diferentes tendrán señales de evacuación, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Las salidas de los recintos, pisos o edificios de uso común llevarán un letrero con la palabra "SALIDA".
- Éstas se ubicarán, siempre que sea posible, en los dinteles de la salida indicados o, si esto no es posible, lo más cerca posible, para que no haya confusión en la ubicación de la misma.
- La altura del borde inferior de los letreros deberá estar preferiblemente entre 2m y 2.50m de altura, pudiendo ésta ser alterada por razones justificadas.
- Los carteles se instalarán coherentemente con el número de ocupantes que se espera que estén en cada habitación.

Lo mismo se aplicará a los métodos de marcado de medidas de protección contra incendios manuales. Los letreros deben estar visibles, incluso en caso de fallo del suministro de iluminación normal, para un período de tiempo que cumpla con lo establecido en la normativa vigente en esta materia.

10.2.6.2 Extintores

Deben instalarse extintores de polvo ABC, con una eficiencia mínima de 21A-113B distribuidos a través de las áreas utilizables en el edificio y el almacén, cumpliendo con que la distancia desde cualquier punto del mismo al extintor más cercano debe ser inferior a 15 m.

En áreas de riesgo eléctrico, se instalarán extintores de CO₂ de 5 kg con una eficiencia mínima de 89-B.

Los extintores deberán estar ubicados de manera que sean fácilmente visibles y accesibles, estén ubicados cerca de los puntos donde existe la mayor posibilidad de que se inicie un incendio, cerca de salidas de emergencia y preferiblemente en montajes unidos a particiones verticales, de modo que la parte superior del extintor permanezca a un máximo de 1.70 metros sobre el suelo.

10.2.6.3 Detección del fuego y sistema de alarma

Se instalará un sistema de detección de incendios en todo el edificio y el almacén, que requerirá conectar el panel de detección a una centralita de alarmas de incendio.

El sistema debe incluir al menos los siguientes elementos:

- Centro de detección
- Detectores de humo ópticos.
- Detectores térmicos.
- Botones de alarma, interruptores de vidrio.



- Alarmas.
- Módulos de aislamiento, módulos de salida.
- Fuentes de energía auxiliares.

La cantidad de detectores dependerá del tipo de detector utilizado y de la geometría del local. Los detectores de humo ópticos se instalarán en todo el edificio y en el almacén. Los botones de alarma contra incendios estarán separados por no más de 25 metros a lo largo de un recorrido de evacuación. Se instalarán a una distancia de entre 1.2 y 1.5 metros del suelo, ubicándolos preferiblemente en el recinto y las salidas del edificio. Además, se usarán dispositivos de alarma acústica.

10.2.7 Instalación Eléctrica

Las características de la instalación eléctrica del edificio de O&M consistirán en:

10.2.7.1 Baja Tensión

Para permitir el funcionamiento del edificio de O&M y del almacén, la energía se recogerá directamente desde el panel de media tensión a través de la celda de Servicios Auxiliares.

Se proporcionará un generador con un sistema de conmutación automática como sistema de energía auxiliar.

10.2.7.2 Panel de servicios auxiliares

El panel de servicios auxiliares se ubicará en la sala de baja tensión y protección.

Tendrá dos paneles de red y generación con un sistema de conmutación automática.

Con el primero, se proporcionará energía a las siguientes instalaciones:

- Calefacción del transformador de alta tensión.
- Ventilación del transformador de alta tensión.
- Aire acondicionado del edificio y del almacén.
- Iluminación exterior y de fachada.
- Entradas de potencia y servicios no prioritarios.
- Sistema anti roedores.

Con el segundo, se proporcionará energía a las siguientes instalaciones:

- Rectificador de batería CC 125V.
- Regulador de transformador de alta tensión.
- Alimentación a todos los equipos de control.
- Energía a los paneles de comunicación.
- Alimentación a los sistemas de seguridad (Incendio e intrusos).



- Alimentación a los sistemas SCADA.
- Alimentación a la UPS.
- Luz interior.
- Consumo de energía y servicios prioritarios.

10.2.7.3 Ejecución de la instalación eléctrica

La instalación eléctrica se realizará dentro de conductos externos utilizando tubos de plástico. Se usarán cajas de derivación para albergar las conexiones entre los conductores y se ubicarán a 20 cm del techo.

Las salas técnicas deberán utilizar tuberías de PVC rígidas con montaje en superficie y las salidas y los mecanismos deben ser impermeables.

Los cuadros estarán equipados con un interruptor de circuito omnipolar automático, con uno para cada circuito. Cada interruptor debe tener un letrero que indique el circuito que está protegiendo. Estos se ubicarán en la sala de BT y debe incluir un armario de metal plastificado con una puerta.

Las salidas requeridas se instalarán, dependiendo de las necesidades del equipo en cada habitación. Los tomacorrientes deben ser del tipo "P + T". También habrá celdas 3P + T en el almacén y en el parque al aire libre.

10.2.7.4 Puesta a tierra

La conexión a tierra del edificio y el almacén se realizará a través de un circuito interno conectado a la red de puesta a tierra de la subestación, que emergerá al exterior a través de una caja resistiva.

Todos los equipos del edificio y el almacén y las masas de metal serán conectados a tierra a través de terminales de soldadura, abrazaderas y conexiones a tierra de aluminio-aluminio. Esto será una sección de cobre que medirá un mínimo de 50 mm² o equivalente de acuerdo con las regulaciones.

Los siguientes componentes deberán estar conectados a tierra:

- El chasis y los bastidores para los dispositivos de conmutación.
- El entorno de los armarios metálicos.
- Las puertas de metal a las habitaciones.
- Las estructuras metálicas y las barras de refuerzo en los edificios y almacenes.
- El metal ciego en los cables.
- Las tuberías de metal.

Una vez completado, el edificio será un área equipotencial; esto se logrará uniendo todo las barras de refuerzo incrustadas en el hormigón mediante soldadura eléctrica. Las puertas, las rejillas y las ventanas deben estar en contacto con la superficie equipotencial.



10.2.7.5 Iluminación

Los niveles de iluminación considerados para cada zona dependerán de los requisitos de uso y visuales establecidos y deben ser ajustados de acuerdo con los estándares locales:

- Rutas de circulación de uso común, 100 lux.
- Áreas de trabajo con requisitos visuales bajos, 200 lux.
- Áreas de trabajo con altos requisitos visuales, 500 lux.

Toda la iluminación en las áreas de trabajo debe ser provista por equipos de alta eficiencia, equipos fluorescentes en las habitaciones, oficinas, baños, almacenes y vapor de sodio en el exterior.

- Control de iluminación:

Las luces se controlarán utilizando interruptores de temporizador en zonas comunes, ya que esto evita las luces se dejan encendidas por largos periodos de tiempo cuando las habitaciones no están en uso.

Para la iluminación exterior, se usarán los relojes astronómicos o las células fotoeléctricas y la programación de luces.

- Eficiencia:

Todas las bombillas serán de alta eficiencia, incorporando reflectores de plata, o similares de alta reflectividad

10.2.7.6 Luces de emergencia

La iluminación de emergencia se debe configurar para que se encienda automáticamente cuando se produzca un fallo con la iluminación general y cuando la tensión de esta última cae al menos un 70% de su valor nominal.

La instalación de esta iluminación será fija y tendrá sus propias fuentes de energía. El suministro externo se utilizará para recargar las baterías de acumuladores o sistemas automáticos independientes.

Los niveles de iluminación establecidos se obtendrán considerando el factor de reflexión en las paredes y techos como nulos y sin valor.

En general, los requisitos indicados se verificarán dos veces para asegurar el cumplimiento total de las regulaciones locales e internacionales sobre el asunto.

- Iluminación de evacuación

Esta es la iluminación de emergencia proporcionada para garantizar el reconocimiento y el uso de las rutas de evacuación en caso de emergencia.

A lo largo de las rutas de evacuación, la iluminación de evacuación deberá proporcionar, en el centro de los pasillos, una iluminación mínima de 1 lux.



En los puntos donde se encuentra el equipo de prevención de incendios, estas luces deben ser accionadas manualmente, y en los paneles de distribución de iluminación la iluminación mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminación máxima y mínima en el centro de los pasillos principales estará por debajo de 40.

La iluminación de evacuación debe funcionar, cuando hay una falla con el suministro normal, al menos durante una hora proporcionando la iluminación descrita.

Los requisitos mínimos se verificarán dos veces de acuerdo con los requisitos locales y regulaciones internacionales sobre este asunto.

- Iluminación anti-pánico

Esta es la parte de la iluminación de seguridad provista para evitar cualquier riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiental adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación y detectar obstáculos.

La iluminación ambiental o anti-pánico debe proporcionar una iluminación horizontal con un mínimo de 0,5 lux a través del área en cuestión, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre esta iluminación máxima y mínima en toda el área deberá estar por debajo de 40.

La iluminación ambiental o anti-pánico debe funcionar, cuando hay un fallo con el suministro normal, durante al menos una hora para proporcionar la iluminación descrita.

- Iluminación en zonas de alto riesgo

Esta es la iluminación de evacuación provista para garantizar la seguridad de las personas involucradas en actividades potencialmente peligrosas o en puestos de trabajo con un ambiente peligroso. Esto facilita el cese de trabajo seguro para el operador y los otros ocupantes de la sala.

La iluminación en las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminación mínima de 15 lux o 10% de la iluminación normal.

La relación entre esta iluminación máxima y mínima en toda el área deberá estar por debajo de 10.

Avd. de la Constitución, 34 1º
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Calle Vicente Aleixandre,
Nº 1, Despacho 4
06800 Mérida, España
+36 955 265 260

Calle Melquiades Álvarez,
Nº 23,1º
28003 Madrid, España
+34 955 26

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57-1 322 99 14

WWW.INGENOSTRUM.COM



ingenostrum.

Executing your renewable vision





Executing your **renewable** vision

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA

SP.045.2.M.CA.F401– 1A
MEMORIA DE CÁLCULOS

FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ (ESPAÑA)



Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
00	14/01/20	Emisión Inicial	EGC	JMJ	JBM
01	18/02/20	Revisión de configuración	PRG	EGC	JBM

Sevilla, febrero de 2020

El Graduado en Ingeniería Eléctrica: Juan Luis Barandiarán Muriel
Cód. Num. 931-COGITI Cáceres

Firmado digitalmente por
BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q
Nombre de reconocimiento
(DN): c=ES,
serialNumber=IDCES-76026
631Q, givenName=JUAN
LUIS, sn=BARANDIARAN
MURIEL, cn=BARANDIARAN
MURIEL JUAN LUIS -
76026631Q

El Graduado en Ingeniería Eléctrica: Juan Luis Barandiarán Muriel
Cód. Num. 931-COGITI Cáceres

BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q
c=ES,
serialNumber=IDCES-7602
6631Q, givenName=JUAN
LUIS, sn=BARANDIARAN
MURIEL,
cn=BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q

el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)

Juan Luis Barandiarán Muriel

Nº de colegiado 931 -COGITI Cáceres



Contenido

1	CONDICIONANTES AMBIENTALES, FÍSICOS y QUÍMICOS.....	7
1.1	Medio Ambiente y Geografía	7
1.2	Precipitaciones	7
1.3	Condicionantes del Sistema Eléctrico	8
2	DIMENSIONADO CIRCUITOS DE STRINGS	9
2.1	Conductores de String	9
2.2	Dimensionado de Circuitos desde Caja Agrupación del Inversor hasta Inversor	12
3	CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA DE BT.....	15
4	INSTALACIONES DE MT	17
4.1	Tensiones del Sistema en MT	17
4.2	Intensidades del Sistema en MT	17
4.3	Cálculo de Cortocircuito	18
4.4	Cálculo de Caída de Tensión	22
4.5	Cálculo de Intensidad Máxima Admisible por el Conductor	23
5	PROTECCIONES	24
5.1	Protección en Centro de Transformación	24
5.2	Instalaciones de BT	25
6	TUBERÍA ELÉCTRICA	28
6.1	Cintas de señalización	29
7	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA AL ARRANQUE	29
7.1	Criterios de Cálculo	29
7.2	Cálculo de Bancada de Motor-Seguidor	30
8	CÁLCULO DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN	31
8.1	Datos de la Instalación	31
8.2	Datos del Conductor Seleccionado	33
8.3	Cálculos Eléctricos Justificativos	33
8.4	Resumen de Resultados	40
9	CONCLUSIONES.....	41



1 CONDICIONANTES AMBIENTALES, FÍSICOS Y QUÍMICOS

Los condicionantes ambientales que se deben considerar para el diseño, cálculo, justificación de equipos y sistemas de este proyecto son los relacionados a continuación.

1.1 MEDIO AMBIENTE Y GEOGRAFÍA

Las características del emplazamiento son:

- Altura: 542 m.s.n.m
- Temperatura: +4 a +40 °C
- Radiación UV: Muy alta

1.2 PRECIPITACIONES

La caracterización climática del área de estudio es importante para interpretar otros aspectos del medio físico como son la vegetación y los usos del suelo.

El estudio de impacto ambiental indica que Extremadura posee un clima marcadamente estacional de tipo mediterráneo, caracterizado por inviernos lluviosos más o menos fríos y veranos anticiclónicos, secos y calurosos. El ámbito de estudio se sitúa en el dominio climático mediterráneo con características continentales, las cuáles se acentúan hacia el interior peninsular.

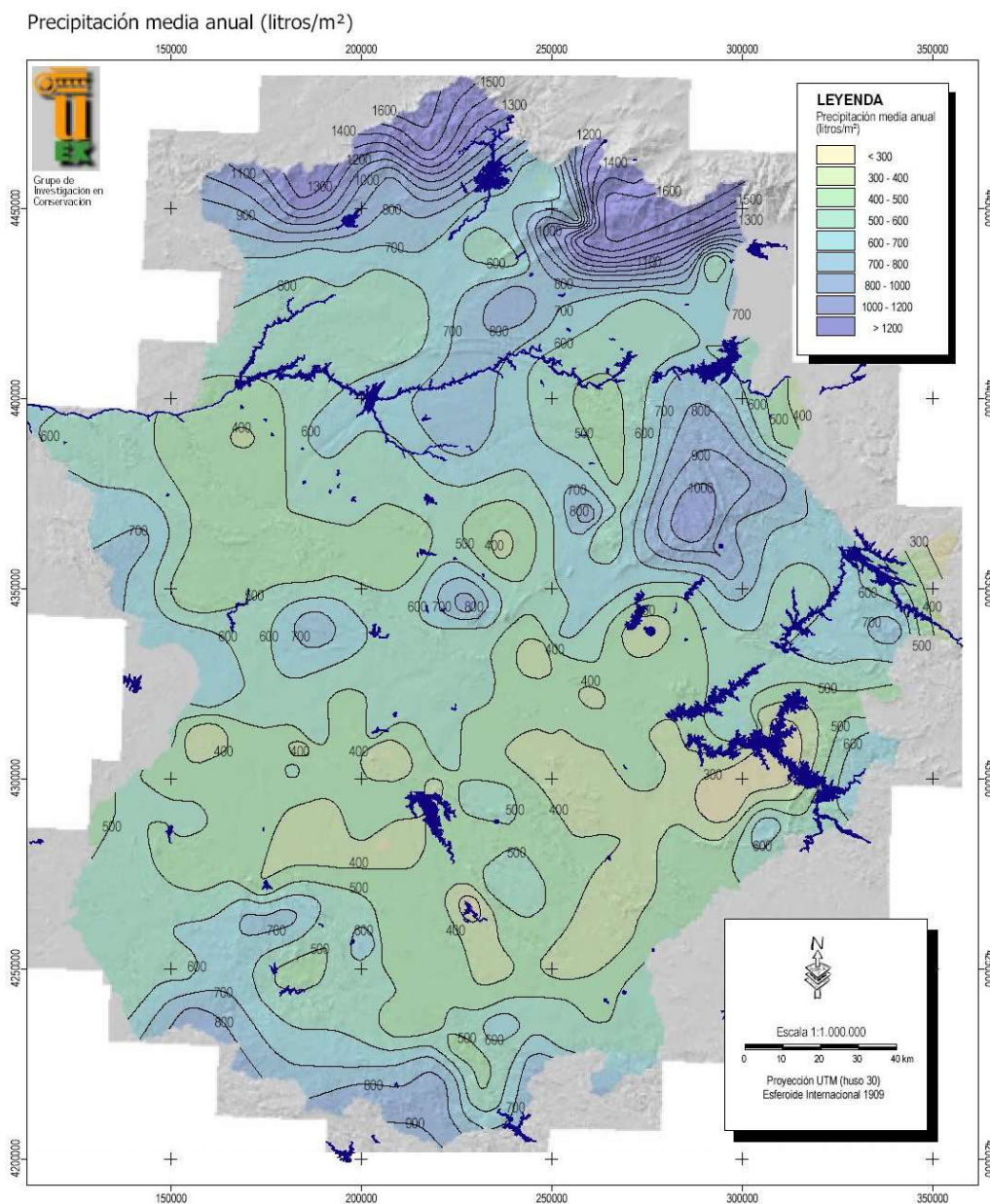
Se muestran en la página siguiente los gráficos de precipitaciones elaborados para la región por la Universidad de Extremadura a través del Grupo de Investigación en Conservación. En concreto, Precipitación media anual en litros por metro cuadrado (l/m²) y días (Ver Figura N.1)

Las características climáticas se corresponden con un clima marcadamente estacional, de tipo mediterráneo, caracterizado por inviernos lluviosos (más del 60% de la precipitación anual) y más o menos fríos, y veranos anticiclónicos, secos y calurosos.

En cuanto a las precipitaciones, las lluvias no son escasas, sin embargo, hay que señalar que son habituales los ciclos de sequía.



Figura 1.- Mapa de localización de precipitaciones medias anuales.
Fuente: Universidad de Extremadura.



1.3 CONDICIONANTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Las características del sistema eléctrico que condicionarán la justificación del cálculo del presente documento son los determinados en el lado de Baja Tensión y Corriente Continua de la instalación, así como el lado de Media Tensión y Corriente Alterna. Sus valores son los siguientes:

- Tensión nominal del sistema: 904-1500 V
- Tensión máxima: 1500 V_{CC}
- Tensión nominal AC: 30.000 V_{CA}



2 DIMENSIONADO CIRCUITOS DE STRINGS

Cada uno de los strings estará compuesto por 30 módulos conectados en serie, cada uno de los módulos empleado será el modelo JKM390M-72-V de Jinko Solar de 72 célula (6 x 12) o similar.

- Potencia: 390 Wp
- Tensión en el punto Pmax (VMPP): 41,1V
- Corriente en punto Pmax (IMPP): 9,49 A
- Tensión en circuito abierto (VOC): 49,3V
- Corriente de cortocircuito (ISC): 10,12 A
- Tensión máxima del sistema (VDC): 1.500 V
- Eficiencia del módulo (η): 19,67%

Por lo tanto, la conexión de 30 módulos supone unas características eléctricas del string en STC de:

- Potencia, P_{max} : 11.700 Wp
- Intensidad a potencia máxima, I_{mp} : 9,49 A
- Tensión a potencia máxima, V_{mp} : 1.233 V
- Intensidad de cortocircuito, I_{cc} : 10,12 A
- Tensión a circuito abierto, V_{oc} : 1.479 V

2.1 CONDUCTORES DE STRING

Los conductores empleados en los circuitos de string han de cumplir tanto el criterio de corrientes máximas admisibles como el de caída de tensión:

Corriente máximas admisibles:

La corriente máxima de uso normal de los circuitos viene fijada por la temperatura máxima admisible del aislamiento del cable.

Para instalaciones de generación de energía en Baja Tensión en corriente continua se realizarán en cada caso para corrientes de circuitos maximizadas un 25%. Todas las intensidades para el cálculo se asignarán como:

$$I_{\text{CÁLCULO}} = I_{\text{DISEÑO}} \cdot 1.25$$

Todos los conductores seleccionados deberán tener una intensidad máxima admisible de al menos la $I_{\text{CÁLCULO}}$.

Caída de tensión:

La caída de tensión máxima admisible para el circuito de Baja Tensión de Corriente continua será de:

- CDT máxima en BT y CC: 2% en el total de todos los circuitos de BT en CC desde el string hasta el inversor.



$$\Delta U = 2 \cdot I \cdot \rho \left(\Omega \cdot \frac{mm^2}{m} \right) \cdot \frac{L(m)}{U_N(V) \cdot S(mm^2)} 100\%$$

Donde:

- ρ : es la resistividad del cobre
- L: es la longitud del circuito en metros
- S: es la sección total de una fase en mm².
- U_N : es la tensión nominal en condiciones STC a Pmax

Se ha de cumplir que $\Delta U < 2\%$.

Los conductores empleados para la interconexión de string serán del tipo ZZ-F en Cobre Estañado flexible de clase 5 de 6 mm² de sección, específicos para el uso en fotovoltaica e intemperie, el cual tiene las siguientes características:

- Sección: 6 mm²
- Conductor: Cobre Estañado
- Aislamiento: Elastómero termoestable libre de halógenos
- Cubierta exterior: Elastómero termoestable libre de halógenos
- Intensidad máxima: 70 A instalado al aire

Todos los cables utilizados en los strings tendrán un nivel de aislamiento de 1,8kV en CC. Se tienen dos tipos de cajas de Strings, de 24 strings y de 21 strings.



Para las cajas de 24 strings, se ha calculado la caída de tensión de una caja tipo del parque, obteniendo una caída de tensión máxima de 0,759%.

Figura 2.- Cálculos para cajas de 24 strings

STRINGS				INSTALACIÓN					c.d.t.					
String	Nº mód PV en serie	Potencia (Wp)	I Cálculo (A) (x1,25/FC)	Sección (mm2)	Longitud total (m)	I Máx(A)	Temperatura max. cable (°C)	Temp. Cable (°C)	DV (V)	DV(%)	DV (%) Acumulada	Tensión (V) Disponible	Pérdidas (W)	
1	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	149 m	70 A	90	40,9	8,812	0,715%	0,715%		388,65	
2	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	134 m	70 A	90	40,9	7,880	0,639%	0,639%		347,54	
3	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	119 m	70 A	90	40,9	6,994	0,567%	0,567%		308,49	
4	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	102 m	70 A	90	40,9	5,991	0,486%	0,486%		264,23	
5	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	87 m	70 A	90	40,9	5,106	0,414%	0,414%		225,18	
6	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	72 m	70 A	90	40,9	4,220	0,342%	0,342%		186,13	
7	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	159 m	70 A	90	40,9	9,355	0,759%	0,759%		412,62	
8	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	144 m	70 A	90	40,9	8,470	0,687%	0,687%		373,57	
9	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	128 m	70 A	90	40,9	7,526	0,610%	0,610%		331,92	
10	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	112 m	70 A	90	40,9	6,581	0,534%	0,534%		290,26	
11	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	96 m	70 A	90	40,9	5,637	0,457%	0,457%		248,61	
12	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	81 m	70 A	90	40,9	4,751	0,385%	0,385%		209,56	
13	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	64 m	70 A	90	40,9	3,748	0,304%	0,304%		165,31	
14	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	49 m	70 A	90	40,9	2,863	0,232%	0,232%		126,26	
15	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	33 m	70 A	90	40,9	1,918	0,156%	0,156%		84,61	
16	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	142 m	70 A	90	40,9	8,352	0,677%	0,677%		368,36	
17	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	126 m	70 A	90	40,9	7,408	0,601%	0,601%		326,71	
18	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	111 m	70 A	90	40,9	6,522	0,529%	0,529%		287,66	
19	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	94 m	70 A	90	40,9	5,519	0,448%	0,448%		243,40	
20	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	79 m	70 A	90	40,9	4,633	0,376%	0,376%		204,36	
21	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	63 m	70 A	90	40,9	3,689	0,299%	0,299%		162,70	
22	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	47 m	70 A	90	40,9	2,745	0,223%	0,223%		121,05	
23	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	31 m	70 A	90	40,9	1,800	0,146%	0,146%		79,40	
24	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	16 m	70 A	90	40,9	0,915	0,074%	0,074%		40,35	
TOTAL		280.800 Wp	694,39 A						9,355		0,759%	1223,645	5796,93	2,064%

Para las cajas de 21 strings, se ha calculado la caída de tensión de una caja tipo del parque, obteniendo una caída de tensión máxima de 0,720%.

Figura 3.- Cálculos para cajas de 21 strings

STRINGS				INSTALACIÓN					c.d.t.					
String	Nº mód PV en serie	Potencia (Wp)	I Cálculo (A) (x1,25/FC)	Sección (mm2)	Longitud total (m)	I Máx(A)	Temperatura max. cable (°C)	Temp. Cable (°C)	DV (V)	DV(%)	DV (%) Acumulada	Tensión (V) Disponible	Pérdidas (W)	
1	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	142 m	70 A	90	40,9	8,352	0,677%	0,677%		368,36	
2	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	126 m	70 A	90	40,9	7,408	0,601%	0,601%		326,71	
3	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	111 m	70 A	90	40,9	6,522	0,529%	0,529%		287,66	
4	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	94 m	70 A	90	40,9	5,519	0,448%	0,448%		243,40	
5	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	79 m	70 A	90	40,9	4,633	0,376%	0,376%		204,36	
6	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	63 m	70 A	90	40,9	3,689	0,299%	0,299%		162,70	
7	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	47 m	70 A	90	40,9	2,745	0,223%	0,223%		121,05	
8	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	31 m	70 A	90	40,9	1,800	0,146%	0,146%		79,40	
9	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	64 m	70 A	90	40,9	3,748	0,304%	0,304%		165,31	
10	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	48 m	70 A	90	40,9	2,804	0,227%	0,227%		123,65	
11	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	33 m	70 A	90	40,9	1,918	0,156%	0,156%		84,61	
12	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	151 m	70 A	90	40,9	8,883	0,720%	0,720%		391,79	
13	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	135 m	70 A	90	40,9	7,939	0,644%	0,644%		350,14	
14	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	120 m	70 A	90	40,9	7,053	0,572%	0,572%		311,09	
15	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	103 m	70 A	90	40,9	6,050	0,491%	0,491%		266,83	
16	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	88 m	70 A	90	40,9	5,165	0,419%	0,419%		227,79	
17	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	72 m	70 A	90	40,9	4,220	0,342%	0,342%		186,13	
18	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	56 m	70 A	90	40,9	3,276	0,266%	0,266%		144,48	
19	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	41 m	70 A	90	40,9	2,390	0,194%	0,194%		105,43	
20	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	33 m	70 A	90	40,9	1,918	0,156%	0,156%		84,61	
21	30	11.700 Wp	28,93 A	6 mm2	16 m	70 A	90	40,9	0,915	0,074%	0,074%		40,35	
TOTAL		245.700 Wp	607,59 A						8,883		0,720%	1224,117	4275,86	1,740%



2.2 DIMENSIONADO DE CIRCUITOS DESDE CAJA AGRUPACIÓN DEL INVERSOR HASTA INVERSOR

Los conductores empleados en los circuitos desde la caja de agrupación del inversor hasta el propio inversor han de cumplir tanto el criterio de corrientes máximas admisibles como el de caída de tensión:

Corrientes máximas admisibles:

La corriente máxima de uso normal de los circuitos viene fijada por la temperatura máxima admisible del aislamiento del cable.

Para instalaciones de generación de energía en Baja Tensión en corriente continua se realizarán en cada caso para corrientes de circuitos maximizadas un 25%. Todas las intensidades para el cálculo se asignarán como:

$$I_{\text{CÁLCULO}} = I_{\text{DISEÑO}} \cdot 1.25$$

Todos los conductores seleccionados deberán tener una intensidad máxima admisible de al menos la $I_{\text{CÁLCULO}}$.

Caída de tensión:

La caída de tensión máxima admisible para el circuito de Baja Tensión de Corriente continua será de:

- CDT máxima en BT y CC: 2% en el total de todos los circuitos de BT en CC desde el string hasta el inversor.

$$\Delta U = 2 \cdot I \cdot \rho \left(\Omega \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \right) \cdot \frac{L(\text{m})}{U_N(\text{V}) \cdot S(\text{mm}^2)} 100\%$$

Donde:

- ρ : es la resistividad del cobre
- L: es la longitud del circuito en metros
- S: es la sección total de una fase en mm^2 .
- U_N : es la tensión nominal en STC a Pmax

Se ha de cumplir que $\Delta U < 2\%$.

Los conductores empleados para la interconexión de string serán del tipo RV-K o similar, en Aluminio de 500 mm^2 de sección, instalados en zanja enterrada:

- Sección: 500 mm^2
- Conductor: Aluminio
- Aislamiento: Elastómero termoestable libre de halógenos
- Cubierta exterior: Elastómero termoestable libre de halógenos
- Intensidad máxima: 515 A enterrado



Todos los cables utilizados en la conexión desde la caja de agrupación de inversor hasta la conexión del propio inversor tendrán un nivel de aislamiento de 0,6/1kV AC – 1,8 kV CC.

Para los cálculos de caída de tensión y del cumplimiento de la intensidad máxima admisible, se ha estudiado una agrupación tipo de cada configuración de los inversores, obteniendo los siguientes resultados:

Para los inversores que agrupan 92 seguidores, se ha obtenido una caída de tensión máxima del 0,577%, proveniente de una caja de 24 strings, por lo que la caída de tensión acumulada máxima es de 1,335%.

Figura 4.- Cálculos para agrupación de 92 seguidores

CAJA COMBINADORA INVERSOR 1												c.d.t.	
CUADRO	Nº strings en CN1	Potencia (Wp) Caja String	Intensidad (A)	I Cálculo (A) (x 1,25/FC)	Sección (mm2)	Longitud total (m)	I Máx(A)	DV (V)	DV(%)	DV (%) Acumulada	Tensión (V) Disponible	Pérdidas (W)	
CN1.01	24	280800	227,76	451,90	500	188 m	515	5,064	0,414%	1,173%	1218,58	2270,08	
CN1.02	24	280800	227,76	451,90	500	262 m	515	7,057	0,577%	1,335%	1216,59	3163,63	
CN1.03	24	280800	227,76	451,90	500	91 m	515	2,451	0,200%	0,959%	1221,19	1098,82	
CN1.04	24	280800	227,76	451,90	500	51 m	515	1,374	0,112%	0,871%	1222,27	615,82	
CN1.05	24	280800	227,76	451,90	500	46 m	515	1,239	0,101%	0,860%	1222,41	555,45	
CN1.06	24	280800	227,76	451,90	500	72 m	515	1,939	0,158%	0,917%	1221,71	869,39	
CN1.07	24	280800	227,76	451,90	500	98 m	515	2,640	0,216%	0,974%	1221,01	1183,34	
CN1.08	24	280800	227,76	355,88	500	132 m	515	3,555	0,291%	1,049%	1220,09	988,46	
CN1.09	21	245700	199,29	311,39	500	168 m	515	3,910	0,319%	1,040%	1220,21	951,27	
CN1.10	21	245700	199,29	311,39	500	142 m	515	3,305	0,270%	0,990%	1220,81	804,05	
CN1.11	21	245700	199,29	395,42	500	91 m	515	2,118	0,173%	0,893%	1222,00	830,87	
CN1.12	21	245700	199,29	395,42	500	240 m	515	5,586	0,456%	1,177%	1218,53	2191,32	
		3229200	2619,24	4932,822917						1,335%		15522,50	0,48%

Para los inversores que agrupan 93 seguidores, se ha obtenido una caída de tensión máxima del 1,072%, proveniente de una caja de 24 strings, por lo que la caída de tensión acumulada máxima es de 1,831%.

Figura 5.- Cálculos para agrupación de 93 seguidores

CAJA COMBINADORA INVERSOR 2												c.d.t.	
CUADRO	Nº strings en CN2	Potencia (Wp) Caja String	Intensidad (A)	I Cálculo (A) (x 1,25/FC)	Sección (mm2)	Longitud total (m)	I Máx(A)	DV (V)	DV(%)	DV (%) Acumulada	Tensión (V) Disponible	Pérdidas (W)	
CN2.01	24	280800	227,76	482,54	500	602 m	515	7,786	0,636%	1,395%	1215,86	3980,03	
CN2.02	24	280800	227,76	482,54	500	460 m	515	12,390	1,013%	1,771%	1211,26	6333,14	
CN2.03	24	280800	227,76	482,54	500	317 m	515	8,538	0,698%	1,456%	1215,11	4364,36	
CN2.04	24	280800	227,76	482,54	500	487 m	515	13,117	1,072%	1,831%	1210,53	6704,86	
CN2.05	24	280800	227,76	482,54	500	405 m	515	10,908	0,891%	1,650%	1212,74	5575,91	
CN2.06	24	280800	227,76	482,54	500	642 m	515	8,303	0,679%	1,437%	1215,34	4244,48	
CN2.07	24	280800	227,76	482,54	500	696 m	515	9,002	0,736%	1,494%	1214,64	4601,49	
CN2.08	24	280800	227,76	482,54	500	129 m	515	3,474	0,284%	1,043%	1220,17	1776,03	
CN2.09	24	280800	227,76	482,54	500	155 m	515	4,175	0,341%	1,100%	1219,47	2133,99	
CN2.10	21	245700	199,29	422,22	500	195 m	515	4,539	0,371%	1,091%	1219,58	2030,04	
CN2.11	21	245700	199,29	422,22	500	269 m	515	6,261	0,511%	1,232%	1217,86	2800,42	
CN2.12	21	245700	199,29	422,22	500	115 m	515	2,677	0,219%	0,939%	1221,44	1197,21	
		3264300	2647,71	5609,555085						1,831%		45741,96	1,40%



Para los inversores que agrupan 94 seguidores, se ha obtenido una caída de tensión máxima del 0,665%, proveniente de una caja de 24 strings, por lo que la caída de tensión acumulada máxima es de 1,423%.

Figura 6.- Cálculos para agrupación de 94 seguidores

CAJA COMBINADORA INVERSOR 3												c.d.t.	
CUADRO	Nº strings en CN3	Potencia (Wp) Caja String	Intensidad (A)	I Cálculo (A) (x 1,25/FC)	Sección (mm2)	Longitud total (m)	I Máx(A)	DV (V)	DV(%)	DV (%) Acumulada	Tensión (V) Disponible	Pérdidas (W)	
CN3.01	24	280800	227,76	482,54	500	271 m	515	7,299	0,597%	1,355%	1216,35	3731,04	
CN3.02	24	280800	227,76	482,54	500	216 m	515	5,818	0,475%	1,234%	1217,83	2973,82	
CN3.03	24	280800	227,76	482,54	500	35 m	515	0,943	0,077%	0,836%	1222,70	481,87	
CN3.04	24	280800	227,76	482,54	500	48 m	515	1,293	0,106%	0,864%	1222,35	660,85	
CN3.05	24	280800	227,76	482,54	500	126 m	515	3,394	0,277%	1,036%	1220,25	1734,73	
CN3.06	24	280800	227,76	482,54	500	204 m	515	5,494	0,449%	1,208%	1218,15	2808,61	
CN3.07	24	280800	227,76	482,54	500	269 m	515	7,245	0,592%	1,351%	1216,40	3703,51	
CN3.08	24	280800	227,76	482,54	500	294 m	515	7,919	0,647%	1,406%	1215,73	4047,70	
CN3.09	24	280800	227,76	482,54	500	236 m	515	6,356	0,519%	1,278%	1217,29	3249,17	
CN3.10	24	280800	227,76	482,54	500	302 m	515	8,134	0,665%	1,423%	1215,51	4157,84	
CN3.11	21	245700	199,29	422,22	500	87 m	515	2,025	0,165%	0,886%	1222,09	905,71	
CN3.12	21	245700	199,29	422,22	500	113 m	515	2,630	0,215%	0,935%	1221,49	1176,38	
		3299400	2676,18	5669,872881						1,423%		29631,24	0,90%

Para los inversores que agrupan 95 seguidores, se ha obtenido una caída de tensión máxima del 0,964% proveniente de una caja de 24 strings, por lo que la caída de tensión acumulada máxima es de 1,723%.

Figura 7.- Cálculos para agrupación de 95 seguidores

CAJA COMBINADORA INVERSOR 4												c.d.t.	
CUADRO	Nº strings en CN4	Potencia (Wp) Caja String	Intensidad (A)	I Cálculo (A) (x 1,25/FC)	Sección (mm2)	Longitud total (m)	I Máx(A)	DV (V)	DV(%)	DV (%) Acumulada	Tensión (V) Disponible	Pérdidas (W)	
CN4.01	24	280800	227,76	284,70	500	220 m	515	5,925	0,484%	1,243%	1217,72	1054,36	
CN4.02	24	280800	227,76	482,54	500	184 m	515	4,956	0,405%	1,164%	1218,69	2533,25	
CN4.03	24	280800	227,76	482,54	500	395 m	515	10,639	0,869%	1,628%	1213,01	5438,24	
CN4.04	24	280800	227,76	482,54	500	205 m	515	5,521	0,451%	1,210%	1218,12	2822,38	
CN4.05	24	280800	227,76	482,54	500	319 m	515	8,592	0,702%	1,461%	1215,05	4391,89	
CN4.06	24	280800	227,76	482,54	500	129 m	515	3,474	0,284%	1,043%	1220,17	1776,03	
CN4.07	24	280800	227,76	482,54	500	63 m	515	1,697	0,139%	0,897%	1221,95	867,36	
CN4.08	24	280800	227,76	482,54	500	43 m	515	1,158	0,095%	0,853%	1222,49	592,01	
CN4.09	24	280800	227,76	482,54	500	438 m	515	11,797	0,964%	1,723%	1211,85	6030,25	
CN4.10	24	280800	227,76	482,54	500	130 m	515	3,501	0,286%	1,045%	1220,14	1789,80	
CN4.11	24	280800	227,76	482,54	500	131 m	515	3,528	0,288%	1,047%	1220,12	1803,57	
CN4.12	21	245700	199,29	422,22	500	296 m	515	6,890	0,563%	1,283%	1217,23	3081,50	
		3334500	2704,65	5532,348305						1,723%		32180,64	0,97%



Para los inversores que agrupan 96 seguidores, se ha obtenido una caída de tensión máxima del 0,660%, proveniente de una caja de 24 strings, por lo que la caída de tensión acumulada máxima es de 1,419%.

Figura 8.- Cálculos para agrupación de 96 seguidores

CAJA COMBINADORA INVERSOR 5											c.d.t.		
CUADRO	Nº strings en CN5	Potencia (Wp) Caja String	Intensidad (A)	I Cálculo (A) (x 1,25/FC)	Sección (mm2)	Longitud total (m)	I Máx(A)	DV (V)	DV(%)	DV (%) Acumulada	Tensión (V) Disponible	Pérdidas (W)	
CN5.01	24	280800	227,76	316,33	500	185 m	515	4,983	0,407%	1,166%	1218,66	1094,59	
CN5.02	24	280800	227,76	316,33	500	208 m	515	5,602	0,458%	1,217%	1218,04	1230,67	
CN5.03	24	280800	227,76	482,54	500	210 m	515	5,656	0,462%	1,221%	1217,99	2891,21	
CN5.04	24	280800	227,76	482,54	500	64 m	515	1,724	0,141%	0,900%	1221,92	881,13	
CN5.05	24	280800	227,76	482,54	500	89 m	515	2,397	0,196%	0,955%	1221,25	1225,32	
CN5.06	24	280800	227,76	482,54	500	93 m	515	2,505	0,205%	0,963%	1221,14	1280,39	
CN5.07	24	280800	227,76	482,54	500	225 m	515	6,060	0,495%	1,254%	1217,58	3097,73	
CN5.08	24	280800	227,76	482,54	500	300 m	515	8,080	0,660%	1,419%	1215,56	4130,31	
CN5.09	24	280800	227,76	482,54	500	196 m	515	5,279	0,431%	1,190%	1218,37	2698,47	
CN5.10	24	280800	227,76	482,54	500	116 m	515	3,124	0,255%	1,014%	1220,52	1597,05	
CN5.11	24	280800	227,76	482,54	500	144 m	515	3,878	0,317%	1,076%	1219,77	1982,55	
CN5.12	24	280800	227,76	482,54	500	171 m	515	4,606	0,376%	1,135%	1219,04	2354,27	
		3369600	2733,12	5458,090395						1,419%		24463,70	0,73%

Para los inversores que agrupan 97 seguidores, se ha obtenido una caída de tensión máxima del 1,079%, proveniente de una caja de 24 strings, por lo que la caída de tensión acumulada máxima es de 1,837%.

Figura 9.- Cálculos para agrupación de 97 seguidores

CAJA COMBINADORA INVERSOR 7											c.d.t.		
CUADRO	Nº strings en CN7	Potencia (Wp) Caja String	Intensidad (A)	I Cálculo (A) (x 1,25/FC)	Sección (mm2)	Longitud total (m)	I Máx(A)	DV (V)	DV(%)	DV (%) Acumulada	Tensión (V) Disponible	Pérdidas (W)	
CN7.01	24	280800	227,76	284,70	500	458 m	515	12,336	1,008%	1,767%	1211,31	2194,98	
CN7.02	24	280800	227,76	482,54	500	490 m	515	13,198	1,079%	1,837%	1210,45	6746,17	
CN7.03	24	280800	227,76	482,54	500	426 m	515	11,474	0,938%	1,696%	1212,17	5865,03	
CN7.04	24	280800	227,76	482,54	500	409 m	515	11,016	0,900%	1,659%	1212,63	5630,98	
CN7.05	24	280800	227,76	482,54	500	314 m	515	8,457	0,691%	1,450%	1215,19	4323,05	
CN7.06	24	280800	227,76	482,54	500	440 m	515	11,851	0,968%	1,727%	1211,79	6057,78	
CN7.07	21	245700	199,29	422,22	500	407 m	515	9,473	0,774%	1,494%	1214,64	4237,07	
CN7.08	21	245700	199,29	422,22	500	436 m	515	10,148	0,829%	1,549%	1213,97	4538,97	
CN7.09	21	245700	199,29	422,22	500	239 m	515	5,563	0,454%	1,175%	1218,55	2488,11	
CN7.10	21	245700	199,29	422,22	500	78 m	515	1,815	0,148%	0,869%	1222,30	812,02	
CN7.11	21	245700	199,29	422,22	500	105 m	515	2,444	0,200%	0,920%	1221,67	1093,10	
CN7.12	21	245700	199,29	422,22	500	131 m	515	3,049	0,249%	0,970%	1221,07	1363,77	
CN7.13	21	245700	199,29	422,22	500	7 m	515	0,163	0,013%	0,734%	1223,95	72,87	
		3404700	2761,59	5652,983898						1,837%		45423,91	1,33%

3 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA DE BT.

El esquema de tierra a utilizar será:

- Aislado de Tierra para la Instalación de CC
- Esquema TT para instalación de CA de SSAA, esquema propuesto por la compañía distribuidora.



Sistema de picas de Acero Galvanizado con superficie por electrolisis de cobre de 14mm de diámetro y 2m de longitud hincada en fondo de calicatas de canalizaciones con $h > 0,80\text{m}$, conectada a una toma de tierra en la caja de registro de tierras para medición y mantenimiento mediante conductor 0,6/1kV, RV-K de 16 mm^2 de sección. Se llevará a los CBT de Servicios Auxiliares.

Este elemento de puesta a tierra tiene un valor total:

$$R = \frac{\rho}{2 \pi L} \ln \frac{h(2a+L)}{a(2h+L)} + \frac{\rho}{2 \pi (L+h)} \ln \frac{2h+L}{h}$$

Donde:

- L es la longitud de la pica en metros
- h es la profundidad de enterramiento de la cabeza de la pica.
- a es el radio de la pica en metros
- ρ es la resistividad del terreno.

La resistividad es del tipo: Margas y Arcillas compactas de forma generalizada.

- ITC-BT-18: Punto 9. Tabla 3: 100-200 Ohm·m

Se considera este valor previo a ejecución del proyecto como válido para alcanzar el nivel de seguridad exigido de forma reglamentaria.

En el caso más desfavorable:

$$R = \frac{\rho}{2 \pi L} \ln \frac{h(2a+L)}{a(2h+L)} + \frac{\rho}{2 \pi (L+h)} \ln \frac{2h+L}{h}$$

$$R = \frac{200}{2 \pi 2} \ln \frac{0,8(2 \times 0,007 + 2)}{0,007(2 \times 0,8 + 2)} + \frac{200}{2 \pi (2 + 0,8)} \ln \frac{2 \times 0,8 + 2}{0,8} = 69,77 \Omega$$

$$V_{ci} = I_{d,ci} \times R = 0,300 \times 69,77 = 20,91 \text{ V} < 24 \text{ V} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Donde:

- V_{ci} es la tensión de contacto indirecto máxima

El sistema de puesta a tierra se completará mediante un anillo de cobre desnudo electrolítico de $1 \times 95\text{mm}^2$ de sección uniendo a todas las picas, que se ejecutarán en cada cuadro de BT dispuestas lo suficientemente separadas como para influenciar los efectos de unas sobre otras.

Además, todas las masas estarán conectadas a la malla de tierra con objeto de conseguir la equipotencialidad.



4 INSTALACIONES DE MT

4.1 TENSIONES DEL SISTEMA EN MT

Las tensiones de uso nominal U_L de la instalación serán:

- Red de Media Tensión: 30.000 V, 50Hz Trifásico, Sin Neutro

4.2 INTENSIDADES DEL SISTEMA EN MT

Para este apartado consideraremos, una tensión de suministro de 30 kV y las siguientes demandas por Centro de transformación:

Tabla 2- Demanda de cada Centro de Transformación

Skid	Ardila Demanda Inversor	Demanda Skid
Skid 1	3.033 kVA	6.066 kVA
	3.033 kVA	
Skid 2	3.033 kVA	6.066 kVA
	3.033 kVA	
Skid 3	3.033 kVA	6.066 kVA
	3.033 kVA	
Skid 4	3.033 kVA	6.066 kVA
	3.033 kVA	
Skid 5	3.033 kVA	3.033 kVA
Skid 6	3.033 kVA	6.066 kVA
	3.033 kVA	
Skid 7	3.033 kVA	6.066 kVA
	3.033 kVA	
Skid 8	3.033 kVA	6.066 kVA
	3.033 kVA	

Podemos ver en la siguiente tabla la potencia total de cada una de las tres líneas de MT del parque Fotovoltaico, así como las longitudes existentes entre cada uno de los CTs y a la SET.

Para calcular la intensidad nominal del sistema aplicaremos la siguiente formula:

$$I_{MT} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_L}$$

Donde:

- I_{MT} es la intensidad instalada en A
- S es la potencia aparente del transformador en kVA



- U_L es la tensión de línea o Tensión compuesta en kV

La intensidad máxima demandada de nuestra instalación (calculada en potencia instalada de transformadores). En este caso es de:

- Línea 1: $I_{MT} = \frac{18.198}{\sqrt{3} \cdot 30} = 350,221 \text{ A}$
- Línea 2: $I_{MT} = \frac{15.165}{\sqrt{3} \cdot 30} = 291,851 \text{ A}$
- Línea 3: $I_{MT} = \frac{12.132}{\sqrt{3} \cdot 30} = 233,480 \text{ A}$

Estas intensidades serán sobredimensionadas un 25%, obteniendo las siguientes intensidades de cálculo:

- Línea 1: $I_{MT} = 350,221 \cdot 1,25 = 437,776 \text{ A}$
- Línea 2: $I_{MT} = 291,851 \cdot 1,25 = 364,814 \text{ A}$
- Línea 3: $I_{MT} = 233,480 \cdot 1,25 = 291,851 \text{ A}$

Tabla 3- Datos generales de las tres líneas de MT

Línea 1														
Desde CT N°	Hasta CT N°	Potencia (kVA)	Potencia total (kVA)	Longitud total (m)	Ternas por circuito	Sección (mm2)	Corriente máxima admisible conductor (A)	Corriente máxima admisible conductor corregida (A)	Corriente de cálculo calculada por cable	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)	Caída Tensión Acumulada (Δ%)	Pérdidas Joule (kW)	Pérdidas Joule (%)
CT-1	CT-2	6.066 kVA	6.066 kVA	1.827 m	2	630 mm2	580 A	527,8 A	72,96264 A	20,223 V	0,0674%	0,4948%	2,601 kW	0,043%
CT-2	CT-3	6.066 kVA	12.132 kVA	686 m	2	630 mm2	580 A	527,8 A	145,92528 A	15,209 V	0,0507%	0,4274%	3,941 kW	0,032%
CT-3	CS	6.066 kVA	18.198 kVA	3.390 m	2	630 mm2	580 A	385,294 A	218,88792 A	113,006 V	0,3767%	0,3767%	44,443 kW	0,244%
												0,4948%	50,985 kW	0,280%
Línea 2														
Desde CT N°	Hasta CT N°	Potencia (kVA)	Potencia total (kVA)	Longitud total (m)	Ternas por circuito	Sección (mm2)	Corriente máxima admisible conductor (A)	Corriente máxima admisible conductor corregida (A)	Corriente calculada por cable	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)	Caída Tensión Acumulada (Δ%)	Pérdidas Joule (kW)	Pérdidas Joule (%)
CT-4	CT-5	6.066 kVA	6.066 kVA	338 m	1	240 mm2	345 A	260,5785 A	145,92528 A	11,478 V	0,0383%	0,4930%	2,602 kW	0,043%
CT-5	CT-6	3.033 kVA	9.099 kVA	1.549 m	1	400 mm2	445 A	336,1085 A	218,88792 A	61,658 V	0,2055%	0,4547%	16,275 kW	0,179%
CT-6	CS	6.066 kVA	15.165 kVA	1.335 m	1	630 mm2	580 A	385,294 A	364,8132 A	74,756 V	0,2492%	0,2492%	25,402 kW	0,168%
												0,4930%	44,278 kW	0,292%
Línea 3														
Desde CT N°	Hasta CT N°	Potencia (kVA)	Potencia total (kVA)	Longitud total (m)	Ternas por circuito	Sección (mm2)	Corriente máxima admisible conductor (A)	Corriente máxima admisible conductor corregida (A)	Corriente calculada por cable	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)	Caída Tensión Acumulada (Δ%)	Pérdidas Joule (kW)	Pérdidas Joule (%)
CT-7	CT-8	6.066 kVA	6.066 kVA	691 m	1	240 mm2	345 A	229,1835 A	145,92528 A	23,466 V	0,0782%	0,1040%	5,319 kW	0,088%
CT-8	CS	6.066 kVA	12.132 kVA	144 m	1	400 mm2	445 A	295,6135 A	291,85056 A	7,721 V	0,0257%	0,0257%	2,778 kW	0,023%
												0,1040%	8,097 kW	0,067%
TOTAL												0,4948%	103,360 kW	0,227%

4.3 CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO

En este apartado estudiaremos la falta que dará lugar a las corrientes más altas en el parque de 30 kV, que tendremos que considerar para el dimensionamiento tanto de las barras como de los conductores de media tensión.

Puesto que toda la generación que confluye en el centro de seccionamiento del parque fotovoltaico Ardila proviene de plantas fotovoltaicas, será el cortocircuito trifásico proveniente de la subestación elevadora Beturia, donde evacuará la



energía generada en el parque, la que dé lugar a las mayores corrientes debido al aporte de potencia por parte de la red de 132 KV.

Para el cálculo del cortocircuito habrá que tener presente tanto la SET Beturia 30/132 kV, como la SE Colectora-Elevadora Apicio 132/400 kV. Se considerará el punto de conexión Brovales 400 KV como un nudo de potencia infinita:

- Un (1) Autotransformador 400/ 132 kV, 400 MVA, $Z_{cc}= 14 \%$ (en base 350 MVA)
- Un (1) Transformador: 132/ 30 kV, 49 MVA, $Z_{cc}= 12\%$ (en base 49 MVA)

4.3.1 Cortocircuito trifásico en SET 132/30 kV

Base (potencia trafo Apicio)	400	MVA
Potencia trafo Beturia	49	MVA
U1 (AT Apicio)	400000	V
U2 (BT Apicio-AT Beturia)	132000	V
U3 (BT Ardila-BT Beturia)	30000	v
Scc 400 KV	∞	GVA
Zs	0,0000	pu
Zcc TR Apicio (@ Sbase)	0,14	pu
Zcc TR Beturia (@ Sbase)	0.98	pu
Ztotal	1,120	pu
Ib(132 KV)	1749,5	A
Ib(30 KV)	7698,0	A
Icc (132 KV)*	12497	A
Icc (30 KV) **	6876	A

4.3.2 Cortocircuito trifásico en el lado de 30 kV

La corriente máxima en una falta trifásica en el lado de 30 kV será 6.876 A en el centro de seccionamiento.

4.3.3 Comprobación cortocircuito máximo admisible en conductores

El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que tarda en alcanzar la temperatura límite admisible por los conductores. Para los cortocircuitos de una duración como máximo igual a cinco segundos, el tiempo necesario para que una corriente de cortocircuito eleve la temperatura de los conductores al límite admisible en servicio normal al valor límite según IEC 60724:2000, por la fórmula:



$$I_{AD} = \frac{K \cdot s}{\sqrt{t}} \cdot \sqrt{\ln \left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right)}$$

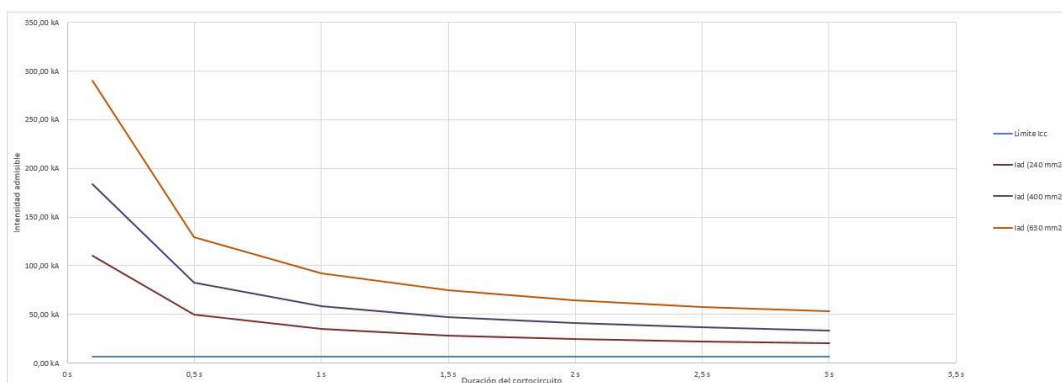
Dónde:

- I_{cc} Intensidad de cortocircuito adiabático en el punto de evaluación (A)
- K Factor que depende de la sección del cable y de la característica aislante del cable. Representa la densidad de corriente en cortocircuito para un inicio desde $T^a = 90^\circ\text{C}$ hasta T^a_{MAX} cortocircuito, según IEC 60724:2000
 - Para Aluminio: $K = 148 \left(\frac{A \cdot s^{1/2}}{mm^2} \right)$
 - Para cobre: $K = 226 \left(\frac{A \cdot s^{1/2}}{mm^2} \right)$
- θ_f Temperatura final de calentamiento del conductor, asumiendo 250°C
- θ_i Temperatura inicial del conductor, asumiendo 90°C (máxima carga)
- β Inversa del coeficiente de variación de resistencia con temperatura
 - Para Aluminio: 228
 - Para cobre: 234,5
- t Tiempo de duración del cortocircuito en segundos (s).
- s Sección del conductor (mm^2)

Los conductores que se emplearán para la interconexión en MT serán del tipo RZH-1 en Aluminio rígido clase 2 de 240, 400 y 630 mm^2 de sección con las siguientes características:

- Sección: 240, 400 y 630 mm^2
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta exterior: Poliolefina termoplástica libre de halógenos

Figura 10.- Curvas $I_{m\acute{a}x}$ admisible-Tiempo duración según sección del cable



Mediante regulación de las protecciones en el interruptor de cabecera situado en el punto de conexión en la barra de la instalación, se garantizará que la duración del cortocircuito nunca supere el valor de 0,1 seg.



4.3.4 Comprobación cortocircuito máximo admisible en pantalla conductores

El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito en la pantalla del conductor que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que tarda en alcanzar la temperatura límite admisible por los conductores.

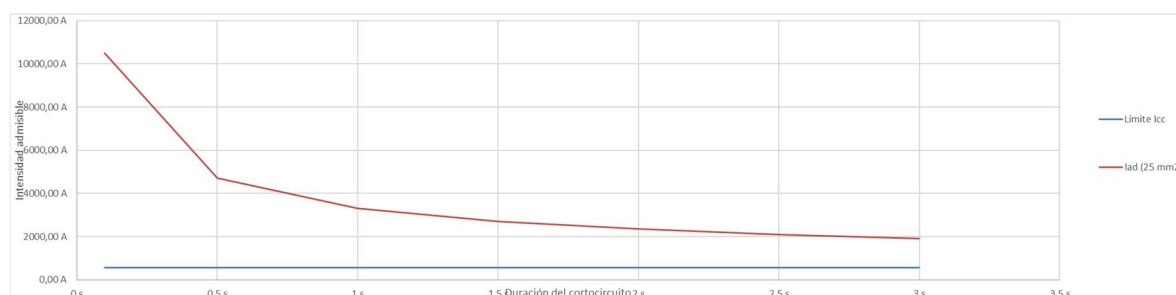
Para los cortocircuitos de una duración como máximo igual a cinco segundos, el tiempo necesario para que una corriente de cortocircuito eleve la temperatura de los conductores al límite admisible en servicio normal al valor límite según IEC 60724:2000, por la fórmula:

$$I_{AD} = \frac{K \cdot s}{\sqrt{t}} \cdot \sqrt{\ln \left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right)}$$

Dónde:

- I_{cc} Intensidad de cortocircuito adiabático en el punto de evaluación (A)
- K Factor que depende de la sección del cable y de la característica aislante del cable. Representa la densidad de corriente en cortocircuito para un inicio desde $T^a = 80^\circ\text{C}$ en la pantalla del conductor hasta $T^a\text{MAX}$ cortocircuito, según IEC 60724:2000
 - Para Aluminio: $K = 148 \left(\frac{\text{A} \cdot \text{s}^{1/2}}{\text{mm}^2} \right)$
 - Para cobre: $K = 226 \left(\frac{\text{A} \cdot \text{s}^{1/2}}{\text{mm}^2} \right)$
- θ_f Temperatura final de calentamiento del conductor, asumiendo 210°C para la pantalla del conductor
- θ_i Temperatura inicial de la pantalla del conductor, asumiendo 80°C (máxima carga)
- β Inversa del coeficiente de variación de resistencia con temperatura
 - Para Aluminio: 228
 - Para cobre: 234,5
- t Tiempo de duración del cortocircuito en segundos (s).
- s Sección del conductor (mm^2)

Figura 11.- Curvas $I_{\text{máx}}$ admisible-Tiempo duración, según sección de la pantalla





Mediante regulación de las protecciones en el interruptor de cabecera situado en el punto de conexión en la barra de la instalación, se garantizará que la duración del cortocircuito nunca supere el valor de 0,1 seg.

4.4 CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión máxima admisible para el circuito de MT:

- 0,5% C.d.t. máxima.

4.4.1 Cálculo de la caída de tensión

Se justificará según el siguiente procedimiento:

$$\Delta U_n = k \cdot l \cdot I_n \cdot (R_L + jX_L)$$

Donde:

- ΔU_n Caída de tensión permitida para un consumo de intensidad nominal.
- R_L Resistencia del conductor por unidad de longitud en Ω/km
- X_L Reactancia del conductor por unidad de longitud en Ω/km .
- l Longitud del circuito en m.
- k factor del número de fases del circuito (monofase=2 ; trifase =1,73)
- I_n Intensidad nominal demandada por las cargas del circuito.

4.4.2 Comprobación de cumplimiento de c.d.t.

Para cualquier punto del circuito se verificará:

$$\frac{\Delta U_n}{U_n} (\%) \leq 0,5\%$$



En nuestro caso, las 3 líneas presentan las siguientes caídas de tensión:

Tabla 4.- Datos ΔU_n líneas MT

Línea 1														
Desde CT N°	Hasta CT N°	Potencia (kVA)	Potencia total (kVA)	Longitud total (m)	Ternas por circuito	Sección (mm ²)	Corriente máxima admisible conductor (A)	Corriente máxima admisible conductor corregida (A)	Corriente de cálculo calculada por cable	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)	Caída Tensión Acumulada (Δ%)	Pérdidas Joule (kW)	Pérdidas Joule (%)
CT-1	CT-2	6.066 kVA	6.066 kVA	1.827 m	2	630 mm ²	580 A	527,8 A	72,96264 A	20,223 V	0,0674%	0,4948%	2,601 kW	0,043%
CT-2	CT-3	6.066 kVA	12.132 kVA	686 m	2	630 mm ²	580 A	527,8 A	145,92528 A	15,209 V	0,0507%	0,4274%	3,941 kW	0,032%
CT-3	CS	6.066 kVA	18.198 kVA	3.390 m	2	630 mm ²	580 A	385,294 A	218,88792 A	113,006 V	0,3767%	0,3767%	44,443 kW	0,244%
												0,4948%	50,985 kW	0,280%

Línea 2														
Desde CT N°	Hasta CT N°	Potencia (kVA)	Potencia total (kVA)	Longitud total (m)	Ternas por circuito	Sección (mm ²)	Corriente máxima admisible conductor (A)	Corriente máxima admisible conductor corregida (A)	Corriente de cálculo calculada por cable	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)	Caída Tensión Acumulada (Δ%)	Pérdidas Joule (kW)	Pérdidas Joule (%)
CT-4	CT-5	6.066 kVA	6.066 kVA	338 m	1	240 mm ²	345 A	260,5785 A	145,92528 A	11,478 V	0,0383%	0,4930%	2,602 kW	0,043%
CT-5	CT-6	3.033 kVA	9.099 kVA	1.549 m	1	400 mm ²	445 A	336,1085 A	218,88792 A	61,658 V	0,2055%	0,4547%	16,275 kW	0,179%
CT-6	CS	6.066 kVA	15.165 kVA	1.335 m	1	630 mm ²	580 A	385,294 A	364,8132 A	74,756 V	0,2492%	0,2492%	25,402 kW	0,168%
												0,4930%	44,278 kW	0,292%

Línea 3														
Desde CT N°	Hasta CT N°	Potencia (kVA)	Potencia total (kVA)	Longitud total (m)	Ternas por circuito	Sección (mm ²)	Corriente máxima admisible conductor (A)	Corriente máxima admisible conductor corregida (A)	Corriente de cálculo calculada por cable	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)	Caída Tensión Acumulada (Δ%)	Pérdidas Joule (kW)	Pérdidas Joule (%)
CT-7	CT-8	6.066 kVA	6.066 kVA	691 m	1	240 mm ²	345 A	229,1835 A	145,92528 A	23,466 V	0,0782%	0,1040%	5,319 kW	0,088%
CT-8	CS	6.066 kVA	12.132 kVA	144 m	1	400 mm ²	445 A	295,6135 A	291,85056 A	7,721 V	0,0257%	0,0257%	2,778 kW	0,023%
												0,1040%	8,097 kW	0,067%

TOTAL	0,4948%	103,360 kW	0,227%
-------	---------	------------	--------

Por lo que comprobamos que la máxima caída de tensión en MT se produce en la línea 1, y es de 0,4948%, menor al 0,5% máximo.

4.5 CÁLCULO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE POR EL CONDUCTOR

Para el cálculo de la corriente máxima admisible del conductor se realizará un estudio de corriente según norma UNE 21144-1-3, obteniéndose los siguientes resultados:



Tabla 5.- Datos Iadm según LÍNEAS MT

Línea 1											
Desde CT N°	Hasta CT N°	Potencia (kVA)	Potencia total (kVA)	Longitud total (m)	Ternas por circuito	Sección (mm2)	Corriente máxima admisible conductor (A)	Corriente máxima admisible conductor corregida (A)	Corriente de cálculo calculada por cable	Max. Temp Cable	Temperatura conductor (°C)
CT-1	CT-2	6.066 kVA	6.066 kVA	1.827 m	2	630 mm2	580 A	527,8 A	72,96264 A	90 °C	20,70896225 °C
CT-2	CT-3	6.066 kVA	12.132 kVA	686 m	2	630 mm2	580 A	527,8 A	145,92528 A	90 °C	22,83584899 °C
CT-3	CS	6.066 kVA	18.198 kVA	3.390 m	2	630 mm2	580 A	385,294 A	218,88792 A	90 °C	26,38066023 °C

Línea 2											
Desde CT N°	Hasta CT N°	Potencia (kVA)	Potencia total (kVA)	Longitud total (m)	Ternas por circuito	Sección (mm2)	Corriente máxima admisible conductor (A)	Corriente máxima admisible conductor corregida (A)	Corriente calculada por cable	Max. Temp Cable	Temperatura conductor (°C)
CT-4	CT-5	6.066 kVA	6.066 kVA	338 m	1	240 mm2	345 A	260,5785 A	145,92528 A	90 °C	28,01495148 °C
CT-5	CT-6	3.033 kVA	9.099 kVA	1.549 m	1	400 mm2	445 A	336,1085 A	218,88792 A	90 °C	30,83930867 °C
CT-6	CS	6.066 kVA	15.165 kVA	1.335 m	1	630 mm2	580 A	385,294 A	364,8132 A	90 °C	37,72405618 °C

Línea 3											
Desde CT N°	Hasta CT N°	Potencia (kVA)	Potencia total (kVA)	Longitud total (m)	Ternas por circuito	Sección (mm2)	Corriente máxima admisible conductor (A)	Corriente máxima admisible conductor corregida (A)	Corriente calculada por cable	Max. Temp Cable	Temperatura conductor (°C)
CT-7	CT-8	6.066 kVA	6.066 kVA	691 m	1	240 mm2	345 A	229,1835 A	145,92528 A	90 °C	28,01495148 °C
CT-8	CS	6.066 kVA	12.132 kVA	144 m	1	400 mm2	445 A	295,6135 A	291,85056 A	90 °C	39,26988209 °C

5 PROTECCIONES

El conductor de MT se protegerá en la celda compacta del centro de transformación en el punto de evacuación mediante un interruptor automático y relés.

5.1 PROTECCIÓN EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.1.1 Alimentación al CT

La alimentación de MT al CT será directa, sin protección (Celda Remonte). La entrada a las barras del CT será directa, sin elementos de maniobra. Para conseguir corte efectivo, se utilizará el interruptor seccionador del CT contiguo que se encuentra aguas arriba.



Figura 12.- Celda de entrada MT



5.1.2 Transformadores MT/BT

Los Transformadores MT/BT de los CT, se proyectarán con interruptores automáticos+ relés.

El poder de cierre nominal en cortocircuito es igual a 2,5 veces el valor eficaz de la componente periódica de su poder de corte nominal en cortocircuito.

Características principales:

- | | |
|---|-------|
| • Tensión nominal | 30 kV |
| • Intensidad nominal en servicios continuo | 630 A |
| • Poder de corte nominal en cortocircuito | 16 kA |
| • Poder de corte nominal de cables en vacío | 50 kA |
| • Valor de cresta de la tensión transitoria de restablecimiento | 62 kV |

5.2 INSTALACIONES DE BT

5.2.1 Diseño de las protecciones primarias (Cajas de nivel I)

Los 1.424 seguidores o 4.272 strings totales que componen la planta, presentan diferentes posibilidades en cuanto a su agrupación en cajas de nivel I, o cajas de strings.

Con objeto de repartir los strings entre las cajas de primer nivel de forma equitativa y que al mismo tiempo su construcción física sea lo menos laboriosa posible, se decide crear dos tipos de agrupaciones de strings en cajas de primer nivel. Existiendo por cada inversor:

- Cajas de strings o "cajas de primer nivel" de 24 strings
- Cajas de strings o "cajas de primer nivel" de 21 strings

Los CT estarán alimentados por:



Tabla 6.- Reparto strings por CT

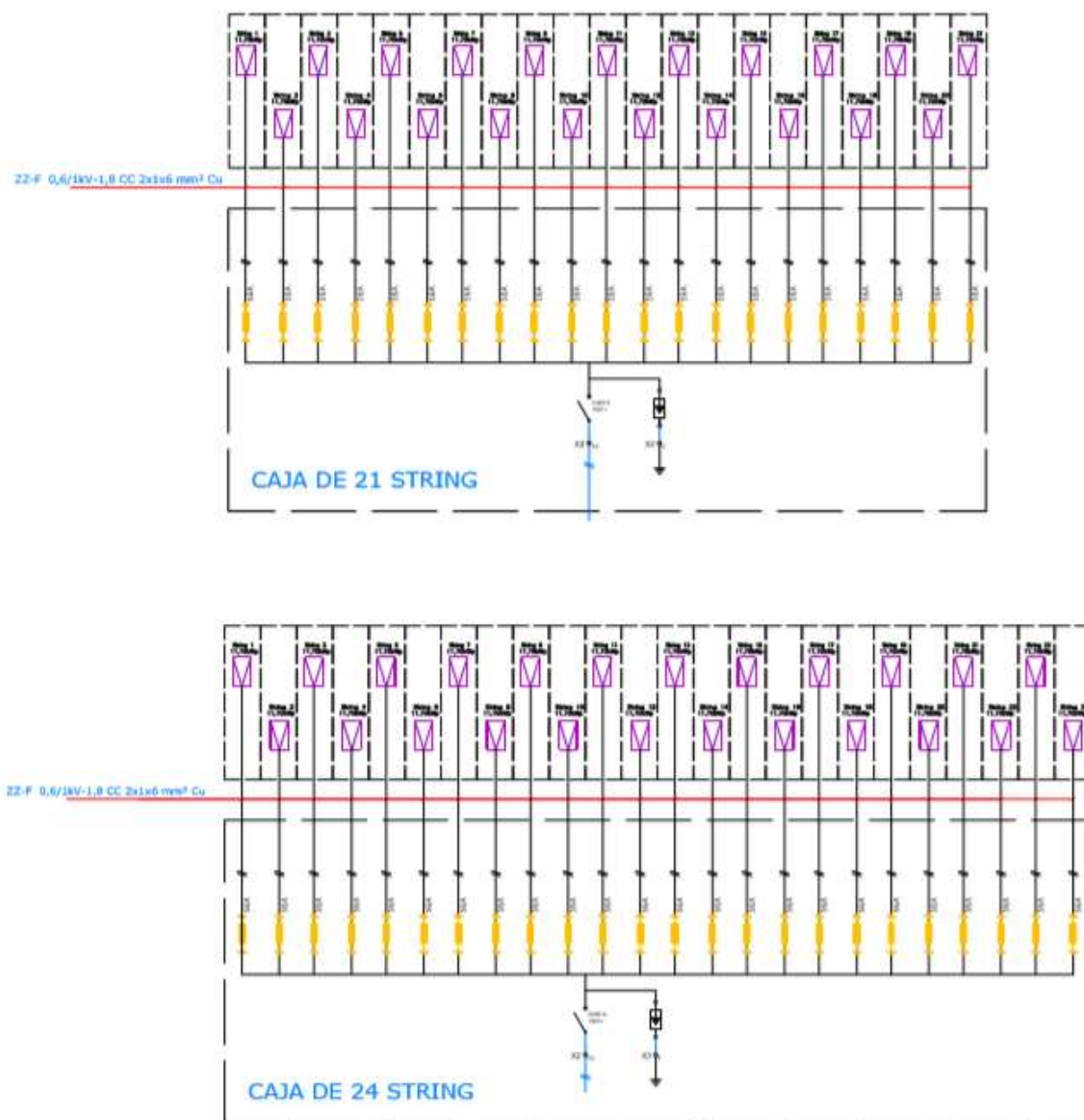
ARDILA										
Skid	Inversores	Seguidores	Strings	Total seg/grupo	Módulos	Pot Pico	Potencia nominal	Cuadros 24	Cuadros 21	Total Cuadros
Skid 1	Inversor 1	92	276	184	8280	3229,20 kWp	3.033,00 kWn	8	4	12
	Inversor 2	92	276		8280	3229,20 kWp	3.033,00 kWn	8	4	12
Skid 2	Inversor 3	95	285	190	8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
	Inversor 4	95	285		8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
Skid 3	Inversor 5	94	282	189	8460	3299,40 kWp	3.033,00 kWn	10	2	12
	Inversor 6	95	285		8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
Skid 4	Inversor 7	94	282	189	8460	3299,40 kWp	3.033,00 kWn	10	2	12
	Inversor 8	95	285		8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
Skid 5	Inversor 9	93	279	93	8370	3264,30 kWp	3.033,00 kWn	9	3	12
Skid 6	Inversor 10	96	288	193	8640	3369,60 kWp	3.033,00 kWn	12	0	12
	Inversor 11	97	291		8730	3404,70 kWp	3.033,00 kWn	6	7	13
Skid 7	Inversor 12	97	291	194	8730	3404,70 kWp	3.033,00 kWn	6	7	13
	Inversor 13	97	291		8730	3404,70 kWp	3.033,00 kWn	6	7	13
Skid 8	Inversor 14	96	288	192	8640	3369,60 kWp	3.033,00 kWn	12	0	12
	Inversor 15	96	288		8640	3369,60 kWp	3.033,00 kWn	12	0	12
Total				1.424	128.160	49.982,40 kWp	45.495,00 kWn	143	40	183

En este caso finalmente se ha determinado crear por cada inversor de potencia 12 o 13 cajas de String, obteniendo un total de 183 cajas de string que se disponen:

- 143 Cajas de String con 24 strings
- 40 Cajas de String con 21 strings



Figura 13.- Esquema nivel I de 21 y 24 strings



La intensidad de actuación del fusible debe ser:

$$I_f = 1,25 \cdot I_n$$

En nuestro caso, se determina que los fusibles sean de 16 A, cilíndricos DF gPV. Se aprecia en la tala adjunta la justificación de los valores tenidos presentes.

Al mismo tiempo, el cable usado es PV1-F (AS) 0,6/1kV-0,9/1,5 (1,8) kV CC de sección 6 mm².

5.2.2 Diseño de las protecciones secundarios (Cajas de nivel II)

Las cajas de nivel II, no se localizan físicamente en el campo fotovoltaico, sino que se sitúan dentro de los CTs.



Por cada una de las cajas de nivel I sale un-conductor positivo y otro negativo, por lo que a la caja de nivel II llegan 12 o 13 polos positivos y 12 o 13 polos negativos.

Los componentes que integran las cajas serán los mismos que componen la caja de nivel I:

- Un fusible por cada entrada
- Un interruptor seccionador de corte en carga por cada caja

Conocida la configuración más desfavorable, la intensidad nominal para el diseño de las protecciones secundarias sería:

$$I_{n,ramal} = N^{\circ} \text{ entradas} * I_n$$

Con fusibles de ≥ 16 A:

$$I_f = 1,25 * I_n$$

Se decide instalar fusibles DF tipo NH 1500 V DC o similar con una intensidad nominal de 400 A y un poder de corte de 30 kA.

Las bases portafusibles correspondientes serán de 630 A tipo DF NH.

Posteriormente los fusibles se conectarán a un interruptor-seccionador de corte en carga, que tendrá capacidad para interrumpir el paso de la corriente de todas las entradas al mismo tiempo. En nuestro caso se determina que sean 4000A, habiendo uno de ellos aguas abajo de cada inversor.

La distribución de las cajas se hará de la siguiente forma:

Figura 14.- Distribución de cuadros de string

ARDILA										
Skid	Inversores	Seguidores	Strings	Total seg/grupo	Módulos	Pot Pico	Potencia nominal	Cuadros 24	Cuadros 21	Total Cuadros
Skid 1	Inversor 1	92	276	184	8280	3229,20 kWp	3.033,00 kWn	8	4	12
	Inversor 2	92	276		8280	3229,20 kWp	3.033,00 kWn	8	4	12
Skid 2	Inversor 3	95	285	190	8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
	Inversor 4	95	285		8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
Skid 3	Inversor 5	94	282	189	8460	3299,40 kWp	3.033,00 kWn	10	2	12
	Inversor 6	95	285		8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
Skid 4	Inversor 7	94	282	189	8460	3299,40 kWp	3.033,00 kWn	10	2	12
	Inversor 8	95	285		8550	3334,50 kWp	3.033,00 kWn	11	1	12
Skid 5	Inversor 9	93	279	93	8370	3264,30 kWp	3.033,00 kWn	9	3	12
Skid 6	Inversor 10	96	288	193	8640	3369,60 kWp	3.033,00 kWn	12	0	12
	Inversor 11	97	291		8730	3404,70 kWp	3.033,00 kWn	6	7	13
Skid 7	Inversor 12	97	291	194	8730	3404,70 kWp	3.033,00 kWn	6	7	13
	Inversor 13	97	291		8730	3404,70 kWp	3.033,00 kWn	6	7	13
Skid 8	Inversor 14	96	288	192	8640	3369,60 kWp	3.033,00 kWn	12	0	12
	Inversor 15	96	288		8640	3369,60 kWp	3.033,00 kWn	12	0	12
Total				1.424	128.160	49.982,40 kWp	45.495,00 kWn	143	40	183

6 TUBERÍA ELÉCTRICA

Los tubos para cables de energía serán de polietileno, con estructura de doble pared (HDPE), presentando una superficie interior lisa para facilitar el tendido de



los cables por el interior de los mismos y otra exterior corrugada uniforme, sin deformaciones acusadas.

Los diámetros exteriores normalizados serán de 40 mm para HDPE, que permiten albergar una terna de cables correspondientes al circuito trifásico normalizado de mayor sección y aislamiento nominal, así como los conductores de comunicaciones respectivamente, con una **ocupación máxima del orden del 35%** que, según práctica habitual en este tipo de instalación, se considera idónea para facilitar el tendido de los cables por el interior de los tubos.

Los empleados en canalizaciones subterráneas para cables de telecontrol serán de polietileno de alta densidad, flexibles, tipo tritubo formado por tres tubos de iguales dimensiones, dispuestos paralelamente en un plano y unidos entre sí por una membrana. En su colocación los tres tubos estarán alineados en posición horizontal.

En resumen, tanto el conductor de unión del cuadro de SSAA a las cajas de derivación, como las comunicaciones, discurrirán en canalización enterrada bajo tubo bicapa de Ø40mm.

6.1 CINTAS DE SEÑALIZACIÓN

Con carácter general en la capa de zahorra o tierra apisonada, por encima de los cables se colocará una cinta de señalización que advierta la existencia de cables eléctricos, a una distancia mínima al suelo de 0,10 m y a 0,30 m de la parte superior del cable MT

7 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA AL ARRANQUE

Al no existir un estudio geotécnico, en este punto se estiman en base a nuestra experiencia y datos facilitados por distintos proveedores, el valor de distintos factores. Los mismo se recalcularán durante la ejecución en campo.

Si bien la forma más habitual de trabajo de los perfiles hincados es a compresión, en aquellos casos en los que trabajen a tracción, la resistencia al arranque se calcula con los mismos procedimientos que para la determinación de la resistencia por fuste en la carga de hundimiento.

Se tendrá en cuenta que la resistencia por fuste en condiciones de arranque es inferior a la que se obtiene en condiciones de compresión por lo que la resistencia a tracción se considera (CTE, GCOC) como un porcentaje de la resistencia por fuste:

$$T_{traccion} = 0,7R_{fk}$$

7.1 CRITERIOS DE CÁLCULO

Para el diseño de la cimentación se tendrán en cuenta las siguientes acciones sobre las estructuras:



- Carga de la propia estructura (ver plano detalle de estructuras)
- Sobrecarga de nieve: 50kg/m
- Sobrecarga por vientos: (140km/h): $3,45 \times 1/2 \times 1,25V^2$
- Peso sobre parrilla en la línea de cimentación 19,5kg/m (del panel)

7.2 CÁLCULO DE BANCADA DE MOTOR-SEGUIDOR

Las cimentaciones de los apoyos de los motores se calcularán por la fórmula de Sulzberger, basada en los momentos estabilizadores en cabeza de cimentación y apoyo lateral sobre el terreno. El coeficiente de seguridad a vuelco será de 1,5 en hipótesis normales y con un ángulo de giro máximo de 0,01 definido por su tangente.

Los momentos estabilizadores producidos por las reacciones del terreno sobre los cimientos se han calculado usando las ecuaciones de Sulzberger.

$$M_s = 10^3 \frac{b \cdot h^3}{36} C_h \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$M_b = 0,4 P \cdot a$$

Siendo:

- M_s Momento del empotramiento. Pared Lateral.
- M_b Momento en la base del cimiento.
- C_h Coeficiente de compresión medio en la capa de terreno 2/3 de la profundidad (5,31kg/cm² a partir de 1,00m)
- C_s Coeficiente de compresión medio en la capa del terreno a la profundidad máxima de cimentación.
- h Profundidad de cimentación (m)
- a Lado del cimiento paralelo al esfuerzo nominal (m)
- b Lado del cimiento perpendicular al esfuerzo nominal (m)
- P Peso del conjunto, esfuerzos verticales y macizo de cimentación (daN).

Haciendo $a=b$:

$$M_e = M_s + M_b = 1000 \cdot \frac{0,45 \cdot 1,8^3}{36} 5,31 + 0,4 \cdot (0,45 \cdot 0,45 \cdot 1,8 \cdot 2550) \cdot 0,45$$

$$M_e = 387 + 188 = 575 \text{ daN} \cdot \text{m}$$

Será suficiente y necesario comprobar que el momento de vuelco es menor al momento de estabilidad afectado por el coeficiente de seguridad

$$\frac{M_e}{M_v} \geq 1,5$$

Siendo:



$$Mv = F \left(H_L + \frac{2}{3} h \right)$$

- F = Esfuerzos externos que actúan en el apoyo y acción de empuje lateral (200 daN).
- H_L = Altura del soporte desde la base del equipo motor hasta la cota 0 del terreno.

Resulta:

Para un macizo de cimentación de 0,45x0,45 x1,80m y cabeza de resalte de 0,64m.

$$Mv = 200 \left(0,55 + \frac{2}{3} 1,8 \right) = 350 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\frac{Me}{Mv} \geq 1,58$$

El cálculo de la cimentación del bloque motor está dimensionado para fuerzas dinámicas de empuje lateral de 200 daN sobre el eje del actuador.

8 CÁLCULO DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN

8.1 DATOS DE LA INSTALACIÓN

Debido a que la evacuación de la energía se realiza de manera subterránea se calcularán los parámetros eléctricos de dicho tramo con el fin de comprobar la correcta elección del cable subterráneo y minimizar las pérdidas.

En la tabla siguiente se muestra un resumen de los datos de la instalación.



Tabla 7.- Datos generales de la línea de evacuación

Datos de la instalación	
Origen	Centro Seccionamiento Ardila
Final	SE Beturia 30 kV
Potencia conectada	45,495 MW
Potencia proyectada línea	50,6 MVA
Factor de potencia	0,9
Tensión	30 kV
Frecuencia	50 Hz
Tipo línea	Subterránea
Longitud	1644 m
Nº conductores por fase	2
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Directamente enterrada
Distancia entre conductores	200 mm
Profundidad zanja	990 mm
Conexión pantallas	Solid bonding
T de accionamiento protección cable	0,5 s



8.2 DATOS DEL CONDUCTOR SELECCIONADO

En la tabla siguiente se muestran los datos del conductor seleccionado para la implementación de la línea subterránea de alta tensión.

Tabla 8.- Características del conductor empleado

Características del conductor	
Conductor	AL RHZ1-2OL 3x1x630 mm ² Al+1x95mm ² Cu (S)
Sección del conductor	630 mm ²
Sección de la pantalla	95 mm ²
Diámetro conductor	30 mm
Diámetro aislamiento	52 mm
Diámetro pantalla	56,7 mm
Diámetro cable	64,4 mm
Peso	5400 kg/km
Radio de curvatura estático	1100 mm
Radio de curvatura dinámico	1300 mm
Intensidad máxima admisible	691,4 A
Cortocircuito trifásico	84 kA
Cortocircuito monofásico	18 kA
Resistencia a 20°	0,0469 Ω/km
Resistencia a 90°C	0,0631 Ω/km
Reactancia inductiva	0,178 Ω/km
Capacidad	0,303 μF/km

8.3 CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS

8.3.1 Intensidad de cálculo

Primero se calculará la intensidad que circulará por la línea teniendo en cuenta la potencia a evacuar de la planta fotovoltaica.

La intensidad máxima que circula por la instalación subterránea, viene determinada por la potencia a transportar.

$$I_{calc} = \frac{P_{evacuación}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi}$$



Donde:

- $P_{\text{evacuación}}$: Potencia que se evacuará
- U_n : Tensión nominal de la línea
- $\cos \phi$: Factor de potencia de la línea

8.3.2 Potencia máxima a transportar por el cable

La máxima potencia que se puede transportar por esta línea, atendiendo al tipo de conductor usado es:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} * U_n * \cos \phi * I_{\text{max}}$$

Donde:

- P_{max} : Potencia máxima a transportar en kW
- U_n : Tensión nominal de la línea
- $\cos \phi$: Factor de potencia de la línea
- I_{max} : Intensidad máxima admisible del cable

Variando el factor de potencia se pueden obtener las diferentes potencias máximas que pueden circular por la línea en función del mismo.

8.3.3 Resistencia

La resistencia del conductor en corriente alterna y a la temperatura máxima de servicio viene dada por la fórmula:

$$R = R_{cc} \cdot (1 + y_s + y_p)$$

Siendo:

- R : Resistencia óhmica en c.a. a la temperatura de servicio de 90°C en Ω/km
- R_{cc} : Resistencia óhmica en c.c. a la temperatura de servicio de 90°C en Ω/km
- y_s : Factor de efecto pelicular
- y_p : Factor de proximidad

La resistencia R_{cc} en corriente continua a la temperatura máxima de servicio $\theta = 90^\circ\text{C}$ es:



$$R_{cc} = R_o \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20))$$

Siendo:

- R_o : La resistencia del conductor en c.c. a 20°C en Ω/km
- α : Coeficiente de temperatura del cobre en K^{-1}

Factor y_s :

$$y_s = \frac{x_s^4}{192 + 0.8 x_s^4}$$

Donde:

- x_s^2 : $\frac{8 \cdot \pi \cdot f}{R_{cc}} \cdot 10^{-7} \kappa_s$
- f : Frecuencia de la corriente de alimentación, en Hz.
- κ_s : Factor. Se tomará el valor indicado en la norma UNE 21144-1-1.

Factor y_p para tres cables unipolares de sección circular:

$$y_p = \frac{x_p^4}{192 + 0.8 x_p^4} \left(\frac{d_c}{s} \right)^2 \left[0.312 \left(\frac{d_c}{s} \right)^2 + \frac{1.18}{\frac{x_p^4}{192 + 0.8 x_p^4} + 0.27} \right]$$

Donde:

- x_p^2 : $\frac{8 \cdot \pi \cdot f}{R_{cc}} \cdot 10^{-7} \kappa_p$
- f : Frecuencia de la corriente de alimentación, en Hz.
- κ_p : Factor. Se tomará el valor indicado en la norma UNE 21144-1-1.
- d_c : Diámetro del conductor

8.3.4 Reactancia de la línea

La reactancia media se calcula por:

$$X_l = 2\pi \cdot f \cdot L$$

- X_l : Reactancia a frecuencia en Ω/km
- f : frecuencia de la red en Hz

Donde L es el coeficiente de autoinducción que se obtiene por la expresión:

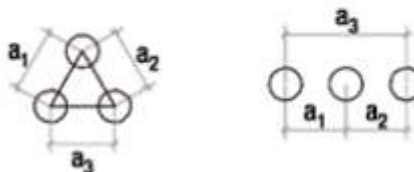


$$L = \left(0,05 + 0,2 \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot DMG}{\varnothing_c} \right) \right) \cdot 10^{-3} (\text{Henrios/km})$$

- $\varnothing_c$: Diámetro del conductor
- DMG: Distancia media geométrica entre conductores.

Figura 15.- Distancia media geométrica

$$DMG = \sqrt[3]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3}$$



8.3.5 Comprobación de la sección del conductor en régimen de cortocircuito

La intensidad de cortocircuito trifásico más desfavorable se obtendrá del informe anual de REE en el nudo donde evacuará la energía la línea objeto de estudio.

Ha de comprobarse con la norma UNE 21-192 que la sección mínima del conductor, en régimen adiabático, para la intensidad de cortocircuito monofásica obtenida, resulta inferior a la del cable a instalar.

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

Donde:

- I_{cc} : Intensidad de cortocircuito en A
- S : Sección del conductor
- t : Duración del cortocircuito en segundos (se tomará 0,5 seg)
- θ_f : Temperatura final en °C de la pantalla en el cortocircuito (250 °C)
- θ_i : Temperatura inicial en °C de la pantalla en el cortocircuito (90 °C)
- K y β : dependen de la naturaleza del conductor y, para aluminio adoptan los valores siguientes:
 - $K=148$
 - $\beta=228$

8.3.6 Comprobación de la sección de la pantalla en régimen de



cortocircuito

La intensidad de cortocircuito monofásico más desfavorable se obtendrá del informe anual de REE en el nudo donde evacuará la energía la línea objeto de estudio.

Ha de comprobarse con la norma UNE 21-192 que la sección mínima del conductor, en régimen adiabático, para la intensidad de cortocircuito monofásico obtenida, resulta inferior a la del cable a instalar.

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

Donde:

- I_{cc} : Intensidad de cortocircuito en A
- S : Sección del conductor
- t : Duración del cortocircuito en segundos (se tomará 0,5 seg)
- θ_f : Temperatura final en °C de la pantalla en el cortocircuito (250 °C)
- θ_i : Temperatura inicial en °C de la pantalla en el cortocircuito (90 °C)
- K y β : dependen de la naturaleza del conductor y, para aluminio adoptan los valores siguientes:
 - K : 226
 - β : 234,5

8.3.7 Caída de tensión máxima

La caída de tensión que se produce en una línea trifásica, viene determinada por la fórmula:

$$U = \sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \theta + X \cdot \sin \theta)$$

- U : Caída de tensión en V.
- I : Intensidad en A.
- l : Longitud de la línea en km.
- R : Resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura de servicio en Ω/Km
- X : Reactancia a frecuencia en Ω/km
- θ : Ángulo de desfase entre la tensión y la corriente.

Los factores se calculan de acuerdo con la norma UNE21144.



La caída de tensión con respecto a la tensión nominal de la línea debe ser menor del 5%.

8.3.8 Evaluación de pérdidas de potencia.

Se procederá al estudio de pérdidas por efecto Joule, pérdidas dieléctricas y pérdidas en la pantalla del conductor.

8.3.8.1 Pérdidas por efecto Joule

La pérdida de potencia será por efecto Joule se producen debido al calentamiento del conductor ante el paso de la corriente eléctrica y se calculará mediante la siguiente expresión:

$$P_j = 3 \cdot R \cdot l \cdot I^2$$

- P_j : Potencia de pérdidas por efecto Joule en Watios.
- R : Resistencia de la línea en Ω/km .
- l : Longitud de la línea en km
- I : Intensidad de cálculo en Amperios.

8.3.8.2 Pérdidas dieléctricas

La pérdida dieléctrica depende del voltaje y, por lo tanto, sólo se vuelve importante en los niveles de voltaje relacionados con el material de aislamiento utilizado.

La pérdidas dieléctricas deben tenerse en cuenta donde se utilizan cables apantallados tripolares o unipolares. No es necesario calcularlas para cables tripolares no apantallado o cables de corriente continua.

Para calcularlas se utilizará la siguiente expresión:

$$W_d = \omega \cdot C \cdot U_0^2 \cdot \text{tg } \delta \text{ (W/m)}$$

Donde:

- ω : Pulsación calculada como $2\pi f$
- C : Capacidad por unidad de longitud (F/m)
- U_0 : Tensión fase-tierra en voltios. (V)
- $\text{tg } \delta$: Factor de pérdidas del aislamiento a la frecuencia y a la temperatura de servicio. Depende del material del aislamiento y su valor se obtiene de la tabla 3 de la IEC 60287-1-1.



8.3.8.3 Pérdidas en la pantalla

Las pérdidas originadas en las pantallas (λ_1') y a las corrientes de Foucault (λ_1'') se calculan como factor que representa un porcentaje sobre las pérdidas de potencia por efecto Joule.

De forma que:

$$\lambda_I = \lambda_I' + \lambda_I''$$

Pantallas conectadas en un solo punto (single point) o permutadas (cross bonding)

Para cables con pantallas en cortocircuito en un solo punto o permutadas; las pérdidas por corriente de circulación son nulas, con lo que:

$$\lambda_I = \lambda_I''$$

El factor de pérdidas por corrientes de Foucault viene dado por:

$$\lambda_1'' = \frac{R_s}{R} \left(g_s \cdot \lambda_0 \cdot (1 + \Delta_1 + \Delta_2) + \frac{(\beta_1 \cdot t_s)^4}{12 \cdot 10^{12}} \right)$$

Donde

- $g_s = 1 + \left(\frac{t_s}{D_s} \right)^{1,74} \cdot (\beta_1 \cdot D_s \cdot 10^{-3} - 1,6)$
- $\beta_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot \pi \cdot \omega}{10^7 \rho_s}}$
- ρ_s : Resistividad eléctrica del material de la pantalla metálica a la temperatura de servicio (Ωm).
- D_s : Diámetro exterior de la pantalla metálica del cable
- t_s : Espesor de la pantalla metálica (mm)
- ω : Pulsación, $2\pi f$
- R_s : Resistencia de la pantalla, por unidad de longitud, a la temperatura máxima de servicio (Ω/m)

Las fórmulas para λ_0 , Δ_1 y Δ_2 son (tres cables en tresbolillo):

$$\lambda_0 = 3 \left(\frac{m^2}{1 + m^2} \right) \cdot \left(\frac{d}{2s} \right)^2$$

$$\Delta_1 = (1,14 \cdot m^{2,45} + 0,33) \cdot \left(\frac{d}{2s} \right)^{(0,92m+1,66)}$$

$$\Delta_2 = 0$$

En las cuales $m = \frac{\omega}{R_s} \cdot 10^{-7}$, para $m \leq 0,1$ Δ_1 y Δ_2 pueden despreciarse.



8.3.8.4 Evaluación de pérdidas totales de potencia activa

Las pérdidas totales de potencia activa vienen dadas por la suma de los tres tipos de pérdidas calculadas en los tres puntos anteriores.

El total de potencia activa perdida no debe ser superior al 3%.

8.4 RESUMEN DE RESULTADOS

Tabla 9.- Resumen de resultados

CÁLCULOS DEL TRAMO SUBTERRÁNEO			
LSMT 30 kV Centro Seccionamiento Ardila - SE Beturia 30 kV			
Cálculos generales			
Potencia aparente	50,6 MVA		
Tensión nominal	30 kV		
Factor de potencia	0,9		
Longitud de la línea	1644 m		
Intensidad calculada	973 A		
Intensidad máxima admisible	1382,8 A		
Factor de carga	70,35%		
Cálculos caída de tensión			
Resistencia de la línea a 90°C	0,0315 Ω/km		
Reactancia de la línea	0,089 Ω/km		
Caída de tensión	294 V		
% Caída de tensión	0,98%		
Potencia máxima a transportar según f.d.p.			
Factor de potencia	0,85	0,9	1
P máxima a transportar	61,07 MW	64,67 MW	71,85 MW
Pérdida de potencia			
Pérdidas por efecto Joule	147,20 kW		
Pérdidas dieléctricas	0,07 kW		
Pérdidas en la pantalla	119,14 kW		
Pérdida de potencia activa total	266,42 kW		
% Pérdida de potencia	0,53%		
Comprobación corrientes de cortocircuito			



Intensidad CC trifásico	10,1 kA
Sección mínima del conductor	76 mm ²
Intensidad cortocircuito monofásico	11 kA
Sección mínima de la pantalla	54 mm ²
AL RHZ1-2OL 3x1x630 mm² Al	Cumple

9 CONCLUSIONES.

De todo lo expuesto en el desarrollo del a memoria, justificación de los cálculos y el detalle de los documentos gráficos, deducimos que la instalación expuesta cumplirá con todos los preceptos legales y técnicos para su ejecución y puesta en funcionamiento.

Avd. de la Constitución, 34 1º
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Calle Vicente Aleixandre, Nº
1, Despacho 4
06800 Mérida, España
+34 955 265 260

Calle Melquiades Álvarez, Nº
23, 1º
28003 Madrid, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57-1 322 99 14

WWW.INGENOSTRUM.COM



ingenostrum.

Executing your renewable vision



Executing your **renewable** vision

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA

SP.0045.2.M.EG.F401-1A
ESTUDIO DE GENERACIÓN

FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ
(ESPAÑA)



Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
00	13/01/20	Emisión Inicial	PRG	JMJ	JBM
01	17/02/20	Revisión de la configuración	PRG	EGC	JBM

Sevilla, febrero de 2020

El Graduado en Ingeniería Eléctrica: Juan Luis Barandiarán Muriel
Céd. Núm. 931-COGITI Cáceres

Firmado digitalmente por
BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q
Nombre de
reconocimiento (DN): c=ES,
serialNumber=IDCES-7602
6631Q, givenName=JUAN
LUIS, sn=BARANDIARAN
MURIEL,
cn=BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q

El Graduado en Ingeniería Eléctrica: Juan Luis Barandiarán Muriel
Céd. Núm. 931-COGITI Cáceres

BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q
c=ES,
serialNumber=IDCES-7602
6631Q, givenName=JUAN
LUIS, sn=BARANDIARAN
MURIEL,
cn=BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q

el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)

Juan Luis Barandiarán Muriel

Nº de colegiado 931 -COGITI Cáceres



Contenido

1	PROCESO PRODUCTIVO	7
1.1	La Radiación Solar	7
1.2	El Proceso de Transformación.....	13
1.3	Producción Energética.....	16
2	DATOS DEL PROYECTO.....	19
2.1	Localización	19
2.2	Datos Climatológicos.....	19
2.3	Criterios de Simulación.....	19
3	ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DEL PARQUE SOLAR	20
3.1	Evaluación de la Generación mediante Software PVsyst	20



1 PROCESO PRODUCTIVO

1.1 LA RADIACIÓN SOLAR

El sol produce energía en forma de radiación electromagnética que es la fuente energética básica para la vida en la Tierra. El origen de esta energía está en el interior del sol, donde tienen lugar las reacciones de fusión por la que 4 átomos de hidrógeno dan lugar a dos átomos de helio y la masa atómica sobrante se transforma en energía de acuerdo con la fórmula de Einstein $E = mc^2$.

Debido a la gran distancia entre el sol y la Tierra, la radiación solar en la superficie terrestre es sólo una pequeña parte de la emitida por el sol ($3,86 \cdot 10^{26}$ W que, por unidad de superficie del sol es $6,35 \cdot 10^7$ W/m²). En concreto, al planeta Tierra llegan como valor medio 1367 W/m² que se denomina constante solar.

Glosario

La radiación solar se valora en varias unidades físicas concretas:

- **Irradiancia:** Es la potencia de la radiación solar por unidad de superficie y se expresa en la unidad correspondiente del Sistema Internacional, el vatio dividido por metro cuadrado (W/m²).
- **Irradiación:** Es la energía que incide por unidad de superficie en un tiempo determinado, y que se expresa en las unidades correspondientes del sistema internacional, es decir, en julios dividido por metro cuadrado [W·h/m²]. - Irradiación = Irradiancia multiplicada por la unidad de tiempo.
- **Irradiancia espectral:** Es la potencia radiante por unidad de área y de longitud de onda, cuya unidad es [W/ (m²·µm)].
- **Irradiancia directa:** Es la radiación que llega a un determinado lugar procedente del disco solar, y su unidad de medida es [W/m²].
- **Irradiancia difusa:** Es la radiación procedente de toda la bóveda celeste excepto la procedente del disco solar, y cuya unidad de medida es también [W/m²].
- **Irradiancia Global:** Se puede entender como la suma de la radiación directa y difusa. Es el total de la radiación que llega a un determinado lugar en [W/m²].
- **Irradiancia circunsolar:** Es la parte de la radiación difusa procedente de las proximidades del disco solar en [W/m²].

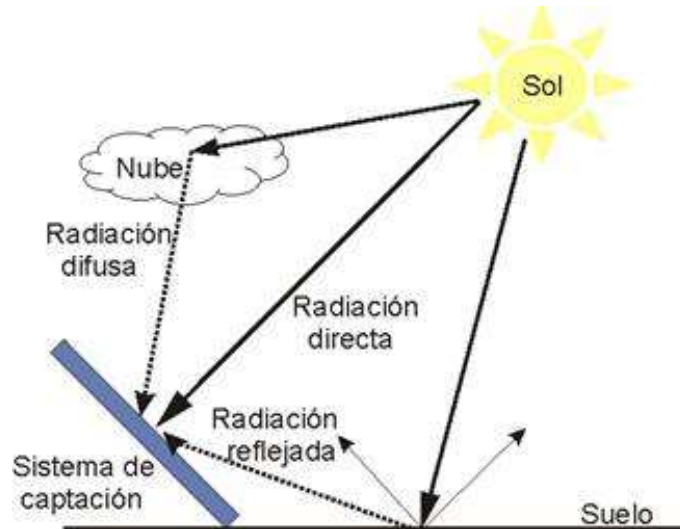
Distribución de la radiación solar

La potencia radiante de 1367 W/m² que llega al Planeta Tierra no es la que finalmente alcanza la superficie terrestre, puesto que la atmósfera terrestre atenúa la radiación solar debido a la reflexión, absorción y difusión que los componentes atmosféricos (moléculas de aire, ozono, vapor de agua, CO₂, aerosoles, etc.) producen sobre la radiación solar. Al pasar la radiación solar por la atmósfera se reduce la intensidad de la radiación debido a:



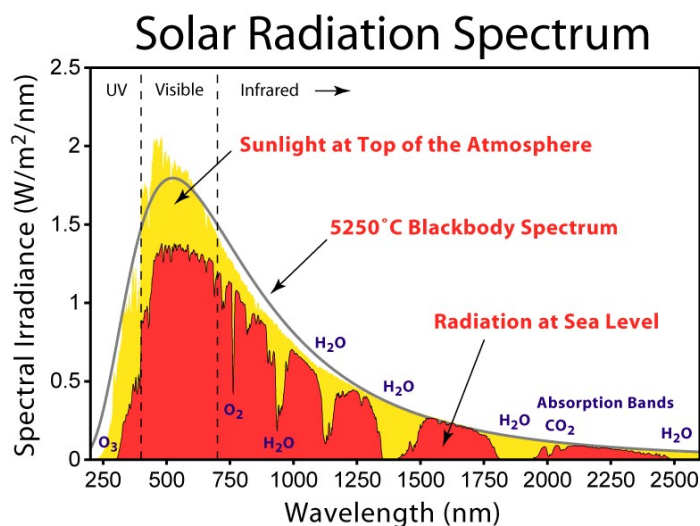
- Reflexión por la atmósfera, incluidas las nubes.
- Absorción de las moléculas que componen la atmósfera (O₃, H₂O, O₂, CO₂ etc.)
- Difusión producida por las moléculas de aire y otros componentes, incluidos los aerosoles (naturales o precedentes de la contaminación)

Figura 1.- Distribución de la radiación solar



En la siguiente figura se puede observar el espectro solar antes de atravesar la atmósfera, el espectro de un cuerpo negro a la temperatura equivalente del sol (5777 K), y el espectro real de la radiación solar en un lugar de la superficie terrestre (Radiación global horizontal) una vez que esta ha atravesado la atmósfera con una composición determinada.

Figura 2.- Espectro de la radiación solar



La difusión debida al polvo y a la contaminación del aire (aerosoles) depende bastante del lugar donde se mida, siendo mayor en los lugares industriales y en las ciudades. Los efectos meteorológicos locales como nubosidad, lluvia, nieve, etc. afectan también a la irradiancia solar que llega a un determinado lugar. En la superficie terrestre, en un plano horizontal, un día claro al mediodía la irradiancia

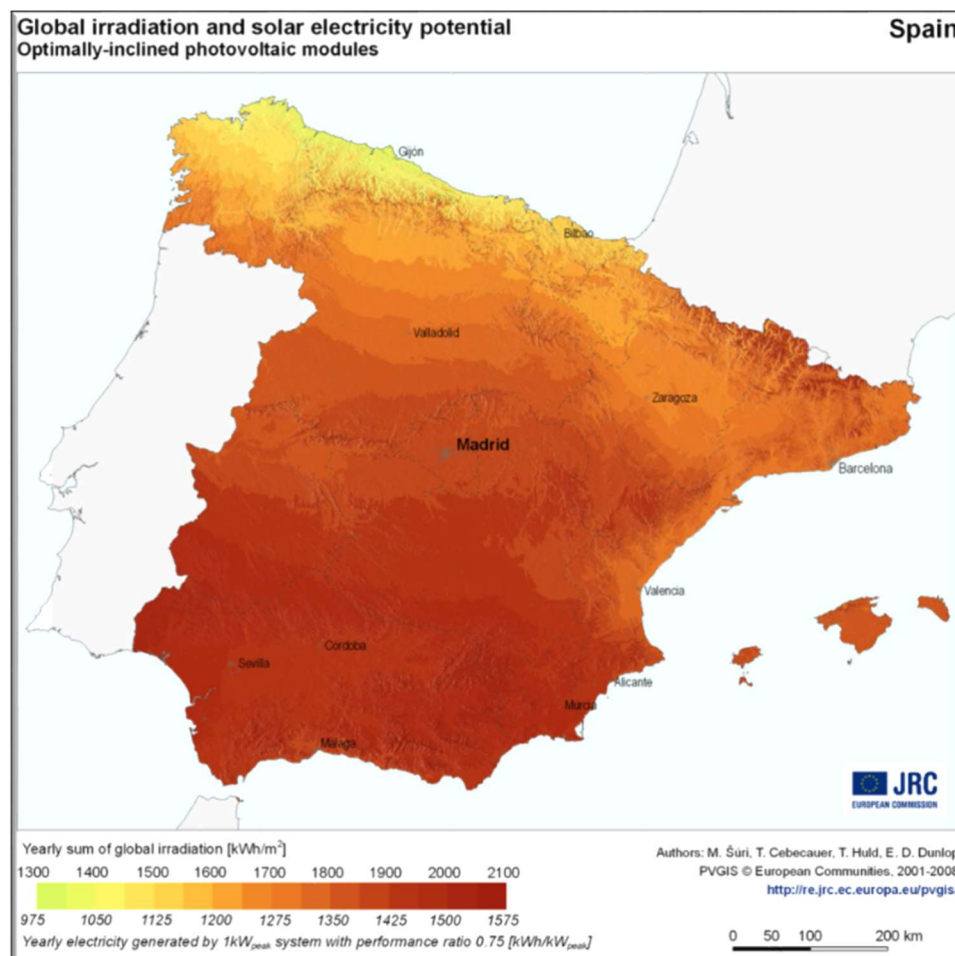


alcanza un valor máximo de unos 1000 W/m². Este valor depende del lugar y, sobre todo de la nubosidad.

Si se suma toda la radiación global que incide sobre un lugar determinado en un periodo de tiempo definido (hora, día, mes, año) se obtiene la energía en kWh/m². Este valor es diferente según la región a que hagamos referencia.

En la siguiente figura se observan las diferencias regionales de irradiación global media anual dentro de la península Ibérica.

Figura 3.- Radiación solar en España



Radiación solar directa y difusa

La radiación solar que incide sobre la superficie terrestre se puede aceptar formada por dos componentes: directa y difusa. La radiación directa es aquella que alcanza la superficie directamente desde el sol, mientras que la difusa procede de toda la bóveda celeste y se origina sobre todo en las interacciones (difusión y absorción) de la radiación solar con los componentes atmosféricos.

Cuando se mide la componente directa de la radiación solar es necesario utilizar un dispositivo seguidor del movimiento aparente del sol, de tal manera que la

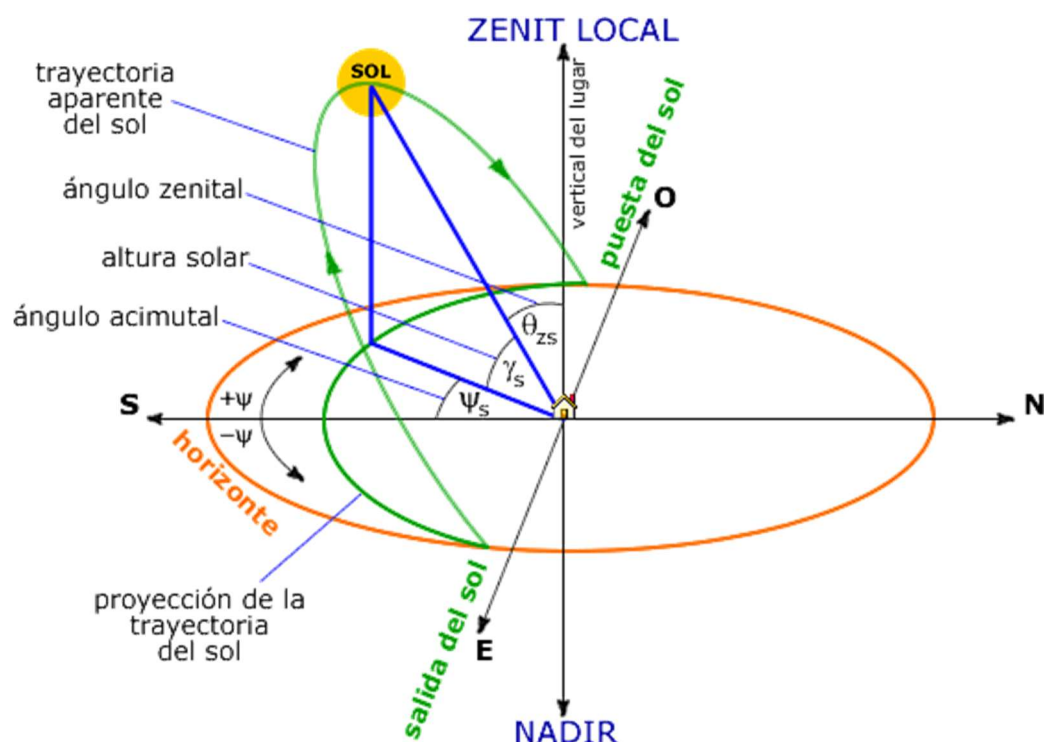


radiación procedente del disco solar sea la que incide sobre el sensor de radiación correspondiente. Esa medida es la llamada componente normal de la radiación directa.

Geometría solar

Para el cálculo de la producción energética de una instalación solar es fundamental conocer la irradiación solar en el plano correspondiente a la instalación y la trayectoria solar en el lugar en las diferentes épocas del año. La situación del sol en un lugar cualquiera viene determinada por la altura y el azimut del sol.

Figura 4.- Geometría solar

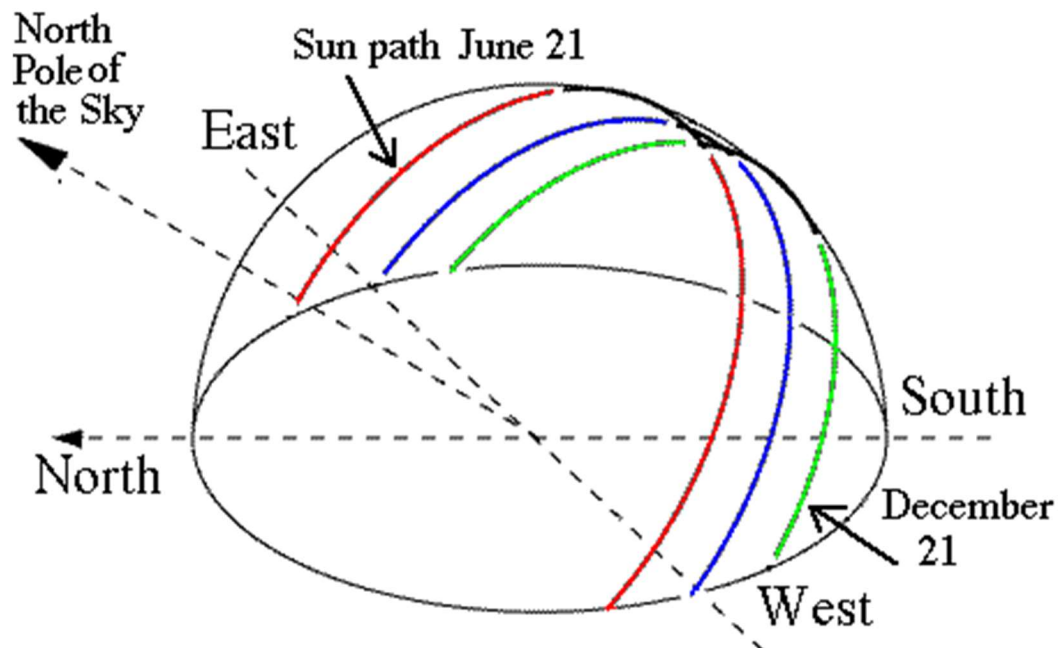


Se define la orientación mediante el azimut. El azimut solar es el ángulo que forma la dirección sur con la proyección horizontal del sol, hacia el noreste o por el noroeste, considerando la orientación sur con $\psi = 0^\circ$, y considerando los ángulos entre el sur y el noreste negativos y entre el sur y el noroeste positivos. Por ejemplo, la orientación este se considera $\psi = -90^\circ$, mientras que para la orientación oeste, $\psi = 90^\circ$. La inclinación viene definida por el ángulo β (para el módulo) y por la altura solar α o su complementario θ_z , (ángulo cenital) para el sol.

En la siguiente figura se visualiza la trayectoria aparente del sol en días determinados del año (solsticios de verano e invierno). Los demás días del año el sol recorre trayectorias intermedias entre las representadas.



Figura 5.- Trayectoria aparente del sol



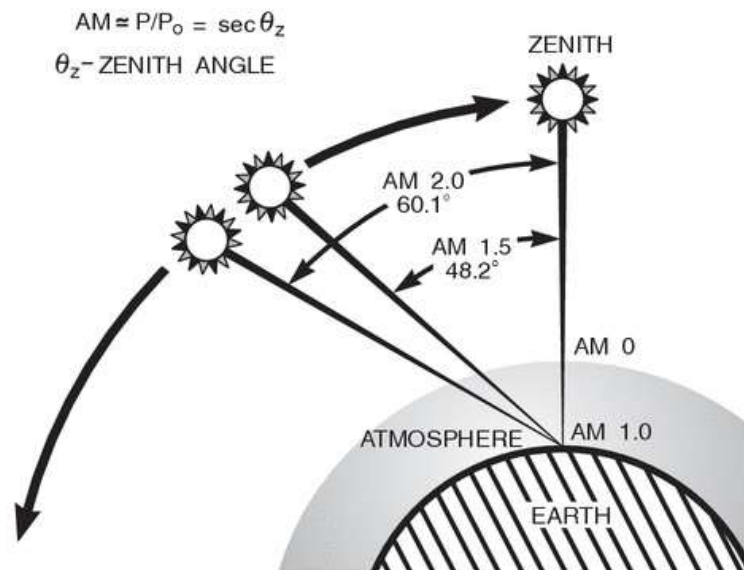
Recorrido óptico de la radiación solar

Cuanto más perpendicular se encuentra el sol con respecto a la superficie terrestre (menor valor del ángulo cenital) menor es el camino que recorre la radiación solar a través de la atmósfera. Por el contrario, para ángulos cenitales mayores (menor altura solar) el camino a recorrer por la radiación solar en la atmósfera es mayor, lo que implica que la intensidad de la radiación solar que llega a la superficie terrestre es menor. Se define la masa de aire (AM), como el cociente entre el recorrido óptico de un rayo solar y el correspondiente a la normal a la superficie terrestre (ángulo cenital cero) y está relacionada con la altura solar (a) según la ecuación: Para $a = 90^\circ$, $AM = 1$, que es el valor mínimo de AM y se corresponde con la situación del sol en el cenit (vertical del observador).

En la figura adjunta se tiene la altura solar y su correspondiente valor de AM, de acuerdo con la fórmula anterior. El valor de $AM = 1$ (sol en el cenit) no se da ningún día del año en nuestras latitudes. La radiación solar en el espacio exterior, es decir sin atravesar la atmósfera terrestre, supone $AM=0$.



Figura 6.- Recorrido óptico de la radiación



Irradiancia en superficies inclinadas

La radiación solar en una superficie perpendicular a la dirección de propagación de la radiación solar es siempre mayor que en la misma superficie colocada en cualquier otra posición. Al variar el azimut y la altura solar a lo largo del día y del año, el ángulo de incidencia de radiación óptimo en una superficie dada no es constante. La situación óptima se daría en una superficie cuya inclinación y orientación variara constantemente. Lo normal, sin embargo, es que la superficie sea fija. Para considerar si una determinada superficie ya existente es apta para su uso solar, es necesario conocer la radiación solar incidente sobre dicha superficie.

Dado que no se mide la radiación solar en todas las superficies inclinadas que son posibles para colocar una instalación solar se han establecido diferentes sistemas de cálculo que permiten obtener el valor de la irradiación sobre una superficie inclinada con cualquier orientación e inclinación en periodos de tiempo definidos, normalmente una hora o un día representativos de un periodo de tiempo mayor, habitualmente un mes.

Horas de Sol pico

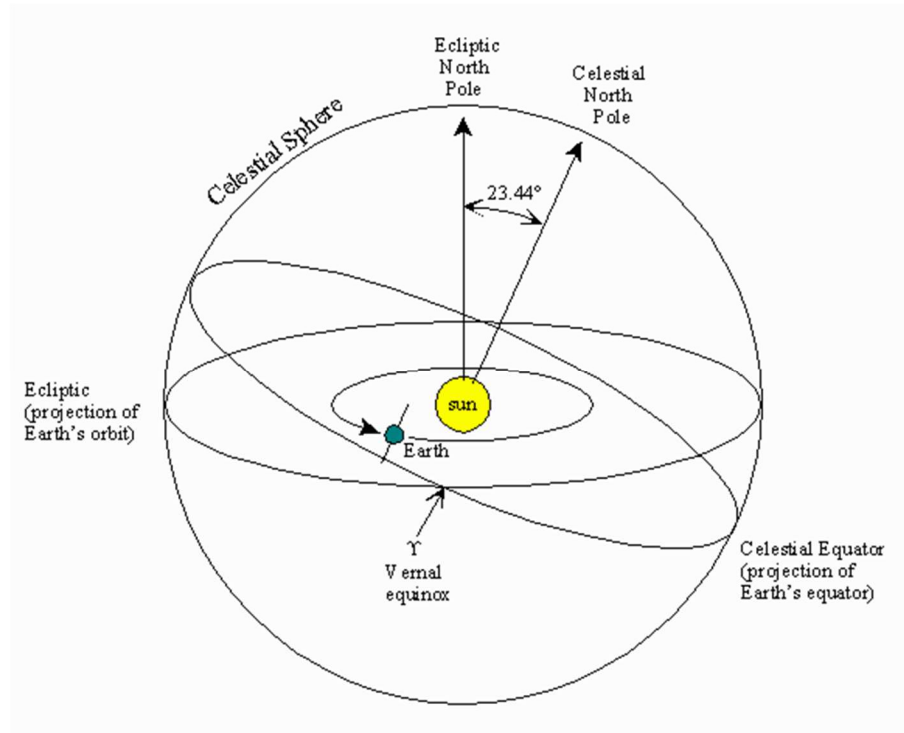
En la tecnología fotovoltaica se emplea un concepto relacionado con la radiación solar que conviene explicar someramente. Se trata de las horas de sol pico. Se puede definir como número de horas de un día con una irradiancia ficticia de 1000 W/m² que tendría la misma irradiación total que la real de ese día. Con esa definición, si se tiene la irradiación de un determinado día, y se divide por 1000 W/m², se tienen las horas de sol pico.



El movimiento solar

Sabemos que el sol sale por el este, se pone por el oeste y se eleva más o menos, dependiendo de la estación en la que nos encontremos. Para estudiar este fenómeno, vamos a suponer que el elemento que se mantiene inmóvil es la Tierra, y es el Sol el que gira a su alrededor.

Figura 7.- Movimiento Solar



La Tierra se mueve en una órbita en forma de elipse alrededor del Sol. El eje de rotación de la Tierra forma un ángulo de $23,5^\circ$ con la normal al plano de la elipse, y es el responsable de la duración del día y de la noche en las distintas estaciones del año.

El equinoccio es cuando tenemos igual tiempo de oscuridad que de luz, y suele ser el 21 de marzo (equinoccio de primavera), y el 23 septiembre (equinoccio de otoño). En el solsticio de verano tenemos el día más largo, que corresponde al 21 de junio, mientras que el día de menor duración es el 22 de diciembre.

1.2 EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

La energía solar fotovoltaica consiste en el aprovechamiento de la radiación procedente del Sol para producir energía eléctrica por medio de células fotovoltaicas. La célula fotovoltaica es un dispositivo electrónico basado en semiconductores de silicio mono o policristalino, que genera una corriente eléctrica de forma directa al recibir luz solar, por medio del efecto fotoeléctrico.



Figura 8.- Módulos monocristalino y policristalino



Panel monocristalino



Panel policristalino

El monocristalino, con un mayor rendimiento por unidad de superficie de célula, tiene un coste de producción mayor, aunque su fragilidad también aumenta respecto al policristalino. Esto conlleva a un mayor control sobre la ejecución del soporte o estructura portante.

Las células fotovoltaicas se combinan en serie, para aumentar la tensión y en paralelo, para aumentar la corriente, dando lugar a los paneles comerciales que suelen incorporar varias decenas de células individuales encapsuladas en un mismo marco con dimensiones de fácil manejo. Se protege el conjunto mediante un cristal templado que impide el contacto superficial con las células.

El conjunto de placas se ancla a estructuras, normalmente de aceros galvanizado, con orientaciones óptimas para la captación de la máxima radiación solar anual. Además, estas estructuras pueden ser orientables según la hora solar, convirtiéndose en mecanismos denominados “seguidores solares”. Serán a un eje cuando solo tiene un eje de giro para orientaciones oeste-este, a dos ejes o total, cuando giran alrededor de los dos ejes, oeste-este y norte-sur. A su vez, los seguidores a un solo eje pueden ser horizontales, cuando su inclinación es de 0°, o polares cuando su inclinación es diferente de 0°.

Los paneles pueden conectarse en serie, en agrupaciones que denominaremos “strings” hasta alcanzar la tensión de generación deseada y paralelo para conseguir las corrientes de operación de fácil manejo. A una primera agrupación la denominaremos “unidad básica de producción” y centralizaremos sus conexiones en “cajas de agrupación de primer nivel”. Se disponen en estas cajas las protecciones necesarias que se consideren óptimas de diseño y que justifiquen el empleo del marco legal actual.

La concentración de unidades básicas de agrupación desde sus cajas de agrupación de primer nivel, vuelven a agruparse en paralelo en “cajas de



agrupación de segundo nivel". Las intensidades concentradas en estas cajas son de un elevado valor. Estas cajas entregarán la energía eléctrica del campo solar fotovoltaico al cuadro de protecciones de entrada al inversor.

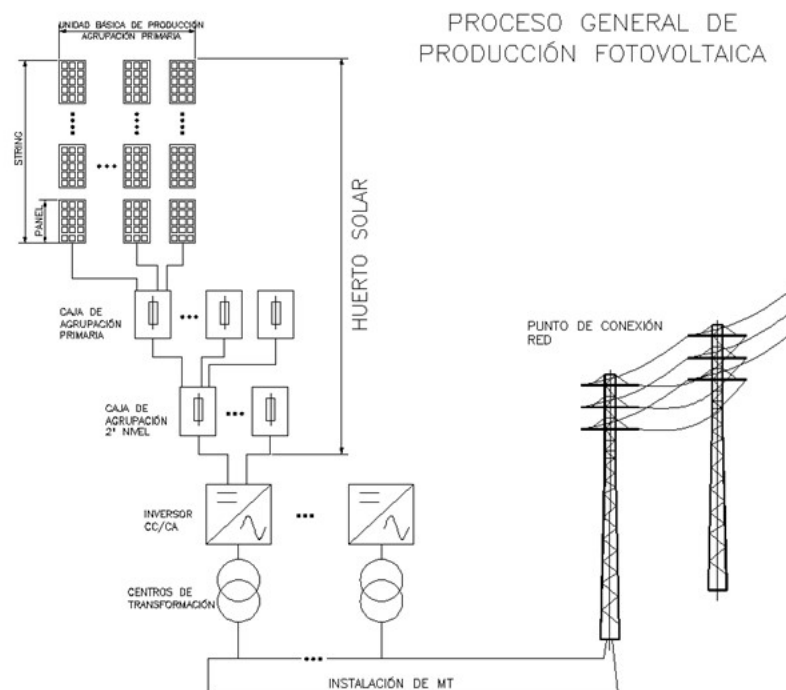
El conjunto de paneles solares fotovoltaicos conectados se denomina "parque fotovoltaico" o "campo solar". Lo que obtenemos de un campo fotovoltaico al incidir la luz, es un voltaje y una corriente eléctrica continua, es decir con un polo positivo (+) y otro negativo (-).

Mediante un dispositivo electrónico de potencia, denominado inversor, podemos acondicionar la potencia eléctrica obtenida del campo fotovoltaico y modificarla de manera que sea igual que la que circula por las líneas de baja tensión. Los valores normales de esta energía suelen ser:

- Sistema trifásico equilibrado
- Frecuencia de trabajo de $50\text{Hz} \pm \%$ marcado por normativa
- Un disminuido factor de distorsión armónica THD%
- Potencias elevadas, incluso asociaciones de 6 MW.
- Tensiones compuestas de 400V-600V
- Intensidades de hasta 1500A.

La energía eléctrica a la salida del inversor tiene forma de corriente alterna de baja tensión. Para conectar nuestro sistema a la red de distribución, debemos dar los parámetros fijados por ésta, en función de la compañía distribuidora local, en niveles de tensión. Esta operación la realizamos mediante la utilización de transformadores elevadores que acondicionan los niveles adecuado y del mismo valor que los existentes en el punto de conexión a la red asignado.

Figura 9.- Proceso de producción fotovoltaica





En ocasiones, no se consigue el nivel de tensión del punto de conexión por tener un valor muy elevado, siendo necesaria la ejecución de una subestación.

El parque que se proyecta es la culminación de un conjunto de parques parciales para conectar a un punto de la red a un nivel de 30kV. El parque fotovoltaico de Ardila evacuará la energía generada en 30kV a través de una línea subterránea hasta llegar a su punto final Brovales 400kV.

1.3 PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

La energía producida por una instalación fotovoltaica depende de tres factores principales:

- La irradiancia solar recibida sobre el plano del generador fotovoltaico.
- La potencia pico instalada.
- Rendimiento de la instalación, en el que se reflejan las pérdidas asociadas a la instalación fotovoltaica (generador fotovoltaico + sistema de acondicionamientos de potencia).

Las pérdidas que sufre la transformación de la energía solar por un parque fotovoltaico se pueden agrupar en los siguientes conceptos:

Pérdidas por temperatura

En el panel fotovoltaico se producen unas pérdidas de potencia del orden de un 4 a 5 % por cada diez grados de aumento de su temperatura de operación. Esta temperatura depende tanto de los factores ambientales (irradiación, temperatura ambiente y velocidad del viento) como de otros factores relativos a su ubicación (posición de módulos o condiciones de aireación). Por tanto, si comparamos dos ubicaciones en las que las condiciones de irradiación solar incidente sean iguales, en aquella en la que el clima sea más frío, para un mismo sistema fotovoltaico, se producirá más energía.

De cara a minimizar estas pérdidas se ha intentado, por un lado, seleccionar equipos con bajos coeficientes de pérdidas por temperatura y por otro lado, seleccionar la ubicación más idónea para facilitar la refrigeración del panel.

Al tener un sistema con seguimiento, las pérdidas correspondientes a la temperatura serán mucho menos si se comparan con un sistema con estructura fija.

Pérdidas por conexionado

Los paneles fotovoltaicos de una misma serie pueden presentar valores de potencia ligeramente distintos. Las pérdidas por conexionado son pérdidas energéticas causadas al realizar la conexión entre módulos con distinto valor de potencia.

Cuando se conecten un conjunto de módulos en serie, se va a producir una limitación sobre la corriente de la serie, ya que el panel que disponga de menor potencia de todos los conectados no va a permitir que circulen más amperios que los máximos que él pueda dar.



Análogamente, cuando se realice la conexión en paralelo de distintos módulos, el panel de menor potencia limitará la tensión máxima del conjunto, ya que la potencia de un generador fotovoltaico será inferior (o, como máximo y en un caso ideal, igual) a la suma de las potencias de cada uno de los módulos que lo componen. Estas pérdidas se pueden reducir mediante una instalación ordenada en potencias de los módulos. Dichas pérdidas suelen estar en el rango del 1% al 2,5%.

Pérdidas por sombreado en el generador

Los sistemas fotovoltaicos se diseñan de tal forma que se produzcan el menor número de pérdidas por sombreado posibles. Los seguidores a un eje empleados en el proyecto poseen un sistema de “backtracking” por el cual se minimizan las sombras en las primeras y últimas horas del día donde la posición del sol es más crítica a la hora de generar sombreado entre paneles.

Pérdidas por polvo y suciedad

Una vez instalado el panel fotovoltaico, en la intemperie, será inevitable que se vaya depositando el polvo y la suciedad sobre la superficie del mismo. Suponiendo que esta deposición de polvo y suciedad fuese uniforme sobre la superficie del panel, se dará lugar a una disminución en la corriente y tensión producida por el panel.

Las pérdidas por polvo y suciedad dependen del lugar de la instalación y de la frecuencia de lluvias, aunque valores típicos anuales son inferiores al 2,8% para superficies con un grado de suciedad alto.

Pérdidas espectrales

Las condiciones estándar en las que se analiza por parte del fabricante el valor de la potencia del módulo asumen que el espectro es estándar AM 1.5G. Durante la operación del módulo fotovoltaico nos encontraremos con que el espectro no es estándar durante todo el tiempo de exposición.

La célula fotovoltaica es espectralmente selectiva. Esto quiere decir que la corriente generada es distinta para cada longitud de onda del espectro solar de la radiación incidente. La variación del espectro solar en cada momento respecto del espectro normalizado puede afectar la respuesta de las células dando lugar a ganancias o pérdidas energéticas. El efecto espectral puede hacer variar la potencia en un margen del 1%.

Pérdidas del rendimiento del inversor

El funcionamiento de los inversores fotovoltaicos se define mediante una curva de rendimiento en función de cuál sea la potencia de operación. Es importante en la fase de diseño del generador fotovoltaico seleccionar un inversor de alto rendimiento en condiciones nominales de operación, hecho que va a ir ligado a una selección adecuada de la potencia del inversor en función de la potencia del generador.



Esto se debe a que la utilización de un inversor de una potencia excesiva en función de la potencia del generador fotovoltaico dará lugar a que el sistema opera una gran parte del tiempo en valores de rendimiento muy bajos, con las consecuentes pérdidas de generación.

Por tanto, el rendimiento del inversor es, sin duda alguna, el parámetro más representativo de los inversores. Además de su diseño interno y características constructivas, el rendimiento del inversor viene determinado por la utilización o no en el equipo de un transformador de aislamiento galvánico.

Pérdidas por rendimiento de seguimiento del punto de máxima potencia

El inversor trabaja conectado directamente al generador fotovoltaico, con un dispositivo electrónico de seguimiento del punto de máxima potencia del generador. Este punto de máxima potencia cambia con las condiciones ambientales (irradiación y temperatura).

En condiciones normales de operación se van a producir interferencias sobre la potencia producida por el generador. La presencia de sombras o la aparición de suciedades van a provocar escalones en la curva I-V de la célula y por ello, el inversor va a pasar a operar en un punto que no es el de máxima potencia.

Pérdidas por caídas óhmicas en el cableado

Tanto en la zona de corriente continua como en la parte de corriente alterna (desde la salida de los inversores hasta la conexión a red, incluyendo las pérdidas del anillo de MT y las propias del centro de transformación) de la instalación se producen unas pérdidas energéticas originadas por las caídas de tensión cuando una determinada corriente circula por un conductor de un material y sección determinados. Estas pérdidas se van a reducir durante la fase de diseño, mediante un correcto dimensionado, considerando que la sección de los conductores sea suficiente en función de la corriente que circula por ellos.

Conocidas las pérdidas de una instalación y la energía teórica podemos estimar la energía entregada por el parque fotovoltaico.

Por tanto, la estimación de **energía entregada a la red** será el producto de la energía ideal reducida por los factores de pérdidas. Se denomina ratio de producción **PR (Performance Rating)** al cociente entre la energía realmente producida por la instalación y la energía teórica máxima que puede generar la instalación. Mientras mayor sea el ratio de producción, menos pérdidas se producen en la misma.

$$PR = E_{\text{Real}} / E_{\text{ideal}}$$

Para estimar la **energía entregada a la red** que producirá la instalación, E_{Real} , se procede de la siguiente forma:

Conocida la potencia pico del generador y la radiación solar incidente sobre el mismo se estima la **energía máxima teórica** que puede producir, E_{ideal} , la cual se obtiene como el producto de la irradiación solar, por la superficie del generador fotovoltaico, y por el rendimiento del módulo fotovoltaico. El rendimiento medio de un módulo varía entre un 13% y un 15% en función de la tecnología.



La energía ideal se reduce debido a las pérdidas comentadas anteriormente.

2 DATOS DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN

El emplazamiento se caracteriza por las siguientes condiciones:

- Altitud: 582 msnm
- Temperatura media Anual: 14,32 °C
- Instalación: Intemperie

El proyecto se encuentra localizado en el término Municipal de Fregenal de la Sierra, Badajoz, España, delimitado por las siguientes coordenadas:

- Latitud: 38,24°N
- Longitud: -6,59°W

2.2 DATOS CLIMATOLÓGICOS

Los datos climatológicos utilizados para la estimación de la generación fotovoltaica provienen de la base de datos SolarGIS y se ha obtenido los datos estimados de irradiancia y temperatura gracias a los datos de meteorología del lugar entre el 1 de enero de 1994 y el 31 de diciembre de 2018.

Los datos de Irradiancia Global Horizontal (IGH) y temperaturas mensuales estimados para la generación fotovoltaica son los siguientes:

Tabla 2.- Climatología

MES	IGH (kWh/m ² año)	Temperatura (°C)
ENERO	75,7	5,79
FEBRERO	101,4	6,15
MARZO	120,1	8,63
ABRIL	161,3	11,91
MAYO	196,5	14,81
JUNIO	199,8	19,53
JULIO	246,6	21,90
AGOSTO	216,7	26,42
SEPTIEMBRE	164,5	23,37
OCTUBRE	115,0	15,20
NOVIEMBRE	70,8	9,96
DICIEMBRE	73,9	7,55
ANUAL	1.742,4	14,32

2.3 CRITERIOS DE SIMULACIÓN

- Módulo fotovoltaico: JKM390M-72-V o similar.
- Inversor: 3.033 kVA @ 25°C
- Configuración dc:



- N° módulos serie: 30
 - N° Strings: 4.272
 - Potencia DC: 49,982 kWp
- Configuración de estructura
 - Seguidor horizontal de un eje, 90 módulos por seguidor
 - Inclinación: 0°
 - Pitch: 13 m
 - Largo de la mesa: 46,346 m, Ancho de la mesa: 4,106 m
- Configuración eléctrica:
 - Tensión CC: 1.500 V
 - Tensión CA: 30 kV

3 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DEL PARQUE SOLAR

Una vez conocido el recurso solar en la zona, la producción de electricidad a partir de generación fotovoltaica depende de las características técnicas de la instalación.

Según se explica en el apartado de Descripción Técnica del Proyecto, la planta fotovoltaica es diseñada buscando el mayor nivel de eficiencia y facilidad de operación.

3.1 EVALUACIÓN DE LA GENERACIÓN MEDIANTE SOFTWARE PVSYST

Mediante el software de simulación PVsyst 6.86 se introducen los parámetros característicos de la instalación tales como:

- Datos de irradiancia Global Horizontal y temperatura estimados para la zona
- Tipología de seguidor y parámetros que definen su implantación y comportamiento
- Marca y modelo de Panel Fotovoltaico, así como algunas características de comportamiento
- Marca y modelo del inversor fotovoltaico
- Configuración de módulos por strings y agrupaciones de strings del campo fotovoltaico
- Introducción de las pérdidas estimadas según la distribución de la instalación y características constructivas

Una vez introducidos estos parámetros, el software nos estima un conjunto de pérdidas globales en las condiciones de funcionamiento de la instalación fotovoltaica durante un año tipo. La distribución mensual de generación es la siguiente:



Tabla 3.- Generación fotovoltaica Proyecto

Mes	Energía total (MWh)
Enero	4.829
Febrero	6.373
Marzo	6.993
Abril	9.023
Mayo	10.904
Junio	10.631
Julio	13.801
Agosto	11.771
Septiembre	9.425
Octubre	6.904
Noviembre	4.271
Diciembre	4.858
TOTAL	99.784

Por tanto, en base a las simulaciones realizadas, se obtiene una producción específica (Yield) bruta de:

- **Yield bruta:** 1.996 kWh/kWp

A esta producción anual hay que incorporarle una estimación de la disponibilidad de la planta teniendo en cuenta las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo que se le realizan como parte de los planes de Operación y Mantenimiento. Este valor de disponibilidad anual se ha estimado en un 98,5%.

A lo largo de la vida útil de la instalación fotovoltaica se va produciendo una ligera degradación en los módulos fotovoltaicos debido a su funcionamiento, esta degradación se estima aproximadamente en un 0,7% anual,

Teniendo en cuenta estos dos parámetros descritos anteriormente, se estima una producción anual neta para el primer y segundo año de operación de:

Tabla 4.- Producción neta

Producción Bruta año 0 (MWh/año)	99.784
Disponibilidad	98,5%
Producción Neta año 0 (MWh/año)	98.287,24



Una vez realizado el estudio completo en PVSyst, se obtiene el siguiente informe:

ingenostrum. Executing your renewable vision		PVSYST V6.86	Ingenostrum (Spain)	17/02/20	Page 1/6
Avenida de la Constitución, 34, 1º Izq					
Grid-Connected System: Simulation parameters					
Project :		Ardila			
Geographical Site		Ardila		Country	Spain
Situation		Latitude	38.24° N	Longitude	-6.59° W
Time defined as		Legal Time	Time zone UT	Altitude	582 m
Meteo data:		Albedo	0.20		
		Unnamed Road	SolarGISv2.1.28 - 2018		
Simulation variant :		New simulation variant			
		Simulation date	17/02/20 13h03		
Simulation parameters		System type	Tracking system with backtracking		
Tracking plane, tilted Axis		Axis Tilt	0°	Axis Azimuth	0°
Rotation Limitations		Minimum Phi	-60°	Maximum Phi	60°
		Tracking algorithm	Astronomic calculation		
Backtracking strategy		Nb. of trackers	1424	Identical arrays	
		Tracker Spacing	13.0 m	Collector width	4.11 m
Backtracking limit angle		Phi limits	+/- 71.5°	Ground cov. Ratio (GCR)	31.6 %
Models used		Transposition	Perez	Diffuse	Imported
Horizon		Free Horizon			
Near Shadings		Linear shadings			
User's needs :		Unlimited load (grid)			
PV Array Characteristics					
PV module		Si-mono	Model	JKM 390M-72H-V	
Custom parameters definition		Manufacturer	Jinkosolar		
Number of PV modules		In series	30 modules	In parallel	4272 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	128160	Unit Nom. Power	390 Wp
Array global power		Nominal (STC)	49982 kWp	At operating cond.	45543 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	1102 V	I mpp	41329 A
Total area		Module area	257860 m²	Cell area	232534 m²
Inverter		Model	Santerno		
Custom parameters definition		Manufacturer	Santerno		
Characteristics		Operating Voltage	904-1200 V	Unit Nom. Power	2730 kWac
				Max. power (=>25°C)	3033 kWac
Inverter pack		Nb. of inverters	15 units	Total Power	40950 kWac
				Pnom ratio	1.22
PV Array loss factors					
Array Soiling Losses				Loss Fraction	2.0 %
Thermal Loss factor		Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss		Global array res.	0.29 mOhm	Loss Fraction	1.0 % at STC
LID - Light Induced Degradation				Loss Fraction	2.0 %
Module Quality Loss				Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses				Loss Fraction	1.0 % at MPP

PVsyet Licensed to: Ingenostрум (Spain)



ingenostrum. Executing your renewable vision	PVSYST V6.86	Ingenostrum (Spain)	17/02/20	Page 2/6
	Avenida de la Constitución, 34, 1º Izq			

Grid-Connected System: Simulation parameters

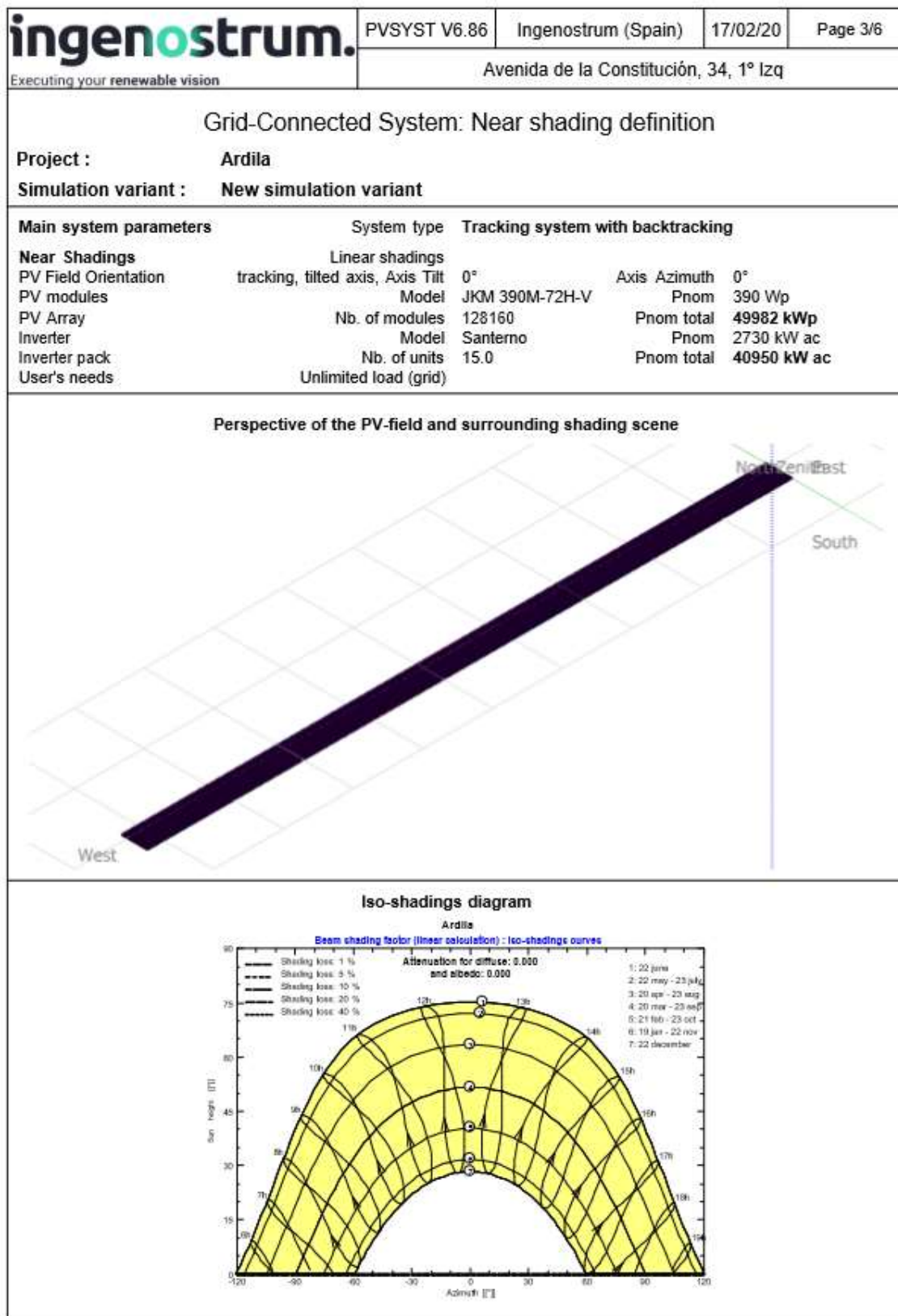
Incidence effect (IAM): User defined profile

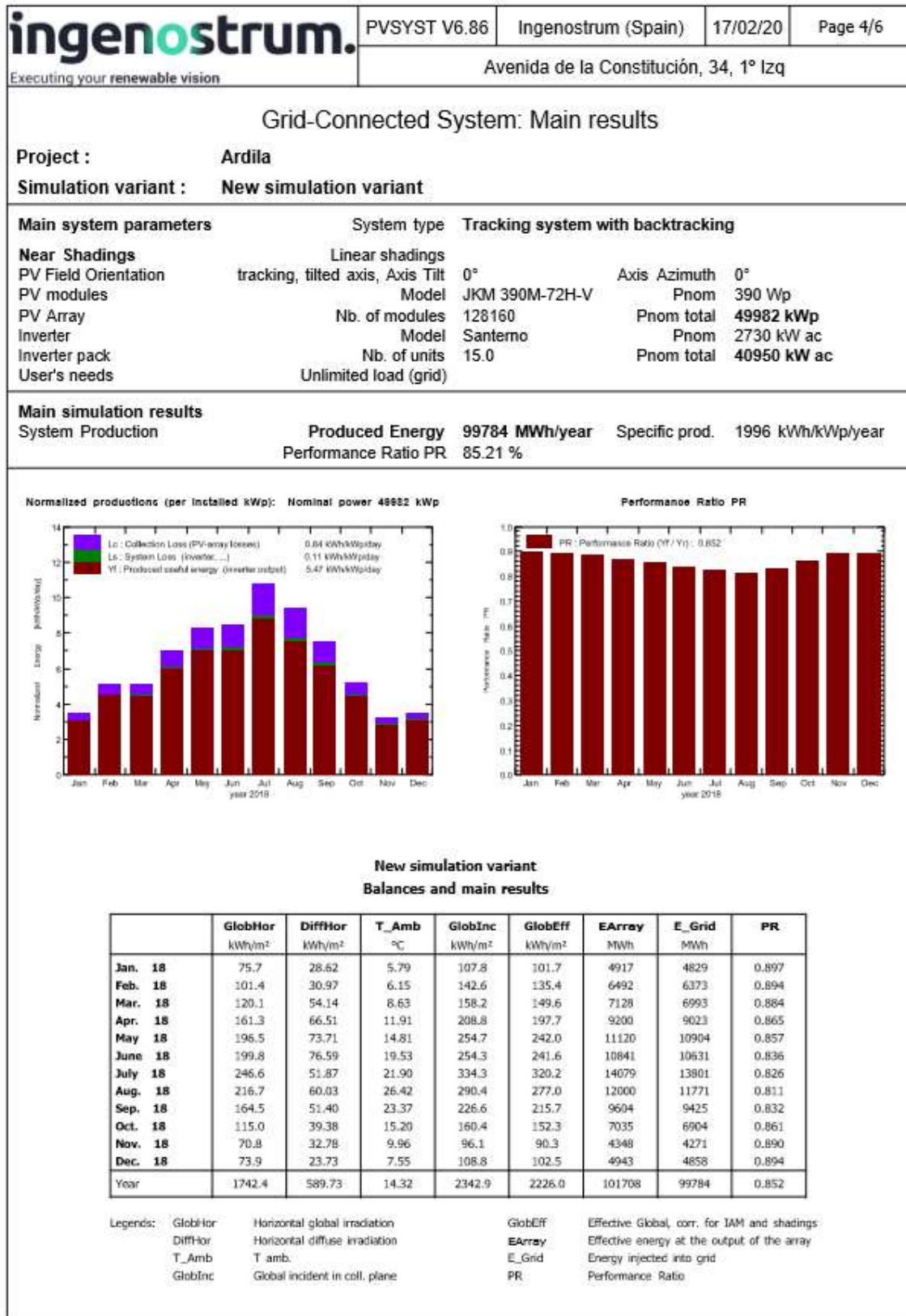
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.995	0.982	0.933	0.879	0.765	0.545	0.000

System loss factors

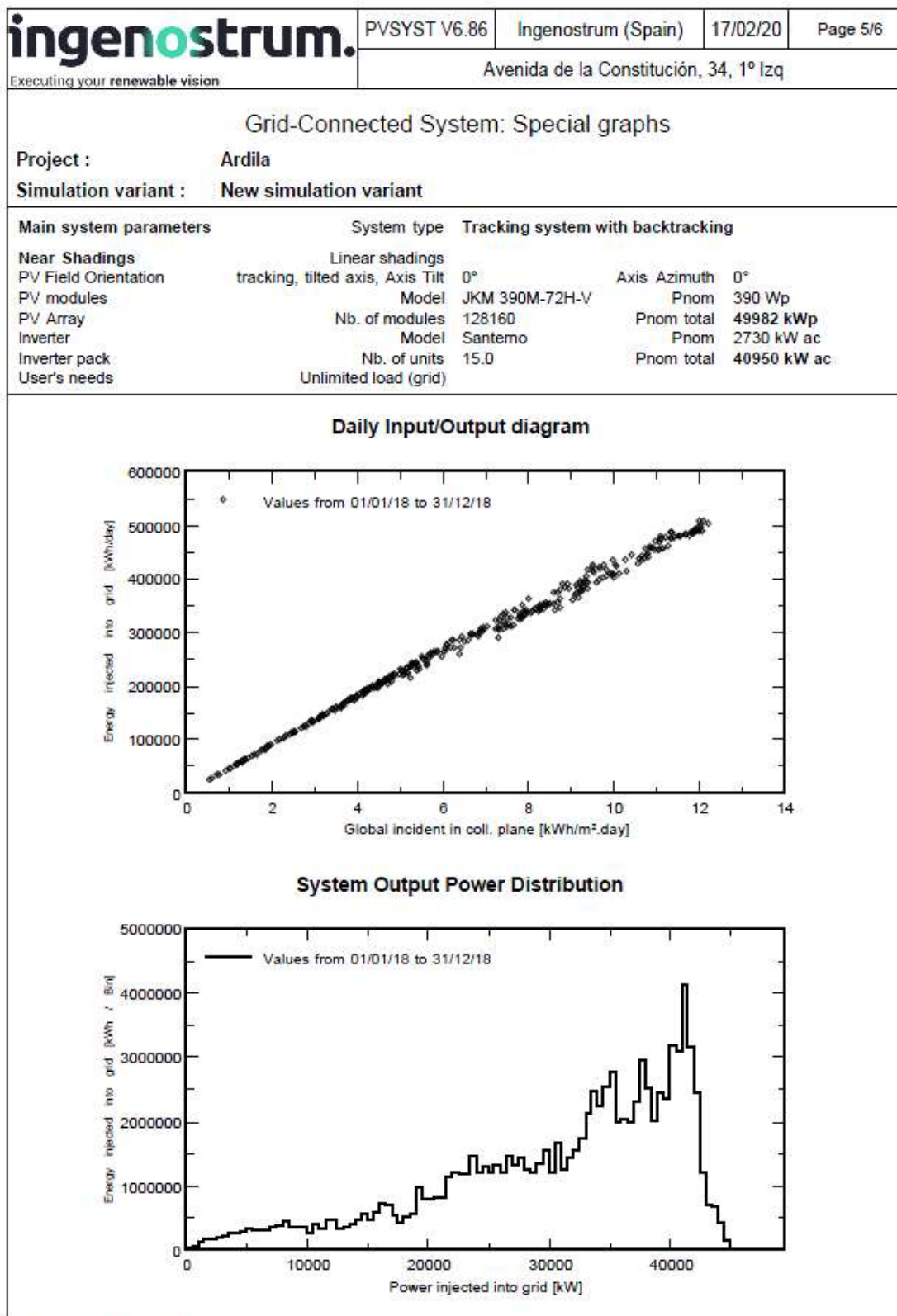
AC loss, transfo to injection	Grid Voltage	30 kV	
	Wires: 3x700.0 mm ²	4169 m	Loss Fraction 0.6 % at STC
External transformer	Iron loss (24H connexion)	0 W	Loss Fraction 0.0 % at STC
	Resistive/Inductive losses	0.000 mOhm	Loss Fraction 0.0 % at STC

PVSyst Licensed to Ingenostrum (Spain)

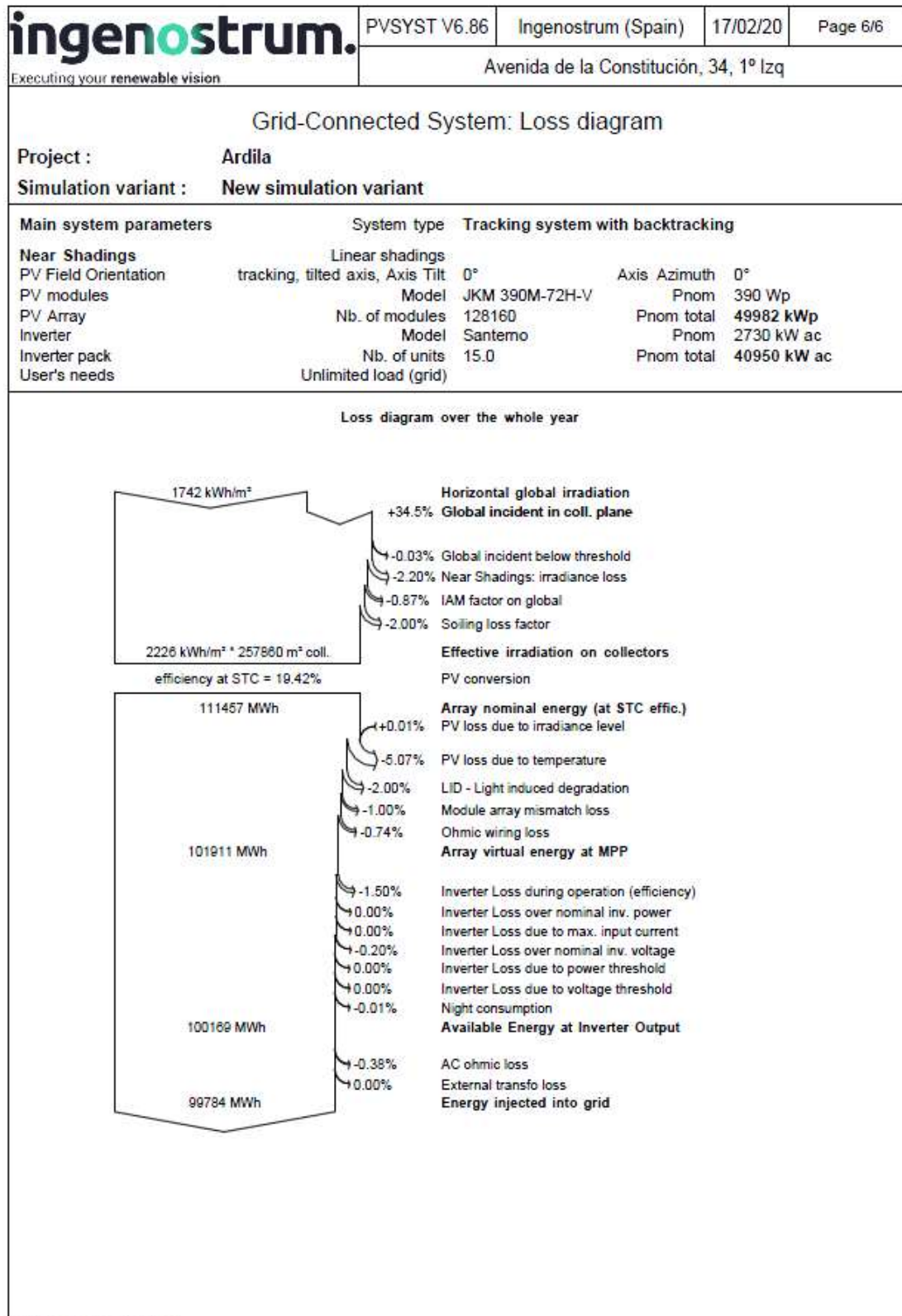




PVSyst Licensed to Ingenostрум (Spain)



PVSyst Licensed to Ingenostrum (Spain)



PVsystr Licensed to: ingenostrum (Spain)

Avd. de la Constitución, 34 1º
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57-1 322 99 14

Calle Vicente Aleixandre,
Nº 1, Despacho 4
06800 Mérida, España
+36 955 265 260

Calle Melquiades Álvarez,
Nº 23,1º
28003 Madrid, España
+34 955 265 260

WWW.INGENOSTRUM.COM

The background of the entire page is a photograph of a vast solar farm with rows of solar panels stretching towards a range of mountains under a clear sky. A large, solid teal circle is positioned in the upper left quadrant, partially overlapping the sky and mountains. The company logo is centered within this circle.

ingenostrum.

Executing your renewable vision



Executing your **renewable** vision

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA

Nº- SP.0045.2.M.CT.F401-0A

PLIEGO DE CONDICIONES

FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ (ESPAÑA)

Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
00	27/08/19	Emisión Inicial	EGC	JMJ	JBM



Contenido

1	OBJETO	6
2	CONDICIONES FACULTATIVAS.....	6
2.1	Técnico Director de Obra.....	6
2.2	Constructor o Instalador.....	7
2.3	Verificación de los Documentos del Proyecto	7
2.4	Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo	8
2.5	Presencia del Constructor o Instalador en la Obra	8
2.6	Trabajos no Estipulados Expresamente	8
2.7	Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de los Documentos	9
2.8	Reclamaciones contra las Órdenes de la Dirección Facultativa	9
2.9	Faltas de Personal	9
2.10	Caminos y Accesos	9
2.11	Replanteo	10
2.12	Comienzo de la Obra. Ritmo de Ejecución de los Trabajos.....	10
2.13	Orden de los Trabajos	10
2.14	Facilidades para otros Contratistas	10
2.15	Ampliación del Proyecto por Causas Imprevistas o de Fuerza Mayor	11
2.16	Prórroga por Causa de Fuerza Mayor	11
2.17	Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el Retraso de la Obra.....	11
2.18	Condiciones Generales de Ejecución de los Trabajos	11
2.19	Obras Ocultas.....	11
2.20	Trabajos Defectuosos	12
2.21	Vicios Ocultos	12
2.22	De los Materiales y los Aparatos. Su Procedencia	12
2.23	Materiales no Utilizables	13
2.24	Gastos Ocasionados por Pruebas y Ensayos.....	13
2.25	Limpieza de las Obras.....	13
2.26	Documentación Final de la Obra	13
2.27	Plazo de Garantía	13
2.28	Conservación de las Obras Recibidas Provisionalmente	14
2.29	De la recepción Definitiva.....	14
2.30	Prórroga del Plazo de Garantía	14



2.31	De las Recepciones de Trabajos cuya contrata haya sido rescindida	14
3	CONDICIONES ECONÓMICAS	15
3.1	Composición de los Precios Unitarios	15
3.2	Precio de Contrata. Importe de Contrata	16
3.3	Precios Contradictorios	16
3.4	Reclamaciones de Aumento de Precios por Causas Diversas	16
3.5	De la Revisión de los Precios Contratados	17
3.6	Acopio de Materiales	17
3.7	Responsabilidad del Constructor o Instalador en el Rendimiento	17
3.8	Relaciones Valoradas y Certificaciones	17
3.9	Mejoras de Obras Libremente Ejecutadas	18
3.10	Abono de Trabajos Presupuestados con Partida Alzada	18
3.11	Pagos	19
3.12	Indemnización por Retraso no Justificado	19
3.13	Demora de los Pagos	19
3.14	Mejoras y Aumentos de Obra. Casos Contrarios	19
3.15	Unidades de obra Defectuosas pero Aceptables	20
3.16	Seguro de las Obras	20
3.17	Conservación de la Obra	21
3.18	Uso por el Contratista del Edificio o Bienes del Propietario	21
3.19	De Contradicción entre el Presente Pliego de Condiciones y el Contrato	21
4	CONDICIONES LEGALES	22
4.1	Normas reglamentos y demás Disposiciones vigentes	22
4.2	Normas de seguridad y salud en el trabajo	22
4.3	Reglamentación urbanística	22
5	CONDICIONES TÉCNICAS	23
5.1	Ámbito de Aplicación	23
5.2	Obra Civil	23
5.3	Ejecución	30
5.4	Control de Calidad	40
5.5	Criterios de Aceptación y Rechazo	44
5.6	Identificación y Evaluación de Riesgos.	47
5.7	Control Medio Ambiental.	47

5.8 Canalizaciones de BT 48

5.9 Conductores..... 59

5.10 Protecciones 67

5.11 Estructura Soporte 77



1 OBJETO

El presente Pliego de Condiciones, como parte del proyecto fotovoltaico Ardila, tiene por finalidad regular la ejecución de las obras, fijando los niveles técnicos, económicos y facultativos que se han de exigir para garantizar la calidad y seguridad de la ejecución del proyecto, en beneficio del usuario y el propio desarrollo de esta tecnología.

El contenido del pliego contiene:

- Condiciones facultativas
- Condiciones Económicas
- Condiciones Legales
- Condiciones Técnicas

2 CONDICIONES FACULTATIVAS

La Dirección Técnica de las obras e instalaciones que comprende el presente proyecto, será llevada a cabo por cualquier técnico cualificado designado por la propiedad, que disponga como mínimo del título de grado medio.

2.1 TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA

Corresponde a la Dirección Técnica:

- 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 Constructor o Instalador.
- 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 control, 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 Constructor o Instalador, impartiendo, 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 será llevado a cabo por el equipo facultativo que para ello se designe.

2.2 CONSTRUCTOR O INSTALADOR

Corresponde al Constructor o Instalador:

- 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 el Técnico Director 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.
- 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.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director 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 el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

2.3 VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

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

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.



2.4 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El Constructor o Instalador, 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.

2.5 PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, 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.

2.6 TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Es obligación de la contrata 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 el Técnico Director 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.



2.7 INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

2.8 RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas 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 al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

2.9 FALTAS DE PERSONAL

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

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

2.10 CAMINOS Y ACCESOS

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.



Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al 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.

2.11 REPLANTEO

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

2.12 COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

2.13 ORDEN DE LOS TRABAJOS

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

2.14 FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

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

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.



2.15 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 Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

2.16 PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

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

2.17 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 que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

2.18 CONDICIONES GENERALES DE 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 Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

2.19 OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.



2.20 TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, 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 Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y 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.

2.21 VICIOS OCULTOS

Si el Técnico 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 Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

2.22 DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.



2.23 MATERIALES NO UTILIZABLES

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

2.24 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 de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

2.25 LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, 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.

2.26 DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

2.27 PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de doce meses, y 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.

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.



2.28 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

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 durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, 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.

2.29 DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA

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

2.30 PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

2.31 DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.



3 CONDICIONES ECONÓMICAS

3.1 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.

Se considerarán 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 maquinaria 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.

Se considerarán costes indirectos:

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

Se considerarán Gastos Generales:

- 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 9 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.

3.2 PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 9 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.

3.3 PRECIOS CONTRADICTORIOS

Salvo que condiciones contractuales entre Contrata y Promotor se establezca otro destino:

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico 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.

3.4 RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

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



3.5 DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Una vez que el Contratista y el Promotor cierran el contrato económico de la ejecución de las obras NO SE PROCEDERÁ A REVISIÓN DE PRECIOS.

3.6 ACOPIO DE MATERIALES

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

3.7 RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL RENDIMIENTO

Si de los partes mensuales, o cualquier solución bajo forma contractual entre Contratista y Promotor para la elaboración de las certificaciones parciales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos o calidades, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos o calidades normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción o calidad en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos o calidades no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones 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.

3.8 RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el 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, se le facilitarán por el Técnico 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, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

3.9 MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

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

3.10 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 Promotor, 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, el Técnico Director indicará al Contratista y 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.

3.11 PAGOS

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

3.12 INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO

La indemnización por retraso en la terminación 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 Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

3.13 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.

3.14 MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las



unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.15 UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACCEPTABLES

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

3.16 SEGURO DE LAS OBRAS

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

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.



3.17 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 el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio 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 y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

3.18 USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

3.19 DE CONTRADICCIÓN ENTRE EL PRESENTE PLIEGO DE CONDICIONES Y EL CONTRATO

En todo caso prevalecerá los acuerdos y cláusulas que de mutuo acuerdo hayan pactado contratista o instalador y promotor de las obras.

Cuando tal circunstancia se produjera, el Técnico Directo puede solicitar al Contratista una copia de dichos acuerdos o contratos suscritos en forma de Contrato Legal y deberá estar firmado por las partes que acuerden tal Documento.



4 CONDICIONES LEGALES

4.1 NORMAS REGLAMENTOS Y DEMÁS DISPOSICIONES VIGENTES

El Constructor está obligado a cumplir toda la reglamentación vigente tanto en lo referente a las condiciones de contratación laboral, seguridad y salud en el trabajo, así como a las técnicas a que se hace referencia en el Proyecto.

4.2 NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Al Contratista se le considera en conocimiento del REGLAMENTO NACIONAL DEL TRABAJO EN LAS INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS (Orden del Ministerio de trabajo de 11 de abril de 1946) del REGLAMENTO DE LA SEGURIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN (Órdenes de 20 de mayo de 1952 y 23 de septiembre de 1966), de la ORDENANZA DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (Orden de 9 de marzo de 1971) y de la RESPONSABILIDAD GENERAL POR NEGLIGENCIAS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN (Circular 5/65 de la Fiscalía del Tribunal Supremo) y de que viene obligado a cumplimentarlas y a tomar las medidas de seguridad necesarias para salvaguardar la integridad física de las personas, tanto integrantes de la obra como ajenas a ella.

4.3 REGLAMENTACIÓN URBANÍSTICA

La obra a construir habrá de atenerse a todas las limitaciones del Proyecto aprobado por los organismos competentes, y en especial a lo referente a volumen, alturas, emplazamiento, ocupación de solar, etc., de acuerdo con el P.G.O.U. Municipal. Recordando que cualquier infracción puede ser sancionada de acuerdo con lo legislado en la Reforma de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana de 1976 y reglamentos correspondientes.



5 CONDICIONES TÉCNICAS

5.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación del presente pliego se refiere al sistema integrado por:

- Obra Civil en todas sus formas de Ejecución del Parque Solar.
- Instalaciones de BT tanto de Generación como de Servicios Auxiliares.
- Instalaciones Complementarias tales como Seguridad, Monitorización, Comunicaciones, y de Suministros de servicios como Fosa Aséptica o suministro de Aguas.

Estas obras contemplan el suministro y montaje de los materiales necesarios en la construcción de los Centros, así como la puesta en servicio de los mismos.

Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

5.2 OBRA CIVIL

5.2.1 General

5.2.1.1 Normativa de consulta

- Pliego de prescripciones técnicas para obras de carreteras y puentes, PG-3.
- Instrucción de hormigón estructural, aprobado por el RD 2661/1998.
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-08) aprobada por Real Decreto 956/2008 de 19 de junio
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por RD (1371/2007)
- LEY 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental
- RD 1627/1997, por el que establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de la construcción.
- RD 105/08 por el que se regula producción y gestión de los residuos de construcción y demolición
- Normas UNE

En general, cuantas prescripciones figuran en los Reglamentos, Normas e Instrucciones Oficiales que guarden relación con obras del presente Proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Si alguna de las normas anteriormente relacionadas regula de modo distinto algún concepto, se entenderá de aplicación la más restrictiva. De manera análoga, si lo preceptuado para alguna materia por las citadas normas estuviera en contradicción con lo prescrito en el presente Documento, prevalecerá lo establecido en este último.



Las contradicciones que puedan existir entre los distintos condicionados, serán resueltas por la Dirección de Obra, que así mismo determinará, la normativa a seguir en caso de contradicción.

5.2.1.2 Trazado.

Para el diseño trazado en planta y vertical se seguirán lo indicado en la Norma 3.1-IC. Trazado.

Se seguirán las indicaciones del art. 7.4.5 de la Norma 3.1-IC: "Trazado, para el acceso a carreteras nacionales, vías de servicio o cualquier otro tipo de vía pública".

De manera general, y en caso de que no especifique lo contrario, se partirá de los siguientes criterios:

- Velocidad de proyecto: 30 km/h.
- Ancho de rodadura: 4 m.
- Bombeo: mínimo de 2% y máximo de 6%.
- Profundidad de cunetas: 0,5 m.
- Talud de cunetas: 2:1.
- Pendiente de proyecto máxima admisible: 8%.
- Se intentará minimizar en todo lo posible los movimientos de tierras.
- Los caminos no llevarán arceles ni bermas.

5.2.1.3 Explanada

Para el diseño de la explanada se seguirá lo indicado en el art. 5 de la Norma 6.1-IC. Secciones de firme.

De forma general y salvo indicaciones contrarias del proyectista se considerará un tráfico de IMDp T42, con tráfico de vehículos pesados menor de 25 al día.

Para la clasificación del tipo de material de suelo para la explanada, se atenderá a lo indicado en el art. 330 del PG-3, mediante el cumplimiento de los requisitos de los distintos tipos de suelos.

Para obtener el tipo de explanada se atenderá a lo expuesto en el art. 5.1 la Norma 6.1-IC. Secciones de firme.

Los tipos de suelo para material de explanada cumplirán con el art. 330 del Pliego de Condiciones Generales PG-3. Igualmente cumplirán con lo prescrito en la presente especificación.

La cota de la explanada deberá quedar al menos a sesenta centímetros (60 cm) por encima del nivel más alto previsible de la capa freática donde el macizo de apoyo esté formado por suelos seleccionados; a ochenta centímetros (80 cm) donde esté formado por suelos adecuados; a cien centímetros (100 cm) donde



sean tolerables, y a ciento veinte centímetros (120 cm) donde sean marginales o inadecuados.

A tal fin se adoptarán medidas tales como la elevación de la cota de la explanada, la colocación de drenes subterráneos, la interposición de geotextiles o de una capa drenante, etc., asegurando además la evacuación del agua que se pueda infiltrar a través del firme de la calzada y de los arcnos.

Como norma general, excepto que el Proyectista prescriba lo contrario, la sub-base se formará con el propio terreno, y tendrá el espesor necesario para transmitir y soportar los esfuerzos. Los materiales de la sub-base deberá cumplir lo especificado en el art. 330 del Pliego PG-3.

5.2.1.4 Secciones de firme

Para el diseño de las secciones de firme se seguirá lo indicado en el art. 6 de la Norma 6.1-IC. Secciones de firme.

Como norma general, excepto que el Proyectista prescriba lo contrario, la base de rodadura será de zahorra artificial con un espesor mínimo de 30 cm.

Los materiales de zahorra cumplirán con lo indicado en el art. 510 del Pliego PG-3.

5.2.1.5 Drenajes

Para el cálculo de los elementos de drenaje y pequeñas obras de paso, se considerará un periodo de retorno mínimo de 10 años.

La velocidad máxima de evacuación de aguas se corresponderá con las indicadas según la naturaleza del terreno en la tabla 1.3 de la Instrucción 5.2-IC. Drenaje superficial.

El caudal de referencia se calculará en función de lo indicado en el aptdo. 2 de la Instrucción 5.2-IC. Drenaje superficial.

A fin de disminuir todo lo posible los caudales a evacuar, se desaguará la red de drenaje superficial siempre que sea posible, excepto en zonas muy sensibles a la contaminación donde convenga evitar todo vertido de aguas pluviales.

5.2.2 Materiales y equipos

5.2.2.1 Hormigón

Los hormigones que aquí se definen, así como los materiales que lo componen, cumplirán las especificaciones indicadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)", así como en el Pliego de Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Los componentes del hormigón serán:



- Cemento.
- Agua.
- Áridos.
- Aditivos. En el caso de que así se prescriban.

El hormigón a emplear para las cimentaciones será del tipo que prescriba el Fabricante de las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos o bien el Proyectista de la totalidad del proyecto. Las características del hormigón detallarán como mínimo:

- Resistencia característica especificada.
- La resistencia mínima del hormigón en masa será $f_{ck} > 20 \text{ N/mm}^2$
- La resistencia mínima del hormigón armado será $f_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$
- Docilidad.
- Tamaño máximo del árido: especificado por el Proyectista o en su defecto 40 mm
- Contenidos de cemento y relación agua/cemento compatible con el ambiente y el tipo de función del hormigón.

El hormigón a emplear para las cimentaciones directas mediante zapatas aisladas o bien mediante zapatas combinadas será siempre procedente de central.

La docilidad del hormigón será dictaminada por las consideraciones de la Dirección Facultativa.

5.2.2.2 Cementos

Las especificaciones de los cementos que se usarán en las cimentaciones directas para estructuras soporte de módulos fotovoltaicos, atenderán a lo dictado a la Instrucción para la recepción de Cementos RC-03 y en la Instrucción EHE-08, así como a las siguientes Normas UNE:

- UNE 80 301 Cementos. Cementos comunes. Composición, especificaciones y criterios de conformidad.
- UNE 80 303 Cementos resistentes a sulfatos y/o agua de mar.
- UNE 80 305 Cementos blancos.

5.2.2.3 Agua

El agua usada tanto para el amasado como el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente dañino en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de la armadura frente a la corrosión.

En caso de origen dudoso del agua, se procederá al análisis de la misma, que deberá cumplir los requisitos especificados en la EHE-08. No podrá usarse agua de mar o aguas salinas para el hormigón armado o pretensado.



5.2.2.4 Áridos

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego PG-3 y en la Instrucción EHE-08.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En cualquier caso, el suministrador de áridos garantizará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones que se indican en la Instrucción EHE-08 hasta la recepción de éstos.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la naturaleza de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convenga a cada caso.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Los áridos deben ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla.

Por su parte, el fabricante de hormigón, que está obligado a emplear áridos que cumplan las especificaciones señaladas en la Instrucción EHE-08, deberá en caso de duda, realizar los correspondientes ensayos.

El tamaño de los áridos será prescrito por el Fabricante de las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos o por el Projectista de la totalidad del proyecto.

5.2.2.5 Aditivos

Aditivos son aquellas sustancias o productos que, incorporados al hormigón antes del amasado (o durante el mismo o en el transcurso de un amasado suplementario) en una proporción no superior al 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco o endurecido, de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes.



En los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:2010, así como el certificado de garantía del fabricante de que las características y especialmente el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función principal deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni representar peligro para las armaduras.

Los aditivos se transportarán y almacenarán de manera que se evite su contaminación y que sus propiedades no se vean afectadas por factores físicos o químicos (heladas, altas temperaturas, etc.). El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado, según la PNE-prEN 934.

Los aditivos que modifiquen el comportamiento reológico del hormigón deberán cumplir la UNE EN 934-2:2010. Los aditivos que modifiquen el tiempo de fraguado deberán cumplir la UNE EN 934-2:2010.

5.2.2.6 Arenas

Las arenas serán de naturaleza silíceas, no admitiéndose arenas cuyas sustancias perjudiciales excedan de los porcentajes referidos en peso seco, determinados según las normas de ensayo UNE.

No se utilizarán áridos finos que presenten una proporción de materiales orgánicos tal que ensayados con arreglo al método de ensayo, produzca una sustancia más oscura que la sustancia patrón.

Para la arena destinada a confección de morteros, habrán de cumplirse las siguientes condiciones:

- Tamaño máximo de granos tal que la arena pase por un tamiz de abertura no superior a 3,3 mm (1/3 del espesor del tendel)
- Contenido en finos, determinado por tamizado, en legislación, que pase por el tamiz 0,008 no será superior al 15% del peso total de la muestra.
- El contenido total de materiales perjudiciales tales como mica, yeso, feldespatos, etc, no será nunca superior al 20%.

5.2.2.7 Cementos

Los cementos que se usarán para la confección de morteros atenderán a lo dictado a la Instrucción para la recepción de Cementos RC-03 y en la Instrucción EHE-08.

El tipo de cemento para la confección de mortero será determinado por la Dirección Técnica.

La temperatura de llegada del cemento a la obra será inferior de 70° C, cualquiera que sea la forma de suministro de esta, estará igualmente defendido frente a la humedad en todo momento y se conservará en locales cubiertos, secos y ventilados.

5.2.2.8 Morteros.



Se usará el mortero de alta resistencia para el relleno de las coqueras superficiales de las zapatas aisladas y zapatas combinadas.

El mortero usará los componentes de cemento, arenas y aguas especificados por la dirección técnica, en las proporciones que esta indique.

El mortero de cemento podrá usarse dentro de las 2 horas siguientes a su amasado. Durante este tiempo podrá añadirse agua para compensar la pérdida de agua del amasado. Pasado esta fracción de tiempo, el mortero será desechado sin volver a ser utilizado.

5.2.2.9 Gravas

Las gravas utilizadas para mejora de la capacidad portante del suelo cumplirán con lo prescrito en la Instrucción EHE-08.

No se admitirán gravas cuyas sustancias perjudiciales excedan de los porcentajes referidos en peso seco, determinados según las normas de ensayo UNE.

El árido grueso estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los álcalis de que contenga el cemento.

Se comprobará que las gravas no presenten una pérdida de peso superior al 12% y al 18% al ser sometido a cinco ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato sódico y sulfato magnésico respectivamente, de acuerdo con el método de ensayo.

El coeficiente de forma del árido grueso, determinado según el método de ensayo, no deberá ser inferior a 0,15.

5.2.2.10 Elementos de hormigón prefabricado. Generalidades

Los elementos de hormigón prefabricado cumplirán con lo prescrito en:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Instrucción para la Recepción de Cementos.
- "Hormigones" y "Obras de hormigón en masa o armado" del PG-3.

5.2.2.11 Elementos de hormigón prefabricado. Arquetas

Las arquetas prefabricadas cumplirán con las normas UNE EN 1917 y complemento nacional UNE 127917.

Las arquetas usadas para los drenajes serán con fondo, de hormigón HM-20, y tendrán las dimensiones especificadas por el Proyectista.

Las arquetas estarán en perfecto estado, sin grietas ni agujeros. Las superficies no presentarán irregularidades como tampoco presentarán coqueras.



5.2.3 Hormigones

Los hormigones que aquí se definen cumplirán las especificaciones indicadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" y a lo indicado en el art. 610 de Pliego PG-3, así como las especificaciones adicionales contenidas en esta especificación.

El hormigón que será siempre fabricado en central, la cual dispondrá de distintivo reconocido o certificado EHE-08, o bien un Sello o Marca de Calidad oficialmente reconocido por un Centro Directivo de las Administraciones Públicas con competencias en construcción.

Cada carga de hormigón, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

- 1. Nombre de la central de fabricación de hormigón.
- 2. Número de serie de la hoja de suministro.
- 3. Fecha de entrega.
- 4. Nombre del peticionario y del responsable de la recepción, según 69.2.9.2.
- 5. Especificación del hormigón.

5.2.3.1 Cemento.

En los documentos de origen del cemento, figurarán la clase y categoría del conglomerado de así como la garantía del fabricante de que el cemento cumple con las características exigidas.

Antes de ser usado el cemento para la elaboración de morteros, el Contratista deberá presentar a la Dirección técnica el cemento para la aprobación de su uso.

5.2.3.2 Zahorras

Las partidas de zahorras presentarán en su entrega Certificado de Declaración de Conformidad CE según norma UNE.

5.3 EJECUCIÓN

5.3.1 Responsabilidades

Responsabilidades del contratista

El contratista será responsable del cumplimiento de todas las disposiciones de la presente especificación. Entre ellas:

- Calidad de los materiales y equipos conforme a lo especificado.
- Realización de los replanteos previos a la ejecución de las unidades de obra.
- Ejecución de los trabajos conforme a procedimiento especificado.



- Comunicar a la Dirección Técnica cualquier cambio que pretenda realizarse en los materiales y equipos o en la ejecución de las unidades de obra para su aprobación.
- Ejecución de los trabajos conforme a las restricciones y condicionantes técnicos reflejados en todos los permisos y licencias administrativas necesarias para la autorización administrativa del Proyecto.
- Cumplimiento del preceptivo plan de calidad.
- Cumplimiento del cronograma de ejecución de los trabajos de la obra, conforme a los rendimientos indicados por el propio contratista.
- Presentar a la Dirección Facultativa los materiales y equipos a instalar previamente a la ejecución de las obras y/o instalación de los equipos.
- Entrega a la Dirección Facultativa de la documentación de producto y certificados de calidad de los materiales
- Cumplimiento preceptivo del plan de Seguridad y Salud integral de la obra.
- Cumplimiento del control medioambiental de la obra.
- Limpieza de la obra durante y el termino de los trabajos correspondiente a la misma.
- Elaborar el cronograma de ejecución de los trabajos de la obra conforme a los rendimientos adecuados.

Responsabilidades de la Dirección Técnica

Será responsabilidad de la Dirección Técnica de la Obra:

- Redactar el documento técnico de estudios y análisis del Proyecto de ejecución de las obras.
- Verificar y aprobar el replanteo de las diferentes unidades de obra realizado por el contratista.
- Aprobar o denegar las modificaciones al Proyecto propuesta por el Contratista.
- Analizar y aportar soluciones a los problemas que se planteen durante el periodo de ejecución de las obras.
- Solicitar o disponer las pruebas, las comprobaciones o ensayos de los materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable.

5.3.2 Procedimiento de ejecución

Estudios previos

Se realizará un análisis conjunto por parte de la Dirección Facultativa y el Contratista del Proyecto, comparando los elementos proyectados con la realidad física del terreno y de la ejecución propia de los trabajos, tratando de llegar a las conclusiones que identifiquen:

- Condicionantes técnicos por condiciones de terreno para la ejecución de los trabajos.



- Condicionantes técnicos por dificultades de acceso al lugar de las obras.
- Condicionantes administrativos que afecten a la ejecución de los trabajos.
- Elementos que puedan ocasionar retrasos en la ejecución de los trabajos.
- Soluciones a los elementos identificados.

Replanteo del desbroce

Se seguirán los procedimientos prescritos en la especificación de proyecto. Replanteos Topográficos, para el presente proyecto. Se utilizarán los equipos y materiales prescritos en dichas especificaciones.

El replanteo deberá contar con la aprobación de la Dirección Facultativa.

Desbroce

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, así como a los condicionantes impuestos en la Declaración de Impacto Ambiental emitida por la Administración competente en materia Medio Ambiental.

No se realizará desbroce sobre elementos arbóreos o sobre regeneración natural de especies arbóreas. Para tal fin, se señalarán los elementos arbóreos que se deban respetar en el desbroce.

Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto y verificadas o definidas durante la obra.

La profundidad de desbroce será de un mínimo de 40 cm, a excepción de los casos en el que el Projectista prescriba profundidades distintas.

Los deshechos serán transportados a vertedero, incinerados o enterrados, según el caso, cumpliendo las normas existentes sobre la incineración e informándose sobre propagación posible de plagas.

La tierra vegetal procedente de desbroce se dispondrá para su ubicación definitiva en el menor tiempo posible. Si no fuese posible, se deberá apilar en montones con una altura que no supere los 2 m.

En zonas muy blandas o pantanosas la retirada de la capa de tierra vegetal puede ser inadecuada, por poder constituir una costra más resistente y menos deformable que el terreno subyacente. En estos casos y en todos aquellos en que, según el Proyecto o el Director de las Obras, el mantenimiento de dicha capa sea beneficioso, ésta no se retirará.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas existentes.

El Contratista deberá disponer 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, éste deberá reemplazarlos, con la aprobación del Director de las Obras, sin costo para la Propiedad.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones del Director de las Obras.

Los trabajos se realizarán de forma que no se produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

Escarificación y compactación

La operación se llevará a cabo de forma que sea mínimo el tiempo que medie entre el desbroce, o en su caso excavación, y el comienzo de éstas

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con las profundidades que estipulen el Proyecto o el Director de las Obras, no debiendo en ningún caso afectar esta operación a una profundidad menor de quince centímetros (15 cm), ni mayor de cincuenta centímetros (50 cm). En este último caso sería preceptiva la retirada del material y su posterior colocación por tongadas siendo aplicable el articulado correspondiente a movimiento de tierras.

Deberán señalarse y tratarse específicamente aquellas zonas en que la operación pueda interferir con obras subyacentes de drenaje o refuerzo del terreno

Replanteo de la explanación

Se realizará transcurridas las operaciones de desbroce.

Se seguirán los procedimientos prescritos en la especificación de proyecto. Replanteos Topográficos, para el presente proyecto. Se utilizarán los equipos y materiales prescritos en dichas especificaciones.

El replanteo deberá contar con la aprobación de la Dirección Facultativa.

Excavación de la explanada.

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en el Proyecto.

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 las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje y las cunetas, bordillos, y demás elementos de desagüe, se dispondrán de modo que no se produzca erosión en los taludes.

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 las Obras, 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 las Obras 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 art. 300.2.2 del PG-3, y el lugar de acopio deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

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, y se transportarán directamente a las zonas previstas en el mismo, en su defecto, se estará a lo que, al respecto, disponga el Director de las Obras.

No se desechará ningún material excavado sin la previa autorización del Director de las Obras.

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 las Obras.

Las rocas o bolos de piedra que aparezcan en la explanada, en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse, a menos que el Contratista prefiera triturarlos al tamaño que se le ordene.

El material extraído en exceso podrá utilizarse en la ampliación de terraplenes, si así está definido en el Proyecto o lo autoriza el Director de las Obras, debiéndose cumplir las mismas condiciones de acabado superficial que el relleno sin ampliar.

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 las Obras a propuesta del Contratista, quien deberá obtener a su costa los oportunos permisos y facilitar copia de los mismos al Director de las Obras.

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en evitar dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada de la carretera. Cuando los taludes excavados tengan zonas inestables o la cimentación de la futura explanada presente cavidades, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias, con la aprobación del Director de las Obras.

Se cuidará especialmente la subrasante que se establezca en los desmontes en roca debiendo ésta presentar una superficie que permita un perfecto drenaje sin encharcamientos, y en los casos en que por efecto de la voladura se generen zonas sin desagüe se deberán eliminar éstas mediante la aplicación de hormigón de saneo que genere la superficie de la subrasante de acuerdo con los planos establecidos para las mismas y con las tolerancias previstas en el Proyecto, no siendo estas operaciones de abono.



Cuando interese de manera especial que las superficies de los taludes excavados presenten una buena terminación y se requiera, por tanto, realizar las operaciones precisas para tal fin, se seguirán las prescripciones del art. 322, "Excavación especial de taludes en roca" del Pliego PG-3.

El Director de las Obras podrá prohibir la utilización de métodos de voladura que considere peligrosos o dañinos, aunque la autorización no exime al Contratista de la responsabilidad por los daños ocasionados como consecuencia de tales trabajos.

Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará al Director de las Obras, 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.

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.

El material vertido en caballeros 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 las Obras podrá requerir del Contratista que retire esos materiales y los sustituya por material de relleno apropiado. Antes y después de la excavación y de la colocación de este relleno se tomarán perfiles transversales

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. En el caso que la excavación del talud sea definitiva y se realice mediante perforación y voladura de roca, se cumplirá lo dispuesto en el art. 322, "Excavación especial de taludes en roca" del Pliego PG-3.

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.



Excavación y relleno de zanjas

Previo a la excavación de la zanja, se realizará el replanteo de las mismas siguiendo lo prescrito en la especificación de proyecto.

Las zanjas se ajustarán al trazado realizado en el replanteo y cumplirán con las dimensiones, profundidades y pendientes indicadas en el Proyecto de Ejecución, según planos de secciones tipo o según las órdenes de la Dirección Facultativa.

La excavación de las zanjas se realizará mediante la pala de una retroexcavadora. En la medida que sea posible la retroexcavadora se posicionará sobre el eje de la zanja.

En terrenos rocosos la excavación se realizará mediante el acoplamiento de una punta martillo a la retroexcavadora o cualquier otro método aprobado por el Director de la Oba. No se utilizará método de excavación por voladura.

Deberá dejarse la superficie del fondo de la zanja limpia y firme, y escalonada si se requiere. Se elimina del fondo todos los materiales sueltos o flojos y se rellenan huecos y grietas. Se quitan las rocas sueltas o disgregadas y todo material que se haya desprendido de los taludes.

Los acopios de material extraído de la zanja se depositará como mínimo a una distancia de 1,5 m del borde de la zanja.

Las zanjas o pozos que tengan una profundidad menor o igual a un metro veinticinco centímetros (1,25 m) podrán ser excavadas con taludes verticales y sin entibación.

En el caso de cruzamientos con líneas eléctricas, conducciones de agua, gas o cualquier otro tipo de elementos, habrá presente personal de ayuda a la excavación para evitar la rotura de los elementos de cruce. Al menor signo de presencia de los elementos, se parará la excavación mecánica y se procederá a la excavación manual, siempre sin dañar los elementos de cruce.

Las obras se realizarán por tramos de manera independiente, no debiéndose comenzar la excavación del tramo siguiente hasta no haber finalizado la colocación de las conducciones en el anterior. Los tramos serán un mínimo de 20 m.

En el caso de que el nivel freático supere la cota de profundidad de la zanja, en cada tramo abierto se colocará un dique y se procederá a evacuar el agua con un mínimo de 2 bombas de achique.

Los tramos de zanja abiertos no permanecerán como tales más de 24 h.

El relleno de las zanjas se realizará según los mismos tramos de apertura. El relleno de las zanjas se realizará por tongadas no superiores a 30 cm. Las tongadas se extenderán alcanzando toda la longitud entre tramos.

Se realizará la compactación de las mismas hasta alcanzar un grado de compactación a alcanzar en cada tongada el 95% del ensayo Próctor modificado.



En el caso de que no sea posible establecer las dimensiones prescritas en las zanjas por condicionantes o bien técnicos o bien administrativos, se dispondrá una capa de hormigón HM-20 de 10 cm de espesor para compensar el defecto de profundidad.

Formación de la explanada

La ejecución de las operaciones necesarias para la formación de la explanada, comprende las operaciones siguientes:

- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

Las tres últimas operaciones se reiterarán cuantas veces sea preciso.

No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas y sea autorizada su extensión por el Director de las Obras.

En tiempo de lluvia intensa o con el nivel freático muy elevado, se evacuará el agua mediante bombas de achique hasta evacuar completamente el agua, antes de extender ninguna tongada de material.

El material de las tongadas será de características uniformes y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello, previa a la extensión.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al cuatro por ciento (4%), para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos.

Los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas operarán sobre todo el ancho de cada capa y, en general, en el sentido longitudinal de la vía.

En el caso de que sea preciso añadir agua para conseguir el grado de compactación previsto, se efectuará esta operación humectando uniformemente los materiales, bien en las zonas de procedencia (canteras, préstamos), bien en acopios intermedios o bien en la tongada, disponiendo los sistemas adecuados para asegurar la citada uniformidad (desmenuzamiento previo, uso de rodillos "pata de cabra", etc.).

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, se tomarán las medidas adecuadas, para conseguir la compactación prevista, pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas

En todo caso el grado de compactación deberá ser del 95% del ensayo Próctor modificado.



No serán de utilización para la explanada los suelos marginales, suelos colapsables, suelos expansivos o suelos con yeso, según se definen en el art. 330 del Pliego PG-3.

Los espesores prescritos en la figura 1 de la Norma 6.1-IC, no podrán ser reducidos aunque se recurra al empleo de materiales de calidad superior a la especificada en cada una de las secciones.

Las obras de terminación y refino de la explanada, se ejecutarán con posterioridad a la explanación y construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización. La terminación y refino de la explanada se realizará inmediatamente antes de iniciar la construcción del firme, pavimentación u otras obras de superestructura.

Previo a la formación del firme se realizará la comprobación de que se reúnen las condiciones de calidad y características geométricas de la explanada.

Secciones de firme

El firme de los caminos estará compuesto por zahorras artificiales.

No se podrá utilizar en la ejecución de las zahorras ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por la Dirección Facultativa.

La zahorra se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia. Deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para protegerla durante su transporte. Por seguridad de la circulación vial será inexcusable el empleo de cobertores para el transporte por carreteras en servicio.

Queda absolutamente prohibido verter la zahorra fabricada directamente al suelo desde los silos de almacenamiento o desde la salida de la planta de fabricación.

Los acopios se harán ordenadamente por tongadas de 1 m como máximo de espesor. La altura total de acopio no excederá los 4 m. En el caso de que los acopios se hicieran directamente sobre el suelo, no se utilizarán los primeros 15 cm de los acopios.

Se procederá a la compactación mecánica de la tongada, mediante un compactador autopropulsado vibratorio con rodillo metálico. Debe evitarse que por exceso de vibración, se ocasione la segregación del material o que dejen de estar en íntimo contacto.

En todo caso el grado de compactación deberá ser del 100% del ensayo Próctor modificado.

La superficie de la base deberá quedar con el bombeo especificado, con un mínimo del 2%, salvo que el proyectista indique lo contrario.



Drenaje longitudinal. Cunetas

El replanteo la cuneta se hará con la precisión de cotas y pendientes necesaria para que funcione según lo previsto, siguiendo lo indicado en la especificación de proyecto, documentos Memoria y Planos.

Las cunetas tendrán serán del tipo y tendrán las dimensiones especificadas, conforme al Proyecto de Ejecución.

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.

Finalmente se nivelará la cuneta, comprobando que tiene la pendiente exigida para cada tramo.

Durante la construcción se extremará la limpieza en los tajos del drenaje superficial, evitando la contaminación de sus puntos de contacto con la explanación. Se evitará igualmente dejar restos de hormigón, mortero, áridos, tierras, etc., próximos al drenaje recién construido.

Drenaje longitudinal. Cunetas revestidas de hormigón

En los casos indicados en la presente especificación o prescritas por el Projectista, en las cunetas se dispondrá una capa de hormigón.

La excavación de la cuneta en dichos casos será adecuada para que las dimensiones finales de las cunetas sean las exigidas.

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, del PG-3, 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).

La puesta en obra se realizará según lo indicado en la presente especificación referente al hormigón.

Drenaje longitudinal. Pasos salvacunetas

Se construirán los pasos salvacunetas previstos inmediatamente después de la construcción de la correspondiente cuneta.

Hormigones

Para la ejecución de los hormigones necesarios en cualquier tipo de trabajos relacionados con la presente especificación, será de obligado cumplimiento lo prescrito en la especificación 02.01. Cimentaciones superficiales.



Aceros

Para la ejecución de los aceros necesarios en cualquier tipo de trabajo relacionados con la presente especificación, será de obligado cumplimiento lo prescrito en la especificación 02.01. Cimentaciones superficiales.

Morteros.

Para la ejecución de los morteros necesarios en cualquier tipo de trabajo relacionados con la presente especificación, será de obligado cumplimiento lo prescrito en la especificación 02.01. Cimentaciones superficiales.

5.4 CONTROL DE CALIDAD

5.4.1 Desbroce

- Replanteo del desbroce.
- Profundidad de desbroce.

5.4.2 Excavación de la explanada

- Control de material.
- Control de ejecución: Cada 100 m lineales de excavación de la explanada.
- Control unidad obra terminada.

5.4.3 Excavación y relleno de zanjas

- Control de la ejecución.
 - Replanteo de la zanja.
 - Dimensiones especificadas.
 - Ejecución con cruzamientos, excavación manual en condiciones requeridas.
 - Tramos mínimos de ejecución de zanja.
 - Tramos de apertura con diques para zanja con nivel freático elevado o lluvia intensa.
 - Espesor de las tongadas de los rellenos.
 - Tiempo de permanencia de zanja abierta.
 - Espesor de la capa de hormigón en caso de ser prescrito.
- Control unidad obra terminada.

5.4.4 Explanada.

- Control de material.

Previo puesta en obra, cada 1000 m2 de explanada.

- Presencia de agua en la excavación.



- Grado de humectación material.
- Análisis granulométrico.
- Contenido en materia orgánica, yeso y otras sales solubles.
- Límites de Atterberg.

- Control de ejecución.

Durante la ejecución, cada 250 m lineales de construcción de explanada.

- Presencia de agua en la superficie excavada.
- Anchura de explanada.
- Espesor y homogeneidad de las tongadas.
- Espesor de las capas de materiales.
- Homogeneidad del material de las tongadas.
- Procedimiento de compactación.
- Control de grado compactación según art 330.6.5.3 del PG-3.
- Pendiente transversal de las tongadas de explanada.

- Control unidad de obra terminada.

Terminada la unidad de obra, cada 250 m lineales.

- Espesores de capas de material.
- Control geométrico mediante: anchura, eje y pendiente longitudinal y transversal.
- Ensayo Proctor modificado, de 5 puntos en superficie y 2 puntos en los bordes.
- Ensayo de carga con placa, de 5 puntos en superficie y 2 puntos en los bordes.
- Pendiente transversal de la explanada.
- Acabado y refino de taludes.
- Pendiente de taludes.

5.4.5 Secciones de firme

- Control de material.

A la recepción del material de firme se realizarán las siguientes pruebas.

- Control de la ejecución.

Durante la ejecución, cada 250 m lineales de construcción del firme.

- Espesor de las tongadas.
- Extendido de la tongada que cumpla el lote.
- Dimensiones geométricas del firme.
- Grado de compactación de cada tongada, mediante ensayo Proctor modificado.
- Pendiente de taludes.
- Pendiente transversal de las tongadas.
- Homogeneidad del material.



- Control unidad de obra terminada.

Terminada la unidad de obra, cada 250 m lineales.

- Espesor de la sección del firme, mediante punzón calibrado.
- Control geométrico mediante topografía: anchura, eje y pendiente de la rasante y transversal.
- Ensayo Proctor modificado, de 7 puntos en superficie y 2 puntos en los bordes.
- Ensayo de carga con placa, de 7 puntos en superficie y 2 puntos en los bordes.
- Acabado y refino de taludes.
- Pendiente de taludes.

5.4.6 Drenajes transversales. Tubos de hormigón prefabricado

- Control de material.

Se realizarán las pruebas para la aceptación de los materiales.

- Presencia de certificado de calidad del material en la recepción, con cumplimiento de condiciones de resistencia y tipo hormigón y aceros exigidos.
- Dimensiones de tubos, longitud, diámetro exterior e interior según especificado.
- Presencia de grietas, roturas, irregularidades o defectos.

- Control de ejecución.

- Dimensiones adecuadas a las especificadas.
- Presencia de grietas y roturas.
- Comprobación de las condiciones estanqueidad de los tubos.
- Correcta manipulación de los tubos.
- Correcta colocación de las uniones de tubos y con arquetas.
- Pendiente adecuada del tubo.
- Espesor de solera de asiento de hormigón.
- Colocación de calzas cuando haya presencia de agua.
- Relleno con hormigón HM-20 hasta cota indicada.

- Control unidad de obra terminada.

- Cotas del tubo en los extremos.
- Ensayo de funcionamiento drenaje y estanqueidad de los tubos.

5.4.7 Drenajes transversales. Arquetas

- Control de material.

Se realizarán los siguientes controles de los materiales.

- Presencia de certificado de calidad del material en la recepción.
- Dimensiones de las arquetas según especificado.
- Presencia de grietas, roturas, irregularidades o defectos.



- Control de la ejecución.
 - Dimensiones de excavación adecuadas.
 - Presencia de agua en el fondo de la excavación.
 - Espesor de solera de hormigón HM-20.
 - Presencia de grietas, roturas, irregularidades o defectos.
 - Apertura para el encaje del tubo de hormigón para el desagüe.
 - Correcta manipulación de la arqueta.
 - Correcta colocación del tubo en la arqueta.
 - Cota de colocación de la arqueta mediante nivel electrónico.
 - Compactación del trasdós de la arqueta por tongadas de 30 cm.
 - Recepción de la arqueta en cuneta mediante hormigón HM-20.
- Control unidad de obra terminada.

5.4.8 Drenajes longitudinales. Cunetas

- Control de material.
 - Control del hormigón de revestimiento (según especificación 02.01)
- Control de la ejecución.
 - Excavación de la cuneta desde la excavación.
 - Dimensiones de la cuneta según especificado.
 - Pendientes longitudinales de la cuneta.
 - Pendientes transversales de la cuneta.
 - Aporte de suelo seleccionado para cunetas revestidas de hormigón.
 - Ejecución del hormigón (según especificación 02.01)
- Control unidad de obra terminada.

5.4.9 Drenajes longitudinales. Pasos salvacunetas

- Control de material.

Se realizarán las pruebas para la aceptación de los materiales.

- Presencia de certificado de calidad del material en la recepción, con cumplimiento de condiciones de resistencia y tipo hormigón y aceros exigidos.
 - Dimensiones de tubos, longitud, diámetro exterior e interior según especificado.
 - Presencia de grietas, roturas, irregularidades o defectos.
- Control de ejecución.
 - Dimensiones adecuadas a las especificadas.
 - Presencia de grietas, roturas, irregularidades y defectos en general.
 - Comprobación de las condiciones estanqueidad de los tubos.
 - Correcta manipulación de los tubos.



- Posición de encaje con la cuneta. Cotas.
 - Correcta colocación de las uniones de tubos.
 - Pendiente adecuada del tubo.
 - Espesor de solera de asiento de hormigón.
 - Relleno con hormigón HM-20 hasta cota indicada.
 - Recepción del tubo con explanada y firme con capa 10 cm espesor hormigón HM-20.
- Control unidad de obra terminada.

5.4.10 Tolerancias

De manera general, las tolerancias serán las indicadas por el Proyectista en los documentos de Memoria, Planos y Pliegos de Condiciones Particulares del correspondiente Proyecto de Ejecución.

Igualmente y de manera general, las tolerancias cumplirán con lo marcado en toda la normativa técnica para pruebas y ensayos que sea de aplicación a los materiales que se emplearán en la obra.

5.5 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

5.5.1 Generalidades

De manera General será motivo de rechazo todos aquellos materiales, equipos y/o procedimientos de ejecución que no cumplan lo marcado en la Instrucción EHE, 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.

5.5.2 Hormigones

Los criterios de aceptación y rechazo se regirán por lo dispuesto en la especificación 02.01. Cimentaciones superficiales en los aspectos referentes al hormigón.

5.5.3 Aceros y armaduras

Los criterios de aceptación y rechazo se regirán por lo dispuesto en la especificación 02.01. Cimentaciones superficiales en los aspectos referentes al acero para armaduras.



5.5.4 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.

5.5.5 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.

5.5.6 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.

5.5.7 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.

5.5.8 Drenajes transversales. Tubos prefabricados de hormigón

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 de tubos no especificadas.
- Colocación de tubos sin solera de hormigón.

5.5.9 Drenajes transversales. Arquetas

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Ausencia de certificado acreditativo de calidad de las arquetas según PG-3.
- Dimensiones inferiores a las prescritas.
- Grietas, roturas, irregularidades y defectos en general en las arquetas.
- Arquetas colocadas sin solera de hormigón.
- Arquetas sin relleno de hormigón en las uniones con los tubos de desagüe.
- Cotas incorrectas a las especificadas.
- Arquetas con trasdós sin compactar o grado compactación inferior al especificado.

5.5.10 Drenajes longitudinales. Cunetas

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Dimensiones, anchura y profundidad que no cumplan con lo especificado.
- Pendientes que no cumplan con lo especificado.
- Pendientes transversales que no cumplan con lo indicado.
- Ausencia de revestimiento de hormigón cuando se prescriba.
- Espesores revestimiento de hormigón inferiores a los prescritos.
- Zonas donde se acumulen agua.

5.5.11 Drenajes longitudinales. Obras de paso salvacunetas

- No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:
- Material sin certificado acreditativo de calidad.



- Dimensiones inferiores a las especificadas.
- Cara interna de los pasos con cotas diferentes de las cunetas.
- Pendiente de la obra de paso distinta de especificada.
- Zonas de acumulación de agua.
- Tubos sin recepción de hormigón HM-20 en los taludes del camino.
- Pasos en que los tubos no sobresalgan mínimo 5 cm de los taludes del camino.

5.6 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

DEFECTO	RIESGO IDENTIFICADO
Acopio material de firme directamente sobre terreno natural.	Excesiva humedad en la compactación.
Explanada con MO en % mayor al definido	Menor resistencia explanada, hundimiento de la explanada.
Profundidad de excavación explanada inferior a especificada.	Riesgo de suelo de asiento inadecuado, presencia de excesiva materia orgánica.
Clase de explanada diferente a proyectada.	
Dimensión de explanada inferior a especificada.	Menor resistencia de la explanada, hundimiento de ésta y/o firme.
Sección de firme inferior al especificado.	Mayor velocidad de deterioro de firme, posibilidad de hundimiento del firme.
Material de firme diferente al especificado.	
Drenaje transversal sin pendiente.	Mal funcionamiento del drenaje, hundimiento de la explanada.
Diámetros de tubos drenaje transversal inferior a especificado	Mal funcionamiento del drenaje, hundimiento de la explanada.
Drenaje transversal sin solera de hormigón.	Posibilidad de hundimiento del firme.
Drenaje longitudinal sin pendiente.	Mal funcionamiento del drenaje, hundimiento de la explanada.
Cunetas de dimensiones inferiores a las especificadas.	Mal funcionamiento del drenaje, hundimiento de la explanada.
Pasos salvacunetas sin pendiente	Mal funcionamiento del drenaje, hundimiento de la explanada.
Pasos salvacunetas de dimensiones inferiores a especificadas.	Mal funcionamiento del drenaje, hundimiento de la explanada.
Tubos desagüe, pasos salvacunetas y arquetas sin solera de hormigón	Hundimiento de la zanja que aloja a los tubos, hundimiento de explanada y firme.
Riesgos derivados del empleo del hormigón	Determinados en la especificación 02.01. Cimentaciones superficiales
Riesgos derivados del empleo del acero	Determinados en la especificación 02.01. Cimentaciones superficiales

5.7 CONTROL MEDIO AMBIENTAL.

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.

5.8 CANALIZACIONES DE BT

5.8.1 Sección general.

5.8.1.1 Objeto y alcance.

Esta especificación tiene por objeto definir las características técnicas que deben cumplir y satisfacer los tubos y canalizaciones enterradas de las instalaciones de Alta y Baja Tensión utilizadas en las plantas solares proyectadas por Ingenostrum S.L.

El ámbito de aplicación es el siguiente:

Campo de aplicación	Tipo de instalación
Red de Alta Tensión – Interconexión entre Centros de Transformación, línea de evacuación.	Canalizaciones enterradas directamente
Red Distribución Subterránea de Baja Tensión – Interconexión entre módulos e inversor e interconexión entre inversor y Centro de Transformación.	
Red de servicios auxiliares	Canalización enterrada bajo tubo



5.8.1.2 Normativa de consulta.

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Complementarias ITC-LAT-01 a 09 (Real Decreto 223/2.008 de 15 de febrero).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2.002).
- Guía de 01/10/2.005, guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT02 (Real Decreto 842/2.002).
- Normativas de la comunidad autónoma correspondiente.
- Normas UNE de aplicación y recomendaciones UNESA.

NOTA: El fabricante y/o contratista deberá indicar aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato, en caso de pedido, la edición vigente en la fecha del mismo.

5.8.2 PRODUCTOS.

5.8.2.1 Zanjas para canalización de Red de Distribución en Baja Tensión

La Red de Distribución Subterránea en Baja Tensión (SS.AA.) irá enterrada directamente, no llevando los conductores tubos para su protección mecánica. La zanja llevará la siguiente formación:

- En el fondo de la zanja principal de recorrido de todo el parque y en toda la extensión se colocará el conductor desnudo de cobre de la Puesta a Tierra (PAT).
- Los conductores se depositarán sobre un lecho de arena lavada de río 0,10 m según especificaciones del proyecto. Seguidamente se colocará una capa de arena lavada de río con un espesor de 0,15 m por encima de los tobos y envolviéndolos completamente.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 20 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal.
- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,80 m desde la parte superior de los tubos instalado. Las paredes serán verticales, y el ancho dependerá del número de circuitos enterrados según planos.
- La canalización contendrá una cinta señalizadora de conductores situada a una distancia de 0,10m de la cota de la capa de terminación superficial, y como máximo 0,3 m de la cota del terreno y a 0,25 m como mínimo de la parte superior del conductor.
- Para una posible ampliación en la instalación, se asegurará una distancia libre por cada lado de la zanja de 2,5 por ancho de zanja.
- No se permitirá la realización de empalmes en los conductores.
- Se ejecutará arquetas en el paso de las zanjas según planos cada 40 m, y en cada cambio de dirección.



- En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

5.8.2.2 Zanjas para canalización de circuitos de comunicación

Las zanjas para canalización de circuitos de comunicación irá canalizada bajo tubos de polietileno (PEAD) de 40 mm de diámetro nominal, separando en tubos las comunicaciones por f.o. y las comunicaciones por cobre. La zanja llevará la siguiente formación:

- Los tubos para los circuitos de comunicación y control se asientan sobre un lecho de arena lavada de río a 0,01 m desde la capa más elevada de tubos de instalaciones, dispuestos según especificaciones del proyecto. Seguidamente se colocará una capa de lecho de arena de río con un espesor mínimo de 0,1 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 25 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal.
- La canalización contendrá una cinta señalizadora de conductores situada a una distancia de 0,2 m de la cota del terreno y a 0,25 m como mínimo de la parte superior del conductor.
- En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.
- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,60 m de la parte superior del cable de comunicaciones instalado. Las paredes serán verticales, y el ancho dependerá del número de circuitos enterrados según planos.
- Para una posible ampliación en la instalación, se asegurará una distancia libre por cada lado de la zanja de 2,5 por ancho de zanja.
- Se instalarán arquetas para facilitar el tendido cada 40 m y en cada cambio de dirección, de acuerdo a planos.
- En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

5.8.2.3 Zanjas para canalización de circuitos de comunicación y servicios auxiliares

La zanjas para canalización de circuitos de comunicación y servicios auxiliares irá canalizada bajo tubos de polietileno (PEAD) de 40 mm. La zanja llevará la siguiente formación:

- Los tubos para los SSAA de alimentación a cargas se depositarán sobre un lecho de arena lavada de río 0,05 m por encima de los tubos de instalaciones de generación según especificaciones del proyecto en un extremo de la zanja. Se cubrirán totalmente con 10 cm de arena lavada de río. A continuación se colocarán en el extremo opuesto, los tubos destinados a los circuitos de comunicación y se cubrirán con una capa de arena lavada de río con un espesor mínimo de 0,05 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.



- Los tubos para los SSAA de reparto por el parque se depositarán sobre un lecho de arena lavada de río 0,05 m en la zona más baja de las calicatas según especificaciones del proyecto. Se cubrirán totalmente con 5-10 cm de arena lavada de río. A continuación se cubrirán con una capa de arena lavada de río con un espesor mínimo de 0,05 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Si existen más instalaciones se prosigue con la instalación del resto de tobos.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 20 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal. La canalización contendrá una cinta señalizadora de conductores situada a una distancia de 0,1 m de la cota de la capa de terminación y a una profundidad no inferior a 0,30 m como mínimo de la parte superior del conductor.
- Se utilizarán tubos independientes para los circuitos de control o comunicación y eléctricos.
- En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.
- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,60 m desde la parte superior del tubo de comunicaciones. Las paredes serán verticales, y el ancho dependerá del número de circuitos enterrados de acuerdo a planos.
- Para una posible ampliación en la instalación, se asegurará una distancia libre a cada lado de la zanja de 2,5 m por ancho de zanja.
- Se instalarán arquetas para facilitar el tendido cada 40 m y en cada cambio de dirección, de acuerdo a planos.
- En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

5.8.2.4 Zanjas para canalización en Media Tensión en tierra

La Red de Media Tensión irá enterrada bajo tubos para su protección mecánica. La zanja llevará la siguiente formación:

- Los tubos se depositarán sobre un lecho de arena lavada de río 0,10 m según especificaciones del proyecto. Seguidamente se colocará una capa de arena de río con un espesor de 0,15 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 20 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal.
- La canalización contendrá una cinta señalizadora de cables de alta tensión situada a una distancia de 0,1 m de la cota de la capa de terminación a profundidad no inferior a 30 cm de la cota cero del terreno.
- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,80 m de la parte superior del tobo instalado, siendo las paredes verticales. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr dicha profundidad, éstas podrán reducirse disponiendo protecciones mecánicas suficientes (canalización entubada y hormigonada, de acuerdo a planos). El ancho dependerá del número de circuitos enterrados de acuerdo a planos.



- Se instalarán arquetas para facilitar el tendido cada 40 m y en cada cambio de dirección, de acuerdo a planos.
- Se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

Para cruzamientos, proximidades y paralelismos, tales como calles y carreteras, ferrocarriles, cables de telecomunicaciones, canalizaciones de agua, gas, otros cables de energía eléctrica, conducciones de alcantarillado y depósitos de carburantes, se hará atendiendo a las condiciones de la ITC-LAT 06 "Líneas Subterráneas con Cables Aislados" del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y los órganos competentes de la Administración.

5.8.2.5 Zanjas para canalización en Media Tensión en calzada

La Red de Media Tensión irá enterrada bajo tubos para su protección mecánica. La zanja llevará la siguiente formación:

- Los tubos se depositarán sobre un lecho de hormigón de limpieza HM20/F/18/IIb de 0,10 m según especificaciones del proyecto. Seguidamente se depositará hormigón de consistencia fluida con un espesor de 0,15 m final por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 20 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal.
- La canalización contendrá una cinta señalizadora de cables de alta tensión situada a una distancia de 0,1 m de la cota de la capa de terminación a profundidad no inferior a 30 cm de la cota cero del terreno.
- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,80 m de la parte superior del tobo instalado, siendo las paredes verticales. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr dicha profundidad, éstas podrán reducirse disponiendo protecciones mecánicas suficientes (canalización entubada y hormigonada, de acuerdo a planos). El ancho dependerá del número de circuitos enterrados de acuerdo a planos.
- Se instalarán arquetas para facilitar el tendido cada 40 m y en cada cambio de dirección, de acuerdo a planos.
- En canalizaciones se usarán separadores de tobo a cada extremo del tramo de la calzada para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

5.8.2.6 Cables en bandejas o directamente sujetos a la pared

En las instalaciones que puedan ser ejecutadas adosadas a las estructuras de los seguidores se utilizarán bandejas rejiband galvanizadas o electrocincadas. Además, los circuitos de alimentación a máquina instalados en intemperie, estarán siempre ejecutados en el interior de tubos protectores que además permita la canalización hasta las cajas de registro y conexión, y a cuadros. Los tubos o canales irán adosados a la estructura o en montaje aéreo.



Los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos, además las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables u otros elementos metálicos accesibles al personal, se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán como máximo cada 10 metros y siempre al principio y al final de la canalización.

Si el contratista considerara la instalación de canalizaciones que se pudieran utilizar como soporte de conducción de tierras, facilitará dicha documentación a la Dirección de Obras

5.8.2.7 Conversiones aéreo-subterráneas

El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la canalización aérea irá protegido con bandeja portacables, o tubos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna del cable, en caso de ser unipolares, y en el caso de ser un canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 el diámetro del cable.

En caso de instalarse un solo cable por tubo o canal, éstos serán de plásticos o metálico de material no ferromagnético.

5.8.2.8 Arquetas

Las arquetas se ejecutarán prefabricadas, sobre base debidamente preparada, instalándose dispositivo para evacuar agua una vez efectuada la excavación se colocada sobre solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor de hormigón HM20 de resistencia característica 20 kN/m³. Dicha solera tendrá un sumidero de 90 mm de diámetro. Esta ejecución podrá sustituirse por la ejecución de arqueta sin fondo provista de una capa de grava no inferior a 10cm. Se ajustarán a las dimensiones y calidades dispuestas en el proyecto de ejecución, colocándose arquetas en cada cambio de dirección o unificación con otras zanjas correspondientes a las de circuitos de servicios auxiliares y comunicación y control, utilizándose arquetas independientes para los circuitos de comunicación o control y eléctricos.

No se admitirán arquetas mixta de BT y MT bajo ningún criterio, a excepción de la entrada a los centros de transformación por las condiciones del mismo.

Las arquetas tendrán una apertura de las dimensiones correspondientes para el encaje del tubo de drenaje machihembrado, sin que queden huecos en el mismo. Además quedarán debidamente selladas, sin presencias de recovecos o huecos. Una vez efectuada la excavación se colocará una solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor de hormigón HM20 de resistencia característica 20 kN/m³. Dicha solera tendrá un sumidero de 90 mm de diámetro.



El relleno se hará con tierra de préstamo o excedentes de excavación. La compactación del trasdós de la arqueta se realizará en tongadas de 20 cm compactándose mediante plancha vibrante, debiéndole alcanzar al menos el 95% del PRÓCTOR Normal.

La tapa quedará a 5-10 cm por debajo de la superficie, cubriéndose del mismo material que el terreno. Ésta será de fundición dúctil UNE-EN124 B125.

5.8.3 EJECUCIÓN

5.8.3.1 Responsabilidades

Responsabilidades del Contratista

El contratista será responsable del cumplimiento de todas las disposiciones de la presente especificación desde el momento de su establecimiento oficial en la obra, entre ellas:

- La descarga de los equipos o materiales desde los vehículos que los hayan transportado, depositándolos en su área de almacenamiento dentro de las instalaciones.
- El correcto almacenamiento y manipulación de todos los materiales y equipos eléctricos, hasta su aceptación final, una vez instalados y aprobados.
- Calidad de los materiales y equipos conforme a lo especificado.
- Realización de los replanteos previos a la ejecución de las unidades de obra.
- Ejecución de los trabajos conforme a procedimiento especificado.
- Comunicar a la Dirección Técnica cualquier cambio que pretenda realizarse en los materiales y equipos o en la ejecución de las unidades de obra para su aprobación.
- Ejecución de los trabajos conforme a las restricciones y condicionantes técnicos reflejados en todos los permisos y licencias administrativas necesarias para la autorización administrativa del Proyecto.
- Cumplimiento del preceptivo plan de calidad.
- Elaboración y cumplimiento del cronograma de ejecución de los trabajos de la obra, conforme a los rendimientos indicados por el propio contratista y a la planificación prevista para la obra.
- Presentar a la Dirección Facultativa los materiales y equipos a instalar previamente a la ejecución de las obras y/o instalación de los equipos.
- Entrega a la Dirección Facultativa de la documentación de producto y certificados de calidad de los materiales
- Cumplimiento preceptivo del plan de Seguridad y Salud integral de la obra.
- Cumplimiento del control medioambiental de la obra.
- Limpieza de la obra durante y el termino de los trabajos correspondiente a la misma.



Responsabilidades de la Dirección Técnica

Será responsabilidad de la Dirección Técnica de la Obra:

- Redactar el documento técnico de estudios y análisis del Proyecto de ejecución de las obras.
- Verificar y aprobar el replanteo de las diferentes unidades de obra realizado por el contratista.
- Aprobar o denegar las modificaciones al Proyecto propuesta por el Contratista.
- Analizar y aportar soluciones a los problemas que se planteen durante el periodo de ejecución de las obras.
- Solicitar o disponer las pruebas, las comprobaciones o ensayos de los materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable.

5.8.3.2 Procedimiento de ejecución

Ejecución

La obra deberá ajustarse a la descripción realizada en la Memoria, Planos y Presupuesto del proyecto.

Previo a la excavación de la zanja, se realizará el replanteo de las mismas siguiendo lo prescrito en la Memoria, Planos y el presente Pliego de Condiciones Técnicas.

Las zanjas se ajustarán al trazado realizado en el replanteo y cumplirán con las dimensiones, profundidades y pendientes indicadas en el Proyecto de Ejecución, según planos de secciones tipo o según las órdenes de la Dirección Facultativa.

La excavación de las zanjas se realizará mediante la pala de una retroexcavadora. En la medida que sea posible la retroexcavadora se posicionará sobre el eje de la zanja.

En terrenos rocosos la excavación se realizará mediante el acoplamiento de una punta martillo a la retroexcavadora o cualquier otro método aprobado por el Director de la Obra. No se utilizará método de excavación por voladura.

Deberá dejarse la superficie del fondo de la zanja limpia y firme, y escalonada si se requiere. Se elimina del fondo todos los materiales sueltos o flojos y se rellenan huecos y grietas. Se quitan las rocas sueltas o disgregadas y todo material que se haya desprendido de los taludes.

Los acopios de material extraído de la zanja se depositarán como mínimo a una distancia de 1,5 m del borde de la zanja.

Las zanjas o pozos que tengan una profundidad menor o igual a un metro veinticinco centímetros (1,25 m) podrán ser excavadas con taludes verticales y sin entibación.



En el caso de cruzamientos con líneas eléctricas, conducciones de agua, gas o cualquier otro tipo de elementos, habrá presente personal de ayuda a la excavación para evitar la rotura de los elementos de cruce. Al menor signo de presencia de los elementos, se parará la excavación mecánica y se procederá a la excavación manual, siempre sin dañar los elementos de cruce.

Las obras se realizarán por tramos de manera independiente, no debiéndose comenzar la excavación del tramo siguiente hasta no haber finalizado la colocación de las conducciones en el anterior. Los tramos serán un mínimo de 20 m

En el caso de que el nivel freático supere la cota de profundidad de la zanja, en cada tramo abierto se colocará un dique y se procederá a evacuar el agua con un mínimo de 2 bombas de achique.

Los tramos de zanja abiertos no permanecerán como tales más de 24 h.

El relleno de las zanjas se realizará según los mismos tramos de apertura. El relleno de las zanjas se realizará por tongadas no superiores a 20 cm. Las tongadas se extenderán alcanzando toda la longitud entre tramos.

No se podrá iniciar la extensión y compactación de una nueva tongada sin haber finalizado la extensión y compactación de la anterior.

Se realizará la compactación de las mismas hasta alcanzar un grado de compactación a alcanzar en cada tongada el (95%) 100% del ensayo Próctor modificado.

En el caso de que no sea posible establecer las dimensiones prescritas en las zanjas por condicionantes o bien técnicos o bien administrativos, se dispondrá una capa de hormigón HM-20 de 10 cm de espesor para compensar el defecto de profundidad.

Control de Calidad

La calidad de los materiales deberá respetar las especificaciones mínimas de este documento.

Identificación y Evaluación de Riesgos

Riesgos más frecuentes:

- Desprendimientos de bordes de taludes.
- Atropellos causados por maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Electrocuiones por contacto indirecto.



- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de distinto nivel.
- Sobreesfuerzos.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.).
- Proyección de partículas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.
- Atrapamientos contra objetos.

Medidas preventivas:

- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Vigilar el izado de cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores.
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.



- Frenos.

NOTA: Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

5.8.4 ANEXOS

5.8.4.1 Documentación de Producto.

Ensayos

En las actas de prueba figurarán además de los valores obtenidos, los especificados en la presente Norma.

El comprador se reserva el derecho de asistir, o no, a la realización de los ensayos especiales, así como de que se repitan en su presencia los ensayos de rutina sobre un 10%, como máximo de las piezas que componen la partida.

5.8.4.2 Programas de Puntos de Inspección

A la conclusión de los trabajos correspondientes a la ejecución de las canalizaciones, se realizará el control final de los resultados de la ejecución. El programa de puntos de inspección se desarrollará con el control de los siguientes elementos:

- Replanteo inicial zanja.
- Relleno de zanja.
- Arquetas: Dimensiones y cotas.
- Tubos: Dimensiones y certificados.
- Cable desnudo PaT.



PUNTO INSPECCION	INSTRUMENTO
Replanteo inicial zanja	
Desbroce, Control geométrico	Inspección visual
Excavación, Control geométrico	Regla, nivel digital
Relleno de zanja	Ensayo laboratorio
Clasificación suelos, granulometría	Ensayo laboratorio
Drenaje transversal: Dim; cotas; pte	
Arquetas: Dimensiones y cotas.	Regla, nivel digital
Tubos: Dimensiones y certificados.	Inspección visual
Placas protectoras: certificados.	Inspección visual
Cable desnudo PaT	Inspección visual

5.9 CONDUCTORES

5.9.1 General

Esta especificación tiene por objeto definir las características técnicas que deben cumplir y los ensayos que deben satisfacer los conductores previstos.

La presente especificación tiene por alcance los siguientes conductores:

- Cable unipolar RV con conductor de aluminio tensión asignada 0,6/1-1,8 kV
- Cable unipolar RV con conductor de cobre tensión asignada 0,6/1-1,8 kV
- Cable multiconductor RV con conductor de cobre tensión asignada 0,6/1-1,8kV
- Cable Fotovoltaico 1,5 kV (SSZ1-F)
- Cable unipolar E07Z1-K(AS) con conductor de cobre tensión asignada 450/750 V
- Conductores de cobre desnudo.

El ámbito de aplicación de los conductores objeto de esta especificación son los siguientes:

Campo de aplicación	Tipo de conductor
Red Generación subterránea/al aire. (Interconexión entre inversor y Centro de Transformación)	Cable unipolar RV con conductor de Cobre tensión asignada 0,6/1 kV
Red de distribución de SSAA	Cable unipolar RV con conductor de Aluminio tensión asignada 0,6/1 kV
Interconexión entre módulos FV	Cable Fotovoltaico de tensión asignada 0,9/1,8 kV
Alimentación de SSAA a receptores	Multiconductor RV Cu 0,6/1kv
Instalaciones interiores de edificio para circuitos de SSAA	Cable unipolar E07Z1-K y multiconductor RV-K (AS)



Instalación de puesta a tierra instalación FV	Cable unipolar RV con conductor de cobre tensión asignada 450/750 kV Conductores de cobre desnudo.
---	---

5.9.2 PRODUCTOS

5.9.2.1 Criterios de diseño

Los conductores de los cables utilizados en las líneas subterráneas serán de cobre o aluminio y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán la resistencia mecánica suficientes para soportar los esfuerzos a los que puedan estar sometidos.

Las secciones de los conductores serán la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm² en los conductores de cobre y 16 mm² en aluminio, y en instalaciones interiores serán de cobre no inferiores a 1,5mm².

5.9.2.2 Etiquetado del cableado

Los conductores irán marcados con etiquetas serigrafiadas (no manual), ambos (etiqueta y tinta/marcado) con un material especial para exterior.

El marcado se realizará en los cuadros, indicando donde conecta el otro extremo del cable. La codificación del cableado será la siguiente:

- Cableado de Continua: [CC]-[nº de identificación]-[polo]-[nº string/si procede]-[nº cuadro agrupación/si procede]- [nº inversor/si procede]
- Cableado de Alterna: [AC]-[nº de identificación]-[nº polos/si procede]-[nº fase/si procede]- [nº cuadro de agrupación/protección/según proceda]-[nº inversor/si procede]
- Conductor de Puesta a Tierra: [PaT]

Siendo:

- CC: Corriente Continua.
- CA: Corriente Alterna.
- PaT: Puesta a Tierra.
- N° polos: II-III-IV → 2 polos-3 polos-4 polos para multiconductores.
- N° Fase: R, S, T o N.
- N° identificación: número de circuito identificado con 2 dígitos del 0 al 9.
- Polo: negativo (-) o positivo (+).
- N° cuadro de agrupación/protección: número de codificación del cuadro.
- N° de inversor: número de codificación del inversor.
-



5.9.3 Ejecución

5.9.3.1 Responsabilidades

Responsabilidades del Contratista

El contratista será responsable del cumplimiento de todas las disposiciones de la presente especificación desde el momento de su establecimiento oficial en la obra, entre ellas:

- La descarga de los equipos o materiales desde los vehículos que los hayan transportado, depositándolos en su área de almacenamiento dentro de las instalaciones.
- El correcto almacenamiento y manipulación de todos los materiales y equipos eléctricos, hasta su aceptación final, una vez instalados y aprobados.
- La calidad de los materiales y equipos conforme a lo especificado.
- La realización de los replanteos previos a la ejecución de las unidades de obra.
- La ejecución de los trabajos conforme a procedimientos especificados.
- Comunicar a la Dirección Técnica cualquier cambio que pretenda realizarse en los materiales y equipos o en la ejecución de las unidades de obra para su aprobación.
- La ejecución de los trabajos conforme a las restricciones y condicionantes técnicos reflejados en todos los permisos y licencias administrativas necesarias para la autorización administrativa del Proyecto.
- El cumplimiento del preceptivo Plan de Calidad.
- Elaboración y cumplimiento del cronograma de ejecución de los trabajos de la obra, conforme a los rendimientos indicados por el propio contratista y a la planificación prevista para la obra.
- Presentar a la Dirección Técnica los materiales y equipos a instalar previamente a la ejecución de las obras y/o instalación de los equipos.
- Entrega a la Dirección Técnica de la documentación de producto y certificados de calidad de los materiales
- El cumplimiento preceptivo del plan de Seguridad y Salud integral de la obra.
- El cumplimiento del control medioambiental de la obra.
- Limpieza de la obra durante y el termino de los trabajos correspondiente a la misma.

Responsabilidades de la Dirección Técnica

Será responsabilidad de la Dirección Técnica de la Obra:

- Redactar el documento técnico de estudios y análisis del Proyecto de ejecución de las obras.
- Verificar y aprobar el replanteo de las diferentes unidades de obra realizado por el contratista.
- Aprobar o denegar las modificaciones al Proyecto propuesta por el Contratista.
- Analizar y aportar soluciones a los problemas que se planteen durante el periodo de ejecución de las obras.



- Realizar o disponer las pruebas, las comprobaciones o ensayos de los materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable.

5.9.4 Control de Calidad

General

- Los cables se suministrarán en bobinas de acuerdo a la norma UNE 21.167-1.
- Los extremos de los cables, irán protegidos contra la penetración de agua, mediante un capuchón retráctil, o por otro método aprobado por la ingeniería de Ingenostrum S.L.
- El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.
- Será por cuenta del Contratista utilizar medios de carga, el transporte y descarga de los materiales eléctricos de la obra, sean o no de su suministro.
- El Contratista propondrá a la Dirección Técnica las zonas en que piensen depositar los materiales, no pudiendo proceder a dicho propósito hasta que tales zonas sean aprobadas. Cualquier cambio de situación que por necesidad del trabajo, conveniencia del Contratista, o cualquier otra razón, se tenga que efectuar en dichos depósitos, hasta la terminación del montaje, será realizado por cuenta y cargo del Contratista.
- El pequeño material a suministrar por el contratista necesario para la realización del montaje tales como terminales, kits, empalmes, herrajes, tornillería, autoperforadores, etc., y en general cualquier otro no especificado claramente por la propiedad como de su suministro, será de primera calidad, galvanizado o cadmiado, siempre que sea posible su adquisición prefabricada o por lo menos tratadas las superficies con pintura antioxidante antes de su colocación. La utilización de estos materiales pasará por la aprobación previa de la Dirección Técnica.
- El instalador tendrá cuidado de no producir daños ni torsiones al conductor al sacarlo de la bobina.
- Todas las normas de instalación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Técnica estime oportunas.
- Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales.
- Cuando se especifique el fabricante y modelo, cualquier cambio de éstos deberá justificado y sometido a la aprobación de la Dirección Técnica.
- La decisión final sobre el fabricante y modelos a instalar será competencia de la Dirección Técnica.



- Durante la ejecución de las obras se protegerá el paso de personas con los medios adecuados, delimitando la zona de obras.
- El recorrido será el indicado en la Dirección Técnica.
- El conductor no estará en contacto con elementos combustibles.
- El conductor quedará instalado en el fondo de las zanjas rellenas posteriormente con tierra cribada y compactada.

Conductor RV-K o RZ1-K

- El conductor penetrará dentro de las cajas de derivación y de las de mecanismos.
- El cable tendrá una identificación sujeta mediante anillas o bridas para exteriores del circuito al cual pertenece, a la salida del cuadro de protección.
- No tendrá empalmes entre las cajas de derivación ni entre éstas y los mecanismos.
- En todos los lugares donde el cable sea susceptible de estar sometido a daños, se protegerá mecánicamente mediante tubo o bandeja de acero galvanizado dentro del cual permanecerá estanco.
- Las conexiones del cableado con los distintos partes de la instalación eléctrica (cuadros de protecciones, control y maniobra, inversores, etc) se realizarán mediante terminales, de punta o correspondientes a la sección del cable.
- En las conexiones del cableado con los elementos de la instalación eléctrica, no quedarán hilos de cable fuera de las conexiones
- Radio de curvatura mínimo admisible durante el tendido:
 - Cables unipolares: Radio mínimo de quince veces el diámetro del cable.
 - Cables multiconductores: Radio mínimo de doce veces el diámetro del cable.
- Tolerancias de instalación:
 - Penetración del conductor dentro de las cajas: ± 10 mm
- Cuando se coloque montado superficialmente, quedará fijado al paramento y alineado paralelamente al techo o al pavimento. Su posición será la fijada en el proyecto.
 - Distancia horizontal entre fijaciones: ≤ 80 cm
 - Distancia vertical entre fijaciones: ≤ 150 cm

5.9.4.1 Identificación y Evaluación de Riesgos

- Riesgos más frecuentes:
 - Desprendimientos de bordes de taludes.
 - Atropellos causados por maquinaria.
 - Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.
 - Cortes en las manos.
 - Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.



- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
 - Electrocuci3nes por contacto indirecto.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Caídas de distinto nivel.
 - Sobreesfuerzos.
 - Desprendimiento de cargas-suspendidas.
 - Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
 - Los derivados del uso de medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.).
 - Proyección de partículas.
 - Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.
 - Atrapamientos contra objetos.
- Medidas preventivas:
 - Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de máquinas en movimiento.
 - Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
 - Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
 - Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
 - Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
 - Balizar, señalar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
 - Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
 - Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
 - Emplear bolsas porta-herramientas.
 - Vigilar el izado de cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
 - Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
 - Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
 - Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
 - Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
 - Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
 - Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
 - Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
 - Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
 - Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
 - Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
 - Verificar el buen estado de los elementos.



5.9.4.2 Control Medio Ambiental

El contratista estará obligado al cumplimiento del Plan de gestión de residuos de construcción y demolición.

Los equipos objeto de esta especificación, son conjuntos de elementos inertes durante el servicio normal de funcionamiento.

De acuerdo al R.D. 105/2008 que regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición los residuos generados durante la obra quedan clasificados como:

Tipo	Separación en fracciones	CER
Cableado	No peligrosos (no especiales)	170411 (Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas) 170904 (residuos mezclados de construcción y demolición que no contienen, mercurio, PCB ni sustancias peligrosas)
Residuos de embalaje	Plástico Papel y cartón	150101 Envases de papel y cartón

Tipo	Material	Separación en fracciones	CER
Conductores	Cobre Cobre recocido Aluminio Poletileno PVC	No peligrosos (no especiales)	170411 Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas) 170904 (residuos mezclados de construcción y demolición que no contienen, mercurio, PCB ni sustancias peligrosas)
Residuos de embalaje		Plástico Papel y cartón	150101 Envases de papel y cartón

5.9.5 Anexos

5.9.5.1 Documentación de Producto

Con el fin de comprobar que cada una de las partidas de un determinado tipo y marca de cable que ha sido calificado mantiene las características de las muestras que se presentaron para la calificación, el suministrador entregará con cada



partida las actas de prueba de los ensayos de rutina especificados en el apartado 2.3.

La Dirección Técnica se reserva el derecho de asistir, o no, a la realización de los ensayos especiales, así como de que se repitan en su presencia los ensayos de rutina sobre un 10%, como máximo de las piezas que componen la partida.

En las marcas y en las características dimensionales de los conductores no se admite ningún fallo. En el caso de que se presente alguno, se rechazará el lote.

Si en los restantes ensayos se presentan dos o más fallos, se rechazará el lote.

Si se presenta un solo fallo, se tomará una nueva muestra de doble tamaño. Si se produce un nuevo fallo se rechazará el lote.

5.9.5.2 Criterio de no aceptación

En la ejecución de la instalación no se aceptará las partidas o unidades de obras que incumplan alguno de los siguientes requisitos:

- Partida de cables sin identificar, fabricante, año de fabricación, tipo de aislamiento, tensión de aislamiento
- Partidas de cables con deterioro visible. Si bajo el criterio de deterioro visual, Dirección Facultativa y contratista no llegaran a un acuerdo se procedería a determinar la aceptación de la partida mediante un ensayo previo de falta de aislamiento del cable.
- Utilización de conductor diferente al designado por el proyectista o de inferiores características o niveles de aislamiento.

Sobre la ejecución:

- Falta de terminal de conexión, material no aceptado por la Dirección Facultativa o mala ejecución, dejando a la vista parte activa del conductor.
- Circuito sin conectar a cuadro o equipo.
- Falta de sellado de bocas de canalizaciones una vez ejecutado el circuito.
- Instalación de circuitos de diferentes niveles de aislamiento por la misma canalización.
- Instalación de más de un circuito por tubo soterrado.
- Falta de aislamiento del circuito.
- Ejecución o utilización de elemento de conexión y/o derivación diferente al indicado por el proyectista.
- Mala ejecución de soldadura aluminotécnica en red de p.a.t. o sección inferiores de los conductores de p.a.t.

5.9.5.3 Programas de puntos de Inspección

A la conclusión de los trabajos correspondientes a la ejecución de la instalación de conductores, se realizará el control final de los resultados de la ejecución. El programa de puntos de inspección se desarrollará con el control de los siguientes elementos:



- Replanteo inicial cableado.
- Cable AC.
- Cable DC.
- Cable PaT.

Programa de Puntos de Inspección (PPI) para la presente especificación.

PUNTO INSPECCION	INSTRUMENTO
Replanteo inicial cableado	
Cable AC: Dim. y certificados	Inspección visual
Cable DC: Dim. y certificados	Inspección visual
Cable PaT: Dim. y certificados	Inspección visual
Etiquetado cableado	Inspección visual

5.10 PROTECCIONES

5.10.1 General

Esta especificación tiene por objeto definir las características técnicas que deben cumplir las protecciones previstas para la utilización en la instalación eléctrica de baja tensión de las plantas solares desarrolladas por Ingenostrum S.L.

La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. En función del ámbito de aplicación tendremos el siguiente tipo de protecciones:

Campo de aplicación	Tipo de protección
Sobreintensidades	• Cortacircuitos fusibles. • Interruptores automáticos magnetotérmicos
Sobretensiones permanentes	• Dispositivos de corte por sobretensiones o subteniones
Sobretensiones transitorias	• Descargador de sobretensiones transitorias
Contactos directos	• Protección por aislamiento de las partes activas. • Protección por medio de barreras o envoltentes. • Protección por medio de obstáculos. • Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento. • Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual. • Interruptores seccionadores
Contactos indirectos	• Protección por medio de barreras o envoltentes. • Protección por medio de obstáculos. • Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento. • Interruptores diferenciales



5.10.2 Productos

5.10.2.1 Criterios de diseño

Dispositivos para la protección contra sobreintensidades

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir cualquier corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de ésta pueda provocar un calentamiento perjudicial para el aislamiento, las conexiones, las terminaciones o para el entorno de las canalizaciones.

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege una canalización contra las sobrecargas, deben satisfacer la siguiente condición:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Donde:

- I_b = Corriente de diseño del circuito.
- I_z = Corriente admisible.
- I_n = Corriente nominal del dispositivo de protección.

Los dispositivos de protección contra sobreintensidades serán:

- Fusible cortacircuitos.
- Interruptor automático magnetotérmico.

Dispositivos para la protección contra sobretensiones

Atendiendo a la ITC-BT-23 apartado 2.2., catalogamos a la instalación como categoría I, por lo que se tomará como medida de protección la inclusión de un dispositivo contra sobretensiones.

El dispositivo de protección a emplear contra las sobretensiones será un descargador de sobretensiones transitorias.

Medios para la protección contra contactos directos

Se tomarán medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la norma UNE 20.460-4-41, y son:

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deben estar completamente recubiertas por un aislamiento que solo pueda quitarse por destrucción.



Pinturas, barnices, lacas y productos análogos, no se consideraran como un aislamiento suficiente para el marco de la protección contra contactos directos en servicio normal.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben colocarse en el interior de envolventes o detrás de barreras que posean al menos un grado de protección de IP XXB (UNE 20.324).

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales tendrán al menos un grado de protección de IP 4x o IP XXD.

Para abrir las envolventes o suprimir las barreras será necesario con la ayuda de una llave o una herramienta.

Protección por medio de obstáculos.

Los obstáculos podrán ser desmontables sin la ayuda de una llave, sin embargo deberán sujetarse de manera que se impida todo desmontaje involuntario.

Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

Cuando el espacio en la cual se encuentran y circulan habitualmente las personas esté limitado en una posición horizontal por un obstáculo con un grado de protección inferior a IP 2X o IP XXB, el volumen de accesibilidad comenzará en ese obstáculo.

En posición vertical, el volumen de accesibilidad comienza a 2,5 m de altura respecto a la superficie en la cual se encuentran o circulan las personas, sin tener en cuenta los obstáculos intermedios que presentan un grado de protección inferior a IP 2X.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual diferenciales.

Este tipo de protección se toma como medida complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o imprudencia de los usuarios.

Interruptor seccionador.

Estos aparatos están definidos para establecer y cortar en las condiciones normales de carga y sobrecarga.

Medios para la protección contra contactos indirectos

Se empleará el esquema TT como medio de protección para la protección contra contactos indirectos en las plantas solares.

Se emplea sistema de barrera física con doble nivel de aislamiento para eliminación de contactos indirectos de la instalación de CC

Con este sistema, se emplearán los dispositivos de protección siguientes:



- Interruptor diferencial.
- Fusibles.
- Interruptores automáticos.

Etiquetado de las protecciones

Las protecciones irán marcadas con etiquetas serigrafiadas (no manual), ambos (etiqueta y tinta/marcado) con un material especial para exterior. Esta identificación estará marcada sobre la protección, y sobre la base donde debe ir montado. De esta forma si se sustituye un equipo siempre se conocerá su ubicación en el bastidor.

El marcado se realizará en los cuadros, indicando la siguiente codificación en cada elemento protector: [CC/AC]-[nº identificación].

- CC/AC: Corriente Continua o Corriente Alterna.
- Nº identificación: abreviatura del elemento protector y numeración de doble dígito del 0 al 9.
 - F-nn: fusible número nn.
 - S-nn: seccionador número nn.
 - Qnn: interruptor magnetotérmico número nn.
 - QDnn: interruptor diferencial número nn.

5.10.2.2 Homologaciones y Presentaciones

Los elementos de protección descritos en la presente especificación técnica deberán cumplir con los ensayos de acuerdo a las siguientes normas.

Tipo Protección	Ensayos según norma	Homologaciones
Fusibles	UNE 60269	Certificado CE
Interruptor automático magnetotérmico	UNE 20317 UNE 60.898/A1 UNE 60.947-1 UNE 60.947-2	Certificado CE
Interruptor diferencial	UNE 61.008 UNE 61.009	Certificado CE
Interruptor seccionador	UNE 60.947-3	Certificado CE
Descargador sobretensión	UNE 61.643-11/IEC 61.642-1	Certificado CE

El material eléctrico debe acondicionarse en cajas de cartón corrugado o material resistente a impactos, construidas de forma tal que el material no sufra desperfectos por las sollicitaciones a las que es sometido durante su transporte o manipulación.



Las cajas deben disponerse sobre pallets de madera normalizados.

5.10.3 Ejecución

5.10.3.1 Responsabilidades

Responsabilidades del Contratista

El contratista será responsable del cumplimiento de todas las disposiciones de la presente especificación desde el momento de su establecimiento oficial en la obra, entre ellas:

- La descarga de los equipos o materiales desde los vehículos que los hayan transportado, depositándolos en su área de almacenamiento dentro de las instalaciones.
- El correcto almacenamiento y manipulación de todos los materiales y equipos eléctricos, hasta su aceptación final, una vez instalados y aprobados.
- La calidad de los materiales y equipos conforme a lo especificado.
- La realización de los replanteos previos a la ejecución de las unidades de obra.
- La ejecución de los trabajos conforme a procedimientos especificados.
- Comunicar a la Dirección Técnica cualquier cambio que pretenda realizarse en los materiales y equipos o en la ejecución de las unidades de obra para su aprobación.
- La ejecución de los trabajos conforme a las restricciones y condicionantes técnicos reflejados en todos los permisos y licencias administrativas necesarias para la autorización administrativa del Proyecto.
- El cumplimiento del preceptivo Plan de Calidad.
- Elaboración y cumplimiento del cronograma de ejecución de los trabajos de la obra, conforme a los rendimientos indicados por el propio contratista y a la planificación prevista para la obra.
- Presentar a la Dirección Técnica los materiales y equipos a instalar previamente a la ejecución de las obras y/o instalación de los equipos.
- Entrega a la Dirección Técnica de la documentación de producto y certificados de calidad de los materiales
- El cumplimiento preceptivo del plan de Seguridad y Salud integral de la obra.
- El cumplimiento del control medioambiental de la obra.
- Limpieza de la obra durante y el termino de los trabajos correspondiente a la misma.

Responsabilidades de la Dirección Técnica

Será responsabilidad de la Dirección Técnica de la Obra:

- Redactar el documento técnico de estudios y análisis del Proyecto de ejecución de las obras.
- Verificar y aprobar el replanteo de las diferentes unidades de obra realizado por el contratista.



- Aprobar o denegar las modificaciones al Proyecto propuesta por el Contratista.
- Analizar y aportar soluciones a los problemas que se planteen durante el periodo de ejecución de las obras.
- Realizar o disponer las pruebas, las comprobaciones o ensayos de los materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable.

5.10.3.2 Control de Calidad

General

- Tanto en la recepción como en la instalación, los elementos de protección no deben sufrir daños ya sean eléctricos o mecánicos.
- Ingenostrum S.L. se reserva el derecho de efectuar pruebas y ensayos, a un lote, cuando lo estime conveniente.
- Los interruptores se montarán siguiendo las indicaciones del fabricante, y atendiendo a las especificaciones de los reglamentos.
- No se trabajará con tensión en la red. Antes de proceder a la conexión se verificará que los conductores están sin tensión.
- Se identificarán los conductores de cada fase y neutro para su correcta conexión a los bornes del interruptor.
- Se comprobará que las características del aparato se corresponden con las especificadas en la Especificación Técnica.
- Se comprobará que los conductores queden apretados de forma segura.
- Resistencia a la tracción de las conexiones: ≥ 30 N
- Cuando la sección de los conductores lo requiera se usarán terminales para la conexión.
- La fuerza de contacto ejercida sobre las conexiones no debe ser transmitida por medio de materiales aislantes diferentes de cerámicas o que presenten las mismas propiedades, a menos que las partes metálicas sean lo suficientemente elásticas para compensar una eventual contracción o cualquier otra deformación del material aislante.
- Los bornes no deben poder girar o desplazarse debido al apriete de los tornillos, y de forma tal que no se den desplazamientos del conductor. Las partes que aprieten los conductores deben ser de metal y tener una forma tal que no dañen el conductor bajo ninguna circunstancia.



Fusibles

- Los cartuchos fusibles deben poder cambiarse de forma simple y segura, mediante una empuñadura aislante apropiada, sin peligro de que el operario pueda entrar en contacto con las partes en tensión.
- La fijación de las bases es tal que se asegure una perfecta sujeción, incluso frente a las fuertes tracciones que puedan derivarse de la extracción de los fusibles o de maniobras bruscas.
- Las conexiones fijas y los contactos del fusible deben concebirse de manera que mantengan la presión de contacto necesaria en las condiciones de servicio y de actuación del fusible.
- Las partes de metal ferrosas deben estar protegidas convenientemente contra la oxidación
- Los contactos del fusible deben ser realizados de manera que mantengan la fuerza de contacto necesaria, en las condiciones de servicio, de funcionamiento y calentamiento
- Los contactos del fusible deben estar convenientemente plateados (mínimo 3 µm).
- El contacto debe ser tal que las fuerzas electromagnéticas que se producen durante el funcionamiento y los ensayos planteados en la presente especificación, no provoquen ningún deterioro de la conexión eléctrica entre:
 - la base y el portafusible;
 - el portafusible y el cartucho fusible;
 - el cartucho fusible y la base, o si corresponde, cualquier otro soporte.
- Además, por su construcción y material utilizado, los contactos deben ser tales que, con un montaje correcto del fusible y en condiciones de funcionamiento normales, esté asegurado el mantenimiento de un adecuado contacto:
 - después de operaciones de extracción e inserción repetidas;
 - después de haber estado en servicio, sin intervención, durante un largo tiempo
- Los contactos de aleación de cobre no deben presentar tensiones internas.
- Las partes de metal ferrosas deben estar protegidas convenientemente contra la oxidación

Interruptor magnetotérmico

- La conexión de los cables de alimentación y de salida deberá efectuarse fácilmente con una sola herramienta y por la parte frontal.
- Los bornes de los interruptores serán bimetálicos y estarán provistos para conectar los cables directamente por abulonamiento. El tornillo debe apretar directamente sobre la paleta del terminal del conductor o, eventualmente, sobre el conductor mismo.

Descargadores de tensión

- Los cables de conexión de los descargadores de sobretensión deben tener una sección idéntica a la línea a proteger.



- El cable de puesta en tierra debe tener una sección igual a la mitad de la del conductor de protección principal de la instalación, con un mínimo de 4 mm² y un máximo de 50 mm².

Interruptores diferenciales

- Los interruptores que admitan la regulación de algún parámetro estarán ajustados a las condiciones del parámetro exigidas en Proyecto.
- Para Interruptores automáticos diferenciales para montar sobre perfil DIN:
 - La sujeción de cables estará realizada mediante la presión de tornillos.
 - Deberá montarse sobre un perfil DIN simétrico en el interior de una caja o armario. El interruptor se sujetará por el mecanismo de fijación dispuesto para tal fin.
- Para Bloques diferenciales para montar en perfil din y para trabajar conjuntamente con interruptores automáticos magnetotérmicos:
 - El bloque diferencial quedará conectado al interruptor automático con los conductores que forman parte del mismo bloque. Queda expresamente prohibido modificar estos conductores para hacer las conexiones.
 - Deberá montarse sobre un perfil DIN simétrico en el interior de una caja o armario. El interruptor se sujetará por el mecanismo de fijación dispuesto para tal fin.
- Para Bloques diferenciales de caja moldeada para montar en perfil din o para montar adosados a interruptores automáticos magnetotermicos, y para trabajar conjuntamente con interruptores automáticos magnetotermicos:
 - El bloque diferencial quedará conectado al interruptor automático con los conductores que forman parte del mismo bloque. Queda expresamente prohibido modificar estos conductores para hacer las conexiones.
 - Cuando se coloca a presión, estará montado sobre un perfil DIN simétrico en el interior de una caja o armario. En este caso el interruptor se sujetará por el mecanismo de fijación dispuesto para tal fin.
 - Cuando se coloca adosado al interruptor automático, la unión entre ambos se hará con los bornes de conexión que incorpora el mismo bloque diferencial.

5.10.3.3 Identificación y Evaluación de Riesgos

- Riesgos más frecuentes:
 - Desprendimientos de bordes de taludes.
 - Atropellos causados por maquinaria.
 - Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.
 - Cortes en las manos.
 - Electrocuaciones por contacto indirecto.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Caídas de distinto nivel.
 - Sobreesfuerzos.



- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.).
- Proyección de partículas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.
- Atrapamientos contra objetos.
- Medidas preventivas:
 - Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de máquinas en movimiento.
 - Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
 - Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
 - Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
 - Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
 - Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
 - Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
 - Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
 - Emplear bolsas porta-herramientas.
 - Vigilar el izado de cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
 - Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
 - Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
 - Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
 - Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
 - Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
 - Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
 - Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
 - Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.

5.10.3.4 Control Medio Ambiental

El contratista estará obligado al cumplimiento del Plan de gestión de residuos de construcción y demolición.

Los equipos de protección, objeto de esta especificación, son conjuntos de elementos inertes durante el servicio normal de funcionamiento.

Los elementos constitutivos generales de las protecciones descritas son:

- Acero galvanizado
- Acero inoxidable
- PVC
- Plástico ABS



Los fabricantes deberán proporcionar la información concerniente a su tratamiento al final de su vida útil, recuperación, reciclado, eliminación, etc.

De acuerdo al R.D. 105/2008 que regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición los residuos generados durante la obra quedan clasificados como:

Tipo	Separación en fracciones	CER
Residuos de embalaje	Plástico, Papel y cartón	150101 Envases de papel y cartón

5.10.4 Anexos

5.10.4.1 Documentación de Producto

Se exigirá:

- Ficha técnica del producto
- Certificado por entidad acreditada del cumplimiento de las normas UNE de aplicación para cada uno de los elementos de acuerdo al apartado 2.3 Homologaciones y presentaciones de la presente especificación.

5.10.4.2 Criterio de no aceptación

Será causa justificada para la no aceptación de equipo o instalación de protecciones:

- Material no aceptado previamente por la Dirección Facultativa.
- Equipos de características inferiores a la recogida en el proyecto como nivel de aislamiento de envolvente, material de la envolvente, grado de protección IP, poderes de corte o tarada de protecciones de la aparamenta.
- Falta de equipación en cuadros. Bornas, sección de cableado interior deficiente, ausencia de terminales-punteras en conductores.
- Los conductores del cableado interior del cuadro estarán identificado con los equipos que conecta y los bornes de conexión. La ausencia de esta identificación será motivo de rechazo.
- Para circuitos de SSAA, falta de corte del neutro en las protecciones.
- Falta de documentación y/o certificación del equipo o algún componente

5.10.4.3 Programas de puntos de Inspección

El Programa de Puntos de Inspección (PPI) para la presente especificación:



PUNTO INSPECCIÓN	INSTRUMENTO
Replanteo inicial protecciones	
Fusibles (DC): Carac. y certificados	Inspección visual
Fusibles (AC): Carac. y certificados	Inspección visual
B. portafus. (DC): Carac. y certificados	Inspección visual
B. portafus. (AC): Carac. y certificados	Inspección visual
Int. Automático: Carac. y certificados	Inspección visual
Descar. sobretensión: Carac. y certif.	Inspección visual
Int. Diferencial: Carac. y certificados	Inspección visual
Protección por aislamiento de las partes activas	Inspección visual
Protección por medio de barreras o envolventes	Inspección visual
Protección por medio de obstáculos.	Inspección visual
Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento	Inspección visual
Interruptor de corte en carga	Inspección visual

5.11 ESTRUCTURA SOPORTE

Las estructuras soporte deberán cumplir con el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

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

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

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

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

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable. No se admitirá bajo ningún caso la perforación en campo de la estructura, porque esto generaría puntos calientes en el galvanizado. Las piezas deberán ser suministradas con las perforaciones correspondientes para su correcto ensamblaje en campo.

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.



Cumplirá las normas UNE - EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE - EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE - EN ISO 1461.

En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

Sevilla, enero de 2020



Firmado digitalmente por
BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q
Nombre de reconocimiento
(DN): c=ES,
serialNumber=IDCES-76026
631Q, givenName=JUAN
LUIS, sn=BARANDIARAN
MURIEL, cn=BARANDIARAN
MURIEL JUAN LUIS -
76026631Q

El Graduado en Ingeniería Eléctrica: Juan Luis Barandiarán Muriel
Col. Núm. 931-COGITI Cáceres



BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q
c=ES,
serialNumber=IDCES-7602
6631Q, givenName=JUAN
LUIS, sn=BARANDIARAN
MURIEL,
cn=BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q

El Graduado en Ingeniería Eléctrica: Juan Luis Barandiarán Muriel
Col. Núm. 931-COGITI Cáceres

el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)

Juan Luis Barandiarán Muriel

Nº de colegiado 931 -COGITI Cáceres

Avd. de la Constitución, 34 1º
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57-1 322 99 14

Avd. Prudente de Moraes,
4326 Lagoa Nova, Natal/RN Brazil
+55 84 2020-3914

WWW.INGENOSTRUM.COM



ingenostrum.

Executing your **renewable** vision





Executing your **renewable** vision

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA

Nº- SP.0045.2.M.SS.F401-0A

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ (ESPAÑA)

Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
00	27/08/19	Emisión Inicial	EGC	JMJ	JMB



Contenido

1	OBJETO	4
1.1	Alcance	4
1.2	Documentos	4
2	MEMORIA DE SEGURIDAD	5
2.1	Control de la Prevención	5
2.2	Instalaciones en Obra	7
2.3	Aplicación de la Prevención en la Obra	7
2.4	Descargos	8
2.5	Medidas Básicas de Prevención en los Trabajos no Eléctricos	9
2.6	Zanjas	10
2.7	Trabajos en Escaleras y Andamios	10
2.8	Señalizaciones	11
2.9	Útiles y Herramientas	11
2.10	Medidas Básicas de Prevención en los Trabajos Eléctricos	13
2.11	Evaluación de Riesgos.	15
2.12	Máquinas y Equipos	31
2.13	Actuaciones de Emergencia	39
2.14	Libro de Incidencias	42
3	PLIEGO DE CONDICIONES DE S&S	43
3.1	Objeto	43
3.2	Disposiciones Legales Reglamentarias	43
3.3	Condiciones Generales	44
3.4	Obligaciones en Materia de Seguridad y Salud	44
3.5	Seguros	45
3.6	Disposiciones Facultativas	46
3.7	Disposiciones Técnicas.	51
3.8	Disposiciones Económicas Administrativas	57
4	PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD	59
5	PLANOS SEGURIDAD Y SALUD	60



1 OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene como objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir, en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, mediante la planificación de la medicina asistencial y de primeros auxilios, durante la ejecución de los trabajos de instalación para Planta Solar Ardila de 49,99 MW pico en el término Municipal de Fregenal de la sierra, BADAJOZ.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en la Obras de Construcción" en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, que establece los criterios de planificación control y desarrollo de los medios y medidas de Seguridad e Higiene que deben de tenerse presentes en la ejecución de los Proyectos 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.

Se redacta el presente Estudio de Seguridad & Salud por el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial), colegiado en el COGITI de Cáceres con el número 931, **Juan Luis Barandiarán Muriel.**

1.1 ALCANCE

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar por el contratista principal y subcontratas y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos.

No obstante, de acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

1.2 DOCUMENTOS

El presente Estudio está integrado por los siguientes Documentos:

- MEMORIA
- PLIEGO DE CONDICIONES
- PLANOS
- MEDICIÓN Y PRESUPUESTO



2 MEMORIA DE SEGURIDAD

Esta memoria tiene por objeto describir las condiciones generales del trabajo y las actividades concretas a realizar, así como analizar los riesgos previsibles y las actuaciones encaminadas a evitarlos y establecer los medios asistenciales necesarios para minimizar las consecuencias de los accidentes que pudieran producirse.

2.1 CONTROL DE LA PREVENCIÓN

2.1.1 Formación de personal

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita, como folletos, normas, etc., ocuparán un lugar primordial las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

2.1.2 Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistirá a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

2.1.3 Charlas sobre riesgos específicos

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Responsables de Seguridad.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o *fases* de trabajo, se programarían *Charlas Específicas*, impartidas por el Técnico de Seguridad, encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Se prevé que al comienzo de los trabajos, el Jefe de Obra o en su lugar el Jefe de Trabajos, impartirá una Charla de Prevención a la que deben asistir todos los trabajadores, a fin de que participen en los temas siguientes:

- Características de la obra a realizar.
- Métodos - Procedimientos previstos.
- Protecciones colectivas y prendas de uso individual establecidas.
- Resumen del Estudio de Seguridad y Salud.
- Actuaciones en caso de incidente o accidente.



2.1.4 Medicina asistencial

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente, puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- El Control médico de los empleados.

Tal como establece la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Plan, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada en obra por personal adiestrado haciendo uso de un botiquín de 1ros auxilios

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.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, tal como dice el apartado A3 del Anexo VI del R.D. 486/1997, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales más cercanos.

- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

El contratista acreditará que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

2.1.5 Control de la prevención

La documentación disponible en obra y que estará a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud será:

- Estudio de Seguridad aprobado.
- Tc1 y Tc2.
- Comunicación Apertura de Centro de Trabajo.
- Seguro de Responsabilidad Civil.
- Reconocimientos Médicos.



- Certificados de maquinaria.
- Nombramiento y aceptación de Vigilante de Seguridad.
- Acreditación de formación e información.
- Registro de entrega de EPI' S.

2.2 INSTALACIONES EN OBRA

Se preverá en la obra utilizar las instalaciones de Higiene y Bienestar del promotor o las facilitadas por el contratista. Se adaptará un lugar en la factoría para el acopio de materiales, así como entradas y salidas del personal en obra..

Se empleará cuadro provisional de obra que se alimentará del cuadro de servicios auxiliares del Cliente, este estará provisto de protecciones eléctricas y mecánicas para su uso, no empleándose cuadro alguno que no reúna las condiciones de seguridad y salud.

2.3 APLICACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN LA OBRA

Se establece como uso obligatorio los siguientes equipos de protección para la realización de los trabajos. Tanto el equipo colectivo como la dotación personal, deben conservarse en lugares secos y al abrigo de la intemperie y deben transportarse en bolsas, cajas o compartimentos especialmente previstos para ello.

2.3.1 Equipos de protección personal

Protecciones para la cabeza:

- Cascos. Para trabajadores y visitantes. Estarán designados con la señal CE y el grado de aislamiento eléctrico.
- Protecciones auditivas. Cuando se trabaje en zonas con exposición a alto nivel de ruido
- Gafas en trabajos con riesgo de accidente ocular, tal como: trabajos en galerías donde existe peligro de desprendimiento de pequeño material, montajes eléctricos con riesgos de proyecciones, etc.
- Mascaras filtrantes: Se recomienda para todos los trabajos que provoquen nubes de polvo.

Protecciones para las extremidades:

- Guantes según el tipo de riesgo, anticorte para el manipulado de equipos y transportes o en manipulación de equipos con aristas agudas, etc., dieléctricos para trabajos en tensión según la norma técnica MT-4, para protección contra el ataque de productos químicos si se localizaran zonas de riesgo, según el agente químico.
- Herramientas homologadas para el trabajo en baja y media tensión según la norma técnica MT-26.
- Calzado de seguridad de clase III homologado.



Protecciones para el cuerpo:

- Arnés de seguridad para trabajos con riesgo de caída en altura, hundimientos y desprendimientos. Siempre será obligatorio para trabajos a más de 2m de altura y exista riesgo de accidente.

2.3.2 Equipos de protección colectiva

Deberán tenerse en cuenta las interferencias con otros grupos de trabajo, sobre todo en lo referente a maniobras con aparatos eléctricos de B.T. o A.T. La apertura de zanjas o socavones y cimentaciones para las estructuras que deberán estar convenientemente balizadas.

Cada operario cuidará la conservación de su dotación personal y del equipo colectivo.

Los equipos colectivos que se utilizarán en los trabajos con riesgo eléctrico son los siguientes:

- Banquetas y/o alfombras aislantes.
- Telas aislantes.
- Pantallas de separación aislantes.
- Protectores rígidos aislantes.
- Protectores flexibles aislantes.
- Pértigas aislantes.

2.4 DESCARGOS

Se realizará un descargo en A.T. dejando sin tensión el secundario de los transformadores de los centros de transformación, para realizar los trabajos en los centros de transformación para las conexiones de acometidas eléctricas en Baja Tensión. El descargo que tendrá lugar en el Centro de Trabajo sólo será realizado bajo el consentimiento y responsabilidad de la empresa que para tales efectos designe la propiedad, por lo que los instaladores eléctricos no implantarán actuación alguna sobre los procedimientos a seguir, riesgos, medidas preventivas y equipo de protección de los trabajos a ejecutar.

No se prevén en obra interferencias con terceros para el desarrollo de las distintas fases de la obra.

Todo trabajo a realizar en una instalación que implique proximidad o actuación sobre elementos susceptibles de estar en tensión, llevará consigo la previa petición de autorización y ejecución del Descargo de la citada instalación, según se indica en la correspondiente Norma de Descargos.

No se iniciará ningún trabajo sin permiso expreso de un representante de Dirección Facultativa.



Será responsabilidad de la Dirección Facultativa la coordinación de los descargos del equipo o equipos afectados, de acuerdo con la Norma de Descargos.

La apertura de los elementos de corte telecontrolados no exime de la obligatoriedad del seccionamiento, bloqueo y señalizaciones locales.

La operación de un equipo que esté en condiciones de servicio se hará únicamente por personal que haya sido expresamente autorizado para ello, esté recogido en su contrato de prestación de servicios y se haya acreditado la formación requerida a criterio de la Dirección Facultativa.

Las operaciones mínimas del descargo de una instalación o puesta en condiciones seguras de la misma son las "cinco reglas de oro":

- Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión. Enclavar o bloquear, si es posible, los aparatos de corte.
- Comprobar, con equipo adecuado, la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.
- Cuando se trabaje en celdas de protección. Queda prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas antes de dejar sin tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos situados en una celda sin cerrarla previamente si el resguardo de protección.

2.5 MEDIDAS BÁSICAS DE PREVENCIÓN EN LOS TRABAJOS NO ELÉCTRICOS

Con referencias a las operaciones no eléctricas o interferencia con otros grupos de trabajos debe observarse las siguientes indicaciones:

De acuerdo con la información de la conducción, el trazado exacto debe marcarse sobre el terreno antes de comenzar la excavación; aquél debe indicar, asimismo, las medidas de seguridad que se deberán respetar. Se recomienda que se confirme por escrito todas las condiciones y especificaciones efectuadas.

En el caso de encontrarse con una conducción no prevista, se deben, en principio, tomar las siguientes medidas:

- Suspender los trabajos de excavaciones próximos a la conducción.
- Descubrir la conducción sin deteriorarla y con suma precaución.
- Proteger la conducción para evitar deterioros.
- No desplazar los cables fuera de su posición, ni tocar, apoyarse o pasar sobre ellos al verificar la excavación.
- Impedir el acceso de personal a la zona e informar al propietario.



2.6 ZANJAS

En la apertura de zanjas para canalizaciones, se solicitará la consignación o descargo de los cables con los que se pudiera entrar en contacto en los siguientes casos:

- Para trabajos realizados con herramientas o útiles manuales, cuando la distancia sea inferior a 0,5 m.
- Para trabajos realizados con útiles mecánicos, cuando la distancia sea inferior a 1m.

2.7 TRABAJOS EN ESCALERAS Y ANDAMIOS

Antes de utilizar una escalera de mano en el montaje de estructuras del seguidor, el operario deberá comprobar que está en buen estado, retirándola en caso contrario, así como deberá observar las siguientes normas:

- No se utilizarán nunca escaleras empalmadas, salvo que estén preparadas para ello.
- Cuando se tenga que usar escaleras en las proximidades de instalaciones en tensión, su manejo será vigilado directamente por el Jefe de Trabajo, delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.
- No se debe subir una carga de más de 30 Kg. sobre una escalera no reforzada.
- Las escaleras de mano se deben apoyar en los largueros (nunca los peldaños) y de modo que el pie quede retirado de la vertical del punto superior de apoyo, a una distancia equivalente a la cuarta parte de la altura.
- Tendrán una longitud suficiente para rebasar en un metro el punto superior del apoyo y se sujetarán en la parte superior para evitar que basculen. El ascenso y descenso se hará dando de frente a la escalera.
- Cuando no se empleen las escaleras, se deben guardar al abrigo del sol y de la lluvia. No deben dejarse nunca tumbadas en el suelo. Se barnizarán pero nunca se pintarán.

Cuando los trabajos se realicen en andamios deberán tenerse presentes las siguientes normas:

- La plataforma de trabajo tendrá siempre un ancho de 60 cm y estará construido con tablas de 5 cm de grueso como mínimo.
- Los andamios con plataforma de trabajo a más de 2 m de altura o con riesgo de caída de alturas superiores, tendrán el perímetro protegido con barandillas metálicas de 90 cm de altura y rodapié de 15 cm instalado en la vertical del extremo de la plataforma de trabajo, debiéndose sujetar el operario a un punto fijo del mismo mediante arnés de seguridad
- La plataforma de trabajo en andamios, ya sea de madera o metálica, deberá ir perfectamente sujeta al resto de la estructura.
- Todo andamio debe reposar en suelo firme y resistente. Queda prohibido utilizar cualquier otro elemento que no sea un pie de andamio regulable para la nivelación del mismo.



2.8 SEÑALIZACIONES

Las obras deben estar señalizadas mediante vallas. En particular, toda obra o material en la ruta, será anunciado por una señalización instalada a 150 metros como mínimo de sus extremos y conforme a lo establecido en el Código de la circulación.

El contorno de la obra precisará una señalización de posición.

Si debe ser interrumpida la circulación se colocará una persona provista de una banderola o disco rojo, en las cercanías de las vallas de señalización con el fin de indicar los puntos peligrosos. Durante la noche las banderolas rojas serán sustituidas por señales luminosas, las vallas serán bien visibles.

Estas instalaciones provisionales cumplirán con todas las prescripciones de general aplicación así como la particulares siguientes:

- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para las instalaciones interiores serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.
- En el origen de toda instalación interior a la llegada de los conductores de acometida, se dispondrá un interruptor diferencial de sensibilidad mínima de 300 miliamperios. Este interruptor podrá estar, además, provisto de los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas.
- En las instalaciones destinadas a obras, los interruptores diferenciales serán de la sensibilidad anteriormente citada cuando las masas de toda la maquinaria esté puesta a tierra y los valores de resistencia de ésta satisfagan lo señalado en la Norma MIE-BT-042. En caso contrario los interruptores diferenciales serán de alta sensibilidad Esta protección puede establecerse para la totalidad de la instalación o individualmente para cada una de las máquinas o aparatos utilizados.
- Las partes activas de toda la instalación así como las partes metálicas de los mecanismos interruptores, fusibles, tomas de corriente, etc., no serán accesibles sin el empleo de útiles especiales o estarán incluidas bajo cubiertas o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad
- Las tomas de corriente irán previstas de interruptor de corte omnipolar que permita dejarla sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- La aparamenta y material utilizado presentarán el grado de protección que corresponda a sus condiciones de instalación. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán del tipo protegido contra los chorros de agua.

2.9 ÚTILES Y HERRAMIENTAS

Los útiles y herramientas eléctricas son equipos muy peligrosos dado el estrecho contacto que existe entre el hombre y la máquina y más teniendo en cuenta que los trabajos son realizados en las obras, en la mayoría de las ocasiones, sobre emplazamientos conductores. Las herramientas portátiles de accionamiento manual serán de clase III o de doble aislamiento. Cuando estas herramientas se



utilicen en lugares húmedos o conductores serán alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos.

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.

Los cables de conexión y los bornes de ésta, situados en las herramientas, deberán estar debidamente protegidos de forma que las partes activas permanezcan en todo momento accesibles. Para las herramientas de clase I, el conductor de conexión incluirá el conductor de protección, disponiendo la clavija destinada a la toma de corriente, para este conductor.

Cuando la herramienta está prevista para diferentes tensiones nominales, se distinguirá fácil y claramente la tensión para la cual está ajustada.

Las herramientas destinadas a servicio intermitente, deben llevar indicada la duración prevista para las paradas funcionamiento.

Las herramientas previstas para ser alimentadas por más de dos conductores activos, llevarán el esquema correspondiente a las conexiones a realizar, salvo que la correcta conexión sea evidente y no sea precisa esta aclaración

Las lámparas eléctricas portátiles deben responder a las normas UNE 20-417 Y UNE 20-419 y estar provistas de una reja de protección para evitar choques y tendrán una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua. Serán de la clase II y la tensión de utilización no será superior de 250 V; siendo como máximo de 245 V cuando se trabaje en lugares mojados o superficies conductoras, si no son alimentados por medio de transformadores de separación de circuitos.

Queda terminantemente prohibido usar la cortadora radial sin protección o con discos no diseñados para esa máquina. Siempre se deberá usar gafas de protección para evitar posibles impactos en los ojos.

Queda prohibida toda operación de corte o soldadura en las proximidades de materias combustibles almacenadas, y en la de materiales susceptibles de desprender vapores o gases inflamables y explosivos, a no ser que se hayan tomado precauciones especiales.



Todas las partes conductoras de los motores generadores, los rectificadores y los transformadores de las máquinas, estarán protegidas para evitar contactos accidentales con partes en tensión. Se conectarán los armazones a tierra.

2.10 MEDIDAS BÁSICAS DE PREVENCIÓN EN LOS TRABAJOS ELÉCTRICOS

Se atenderá a lo establecido en el RD 614/2001. Las maniobras la realizarán trabajadores autorizados.

No se podrá trabajar con elementos en tensión sin la correspondiente protección personal. Cuando se realicen trabajos sin tensión, se comprobará que se han aislado las partes donde se desarrollen (mediante aparatos de seccionamiento) de cualquier posible alimentación. Únicamente se podrá comprobar la ausencia de tensión con verificadores de tensión. No se restablecerá el servicio hasta finalizar los trabajos, comprobando que no exista peligro alguno.

Cuando se realicen tendidos de cables provisionales, se tendrá en cuenta que no sean un riesgo de caídas y electrocuciones para terceros, para lo cual las partes en tensión deben quedar convenientemente protegidas y señalizadas.

No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos del elemento de seccionamiento estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.

Cuando los elementos de seccionamientos estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los elementos de seccionamiento y el transformador.

En instalaciones de baja tensión, no será necesario que la reposición de elementos de seccionamiento la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo conlleve la desconexión y el material de aquél ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico.

En instalaciones de alta tensión, cuando la maniobra del dispositivo portafusible se realice a distancia, se utilizarán pértigas que garanticen un adecuado nivel de aislamiento y se tomarán medidas de protección frente a los efectos de un posible cortocircuito o contacto eléctrico directo.

Los trabajos en las instalaciones eléctricas deberán realizarse siempre en cumplimiento del anexo II del RD 614/2001. El inicio y finalización de los trabajos debe ser comunicado, por escrito, al responsable de los trabajos.

Cuando se trabaje en celdas de protección, queda prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas antes de dejar sin tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos situados en una celda, sin cerrar la previamente con el resguardo de protección.



Para trabajar sin tensión en un transformador de intensidad, o sobre los circuitos que alimenta, se dejará previamente sin tensión al primario. Se prohíbe la apertura de los circuitos conectados al secundario estando el primario en tensión, salvo que sea necesario por alguna causa, en cuyo caso deberán cortocircuitarse los bornes del secundario.

2.10.1 Trabajos en proximidad de tensión

Se atenderá a lo dispuesto en el RD 614/2001 Anexo V referente a los trabajos en proximidad. Antes de iniciar los trabajos un trabajador cualificado determinará la viabilidad del trabajo. Se deberán adoptar las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo el número de elementos en tensión y las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes, etc. Se deberá limitar eficazmente la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro y con el material adecuado. Se informará a los trabajadores de los riesgos existentes.

En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo.

2.10.2 Trabajos en tensión

Para realizar un trabajo en tensión, se atenderá a lo dispuesto en el RD 614/2001-Anexo III.

Los Trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión. El método de trabajo y los equipos y los materiales deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto del suyo. Los equipos y los materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo.

Toda persona que deba intervenir en trabajos en tensión deberá estar acreditada por un organismo homologado, esto es, provista del Carnet de Habilitación expedido por su empresa que acredite su capacitación y autorización para la ejecución de dichos trabajos. La habilitación del personal es el proceso de selección, formación teórica-práctica, pruebas de conocimientos y aptitudes y reconocimientos requeridos para la obtención del Carné de Habilitación.

La zona de trabajo deberá señalizarse y delimitarse adecuadamente. Las medidas preventivas deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables y el trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de



trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permite una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

Se atenderá a lo establecido en el RD 614/2001- Anexo IV.

Las maniobras locales y las mediciones ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados en BT y por trabajadores cualificados en A T, pudiendo ser éstos auxiliados por trabajadores autorizados, bajo su supervisión y control.

El método de trabajo empleado y los equipos y los materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de los materiales.

2.10.3 En maniobras locales con interruptores o seccionadores

El método de trabajo empleado debe prever los defectos razonablemente posibles de los aparatos, como la posibilidad de que se efectúen maniobras erróneas.

En las mediciones, ensayos y verificaciones:

- En los casos en que sea necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se tomarán las precauciones para evitar la alimentación intempestiva de la misma.
- Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior, se tomarán las precauciones para asegurar que:
 - La instalación no puede ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.
 - Los puntos de corte tienen un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo por un lado y la tensión de servicio por el otro.
 - Se adecuarán las medidas de prevención tomadas frente al riesgo eléctrico, cortocircuito o arco eléctrico al nivel de tensión utilizado.

En cualquier caso, además de lo establecido en la normativa vigente, se cumplirá la normativa y procedimientos de la compañía.

2.11 EVALUACIÓN DE RIESGOS.

Se analiza a continuación los riesgos previsibles de las diferentes actividades de ejecución previstas así como las medidas correctoras.

2.11.1 Identificación de riesgos

En cada fase de las obras a realizar se distinguen los siguientes riesgos:

Manipulación de materiales, a mano y con medios mecánicos:



- Caída del personal al mismo nivel
- Caída del personal a distinto nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Maquinaria automotriz y vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Sobreesfuerzos
- Ventilación
- Iluminación
- Carga Física

Transporte de materiales en obra:

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Maquinaria automotriz y vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Ruidos
- Vibraciones
- Iluminación
- Condiciones ambientales del puesto de trabajo

Prefabricación y montajes mecánicos:

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída del personal a distinto nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Maquinaria automotriz y vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Proyecciones
- Sobreesfuerzos
- Ruidos
- Vibraciones
- Radiaciones no ionizantes
- Iluminación
- Carga Física



- Carga Mental
- Condiciones ambientales del puesto de trabajo.

Trabajos eléctricos. Tendido de circuitos, conexiones, etc.:

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída del personal a distinto nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Proyecciones.
- Contactos eléctricos.
- Sobrecarga térmico
- Ruido
- Sobreesfuerzos
- Ventilación
- Iluminación
- Agentes químicos
- Carga Mental
- Condiciones ambientales del puesto de trabajo.

2.11.2 Prevención y protección frente al riesgo

A continuación se exponen las medidas correctoras y/o preventivas que deberán tomarse para cada riesgo identificado para las actividades que se desarrollen:

Caída de personal al mismo nivel:

- Caída por deficiencia del suelo:
 - Respetar y cumplir señalización
 - Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
 - Comunicar, corregir deficiencias
 - Utilización de calzado adecuado
 - Mantener limpieza del lugar de trabajo.
- Caída por objetos, obstáculos:
 - Respetar y cumplir señalización
 - Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
 - Comunicar, corregir deficiencias
 - Utilización de calzado adecuado
 - Mantener limpieza del lugar de trabajo.



- Caída por existencia de vertidos líquidos:
 - Respetar y cumplir señalización
 - Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
 - Comunicar, corregir deficiencias
 - Utilización de calzado adecuado
 - Mantener limpieza del lugar de trabajo.
 - Contener el vertido de forma correcta.
- Caída por superficie deteriorada por agentes atmosféricos:
 - Respetar y cumplir señalización
 - Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
 - Comunicar, corregir deficiencias
 - Utilización de calzado adecuado
 - Extremar las precauciones al trabajar en estas condiciones atmosféricas.
 - Posponer, si es posible, la realización del trabajo.
- Caída resbalones y tropezones por malos apoyos del pie:
 - Respetar y cumplir señalización
 - Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
 - Comunicar, corregir deficiencias
 - Utilización de calzado adecuado.

Caída de personal a distinto nivel:

- Caída por huecos:
 - Colocación de barandillas adecuadas
 - Comunicar, corregir deficiencias
 - Señalización de la zona.
 - Tener la iluminación adecuada
 - Utilizar los medios previstos para el paso o acceso a otras instalaciones.
- Caída desde escaleras portátiles:
 - Elección de la escalera adecuada al trabajo a efectuar
 - Verificación del buen estado de conservación y resistencia de todos los componentes.
 - Nunca serán prefabricadas provisionales en obra
 - No estarán pintadas, para ver mejor si sufren roturas parciales
 - Solo podrá estar subido en la escalera un operario
 - Mientras se encuentra un operario subido en la misma, otro aguantará la escalera por la base; este operario se puede sustituir si se amarra la escalera firmemente
 - A la hora de bajar no se saltará, se bajará hasta el último escalón.
 - La escalera sobresaldrá 1 metro aproximadamente sobre el plano a donde se debe ascender.



- El ascenso se hará de frente a la escalera y con las manos libres de objetos y agarrándose a los peldaños.
 - Si se trabaja por encima de 2 metros se utilizara arnés de seguridad, que se deberá anclar a un sitio diferente de la escalera.
 - Colocación correcta y estable de la escalera, regla de 1:4; 4 m de altura --> 1 m de separación.
- Caída desde escaleras fijas:
 - Mantener orden y limpieza
 - Tener iluminación adecuada
 - Comunicar, corregir deficiencias
 - Utilización de calzado adecuado.
- Caída desde andamios:
 - Todos los andamios y plataformas se construirán de estructura firme y sólida.
 - El suelo será plano y adecuado al peso que deba soportar, la anchura mínima será de 0,6 m y estará libre de obstáculos.
 - No se depositaran cargas innecesarias en los mismos.
 - Todos los andamios de más de 2 m de altura tendrán barandilla a 0,9 m con la suficiente rigidez, así como una barra intermedia y rodapiés a 0,15 m.
 - Si los andamios son móviles se deben poder frenar firmemente.
 - Utilizar los medios previstos para el paso o acceso a otras instalaciones.
 - Comunica y/o corregir las deficiencias detectadas
- Caída desde estructuras, pórticos de naves, puentes grúas:
 - Ascenso y descenso con medios y métodos seguros: escaleras adecuadas, etc.
 - Estancia en el apoyo utilizando el cinturón de seguridad.
 - Evitar posturas inestables.
 - Utilización de sistema anticaídas.
 - Inspección del estado de la torre, estructura, etc.
 - Utilización del arnés de seguridad.
 - Evitar posturas inestables.
 - Utilizar escaleras en buen estado.
 - Utilizar elementos de sujeción.

Caída de objetos:

- Caída por manipulación manual de objetos y herramientas:
 - Respetar y cumplir las señalizaciones.
 - Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado.
 - Señalización de la zona de trabajo.
 - No trabajar a diferentes niveles en la misma vertical, si es necesario se utilizaran medios sólidos de separación.
 - Tener los materiales necesarios para el trabajo dentro de recipientes adecuados.



- Usar cuerda de servicio o poleas para subir o bajar materiales.
- Caída de elementos apilado:
 - Respetar y cumplir las señalizaciones.
 - Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado.
 - Pequeños materiales en cajas.
 - Retirar materiales sin alterar estabilidad de los restantes.
 - Dispositivos de retención si fueran necesarios (redes, fundas, etc.).
 - No abusar en exceso del espacio existente.
- Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores:
 - Respetar y cumplir las señalizaciones.
 - Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado.
 - Señalización de la zona de trabajo.
 - Solo se utilizarán aparatos elevadores por personal especializado.
 - Nunca se permanecerá debajo de la carga.
 - Adecuar los accesorios (eslingas, ganchos, etc.) a las características de la carga.

Choques y golpes:

- Choque contra objetos móviles y fijos:
 - Utilizar la ropa de trabajo adecuada.
 - Utilizar el casco de seguridad.
 - Utilizar el calzado adecuado.
 - Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada.
 - Tener iluminación adecuada.
 - Respetar la señalización.
- Choque contra herramientas u otros objetos:
 - Utilizar la ropa de trabajo adecuada.
 - Utilizar el casco de seguridad.
 - Utilizar el calzado adecuado.
 - Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada.
 - Tener iluminación adecuada.
 - Utilizar guantes de protección.

Maquinaria automotriz y vehículos:

- Atropello a peatones:
 - Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
 - Respetar y cumplir las señalizaciones.
 - Tener iluminación adecuada.
 - Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.



- Atención a circunstancias extraordinarias(obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia,...).
 - Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
 - Desplazarse por lugares indicados para ello.
 - Precaución con pasos y accesos a garajes, naves, oficinas, etc.
- Golpes y choques entre vehículos:
 - Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
 - Respetar y cumplir las señalizaciones.
 - Tener iluminación adecuada.
 - Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
 - Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia,...).
 - Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
 - Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo.
 - Evitar la fatiga y el sueño.
 - Adoptar la velocidad adecuada.
- Golpes y choques contra elementos fijos:
 - Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
 - Respetar y cumplir las señalizaciones.
 - Tener iluminación adecuada.
 - Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
 - Atención a circunstancias extraordinarias(obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia,...).
 - Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
 - Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo.
 - Evitar la fatiga y el sueño.
 - Adoptar la velocidad adecuada.
- Vuelco de vehículos:
 - Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
 - Respetar y cumplir las señalizaciones.
 - Tener iluminación adecuada.
 - Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
 - Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia,...).
 - Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
 - Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo.
 - Evitar la fatiga y el sueño.
 - Adoptar la velocidad adecuada.
- Caída de cargas
 - Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
 - Respetar y cumplir las señalizaciones.
 - Tener iluminación adecuada.
 - Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
 - Atención a circunstancias extraordinarias(obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia,...).



- Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
- Colocar adecuadamente la carga (no sobrecargar, bien sujeta, estable y centrada).

Atrapamientos:

- Atrapamientos por herramientas manuales:
 - Respetar y cumplir las señalizaciones.
 - Tener la iluminación adecuada.
 - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
 - Utilizar el casco adecuado.
 - Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
 - No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
 - No tocar partes en movimiento.
- Atrapamientos por herramientas portátiles eléctricas
 - Respetar y cumplir las señalizaciones.
 - Tener la iluminación adecuada.
 - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
 - Utilizar el casco adecuado.
 - Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
 - No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
 - No tocar partes en movimiento.
 - Transportar la herramienta desconectada hasta el lugar de trabajo.
 - Los elementos móviles estarán protegidos.
- Atrapamientos por objetos:
 - Respetar y cumplir las señalizaciones.
 - Tener la iluminación adecuada.
 - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
 - Utilizar el casco adecuado.
 - Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
 - No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
 - No tocar partes en movimiento.
 - Nunca trabajar debajo de objetos que no estén estables.
- Atrapamientos por mecanismos móviles:
 - Respetar y cumplir las señalizaciones.
 - Tener la iluminación adecuada.
 - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
 - Utilizar el casco adecuado.
 - Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
 - No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
 - No tocar partes en movimiento.
 - Los elementos móviles estarán protegidos.



- Respetar distancias entre máquina y zonas de paso.
- Procurar trabajar en espacios amplios.

Cortes:

- Corte por herramientas portátiles eléctricas:
 - Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
 - Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
 - Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
 - Utilizar guantes de protección mecánica.
 - Utilizar casco de seguridad.
 - Utilizar ropa adecuada de manga larga.
 - Utilizar calzado especial.
- Corte por herramientas manuales:
 - Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
 - Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
 - Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
 - Utilizar guantes de protección mecánica.
 - Utilizar casco de seguridad.
 - Utilizar ropa adecuada de manga larga.
 - Utilizar calzado especial.
- Corte por máquinas fijas:
 - Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
 - Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
 - Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
 - Utilizar guantes de protección mecánica.
 - Utilizar casco de seguridad.
 - Utilizar ropa adecuada de manga larga.
 - Utilizar calzado especial.
- Corte por objetos superficiales:
 - Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
 - Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
 - Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
 - Utilizar guantes de protección mecánica.
 - Utilizar casco de seguridad.
 - Utilizar ropa adecuada de manga larga.
 - Utilizar calzado especial.
- Corte por objetos punzantes:
 - Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.



- Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
- Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
- Utilizar guantes de protección mecánica.
- Utilizar casco de seguridad.
- Utilizar ropa adecuada de manga larga.
- Utilizar calzado especial.

Proyecciones:

- Impactos por fragmentos o partículas sólidas:
 - Instalar si es posible las máquinas que puedan originar proyecciones en lugares apartados o compartimentos cerrados.
 - Instalar pantallas de separación o mantas para evitar la dispersión de proyecciones.
 - Delimitar o señalizar la zona donde se puedan producir proyecciones
 - Utilizar gafas o pantalla facial.
 - Utilizar ropa de trabajo adecuada con manga larga
 - Utilizar casco de protección.
- Proyecciones líquidas:
 - Instalar si es posible las máquinas que puedan originar proyecciones en lugares apartados o compartimentos cerrados.
 - Instalar pantallas de separación o mantas para evitar la dispersión de proyecciones.
 - Delimitar o señalizar la zona donde se puedan producir proyecciones
 - Utilizar gafas o pantalla facial.
 - Utilizar ropa de trabajo adecuada con manga larga
 - Utilizar casco de protección.

Contactos térmicos:

- Contactos con fluidos, proyecciones o sustancias calientes/frías:
 - Aislar térmicamente las partes susceptibles de producir quemaduras por contacto, delimitar o señalizar estas partes, de no ser posible su aislamiento térmico. Utilizar guantes de protección térmica o mecánica.
 - Utilizar casco de protección.
 - Utilizar ropa de trabajo de características térmicas u otras características adecuadas.

Contactos químicos:

- Disponer los productos químicos en recipientes adecuados y etiquetados en lugares separados.
- Delimitar y separar las zonas donde pueda existir productos químicos.
- Utilizar guantes, ropa de trabajo, calzado, casco, protección ocular o facial y protección respiratoria, según proceda, de características adecuadas.



Contactos eléctricos:

Contactos directos:

- En las instalaciones y equipos
 - Formación e información a los trabajadores. Mantener los elementos en tensión alejados de las zonas accesibles o bajos envolventes cerrados y señalizados.
 - Revisar periódicamente el estado de las instalaciones y equipos.
 - Disponer de protecciones en todas las líneas en derivación con baja tensión
 - Disponer de los equipos de protección individual precisos, tales como guantes aislantes, protección facial u ocular, casco aislante, ropa de trabajo, calzado de protección.
 - Deberán estar fabricados, montadas y mantenidas de acuerdo con los reglamentos y normas aplicables.
 - Los equipos portátiles de alumbrado serán de tensión de seguridad o estarán alimentados a través de transformadores de separación de circuitos.
 - Todos los equipos eléctricos portátiles serán de doble aislamiento reforzado o estarán provistos de toma de tierra y protegidos por interruptores diferenciales de alta sensibilidad (0.03 A).
 - Los cables de alimentación a equipos provisionales deberán mantenerse en buen estado y se evitara que constituyan un riesgo por razón de su disposición.
 - Se evitara entrar en instalaciones eléctricas o accionar en los equipos eléctricos si no se está cualificado y expresamente autorizado para ello.
 - En el interior de las instalaciones eléctricas o en proximidad de ellas no se utilizaran escaleras o elementos metálicos largos.
- Para trabajos en instalaciones sin tensión
 - Formar e informar a los trabajadores.
 - Desarrollar un procedimiento para el descargo de las instalaciones.
 - Colocar equipos de puesta a tierra y en cortocircuito adecuados.
 - Verificar la ausencia de tensión previa a los trabajos.
 - Disponer e instalar equipos de protección colectiva tales como: banquetas y/o alfombras aislantes, protectores rígidos aislantes, protectores flexibles aislantes.
 - Disponer y utilizar los equipos de bloqueo y de señalización y delimitación.

Contactos indirectos:

- En las instalaciones y equipos
 - Formación e información a los trabajadores. Mantener los elementos en tensión alejados de las zonas accesibles o bajos envolventes cerrados y señalizados.
 - Revisar periódicamente el estado de las instalaciones y equipos.
 - Disponer de protecciones en todas las líneas en derivación con baja tensión



- Disponer de los equipos de protección individual precisos, tales como guantes aislantes, protección facial u ocular, casco aislante, ropa de trabajo, calzado de protección.
 - Deberán estar fabricados, montados y mantenidos de acuerdo con los reglamentos y normas aplicables.
 - Los equipos portátiles de alumbrado serán de tensión de seguridad o estarán alimentados a través de transformadores de separación de circuitos.
 - Todos los equipos eléctricos portátiles serán de doble aislamiento reforzado o estarán provistos de toma de tierra y protegidos por interruptores diferenciales de alta sensibilidad (0.03 A).
 - Los cables de alimentación a equipos provisionales deberán mantenerse en buen estado y se evitara que constituyan un riesgo por razón de su disposición.
 - Se evitara entrar en instalaciones eléctricas o accionar en los equipos eléctricos si no se está cualificado y expresamente autorizado para ello.
 - En el interior de las instalaciones eléctricas o en proximidad de ellas no se utilizaran escaleras o elementos metálicos largos.
- Para trabajos en instalaciones sin tensión
 - Formar e informar a los trabajadores.
 - Desarrollar un procedimiento para el descargo de las instalaciones.
 - Colocar equipos de puesta a tierra y en cortocircuito adecuados.
 - Verificar la ausencia de tensión previa a los trabajos.
 - Disponer e instalar equipos de protección colectiva tales como: banquetas y/o alfombras aislantes, protectores rígidos aislantes, protectores flexibles aislantes.
 - Disponer y utilizar los equipos de bloqueo y de señalización y delimitación.

Sobreesfuerzos:

- Sobreesfuerzos al tirar o empujar objetos:
 - Utilizar los medios adecuados siguiendo las instrucciones del fabricante
 - Potenciar los hábitos correctos de trabajo.
 - Formar en los métodos y procedimientos de trabajo seguro en la manipulación de cargas.
- Sobreesfuerzos por uso de herramientas:
 - Utilizar los medios adecuados siguiendo las instrucciones del fabricante
 - Potenciar los hábitos correctos de trabajo.
 - Formar en los métodos y procedimientos de trabajo seguro en la manipulación de cargas.
- Sobreesfuerzos al levantar, manipular o sostener cargas:
 - Utilizar los medios adecuados siguiendo las instrucciones del fabricante
 - Potenciar los hábitos correctos de trabajo.



- Formar en los métodos y procedimientos de trabajo seguro en la manipulación de cargas.

Agresión animal:

- Insectos:
 - Vestir la ropa de trabajo correcta.
 - En caso de existencia de insectos, procurar no realizar el trabajo en las horas de mayor insolación.
 - Utilizar repelentes o insecticidas.
- Ataque de perros:
 - Utilizar dispositivos para ahuyentarlos.
 - No realizar movimientos bruscos en su presencia.
 - Si es necesario, protegerse en el vehículo o habitáculos.
- Agresión por otros animales:
 - Acudir al servicio de asistencia médica más próximo.

Sobrecarga térmica:

- Exposiciones prolongadas al calor:
 - Planificar el trabajo para no trabajar en las horas de mayor insolación.
 - Utilizar ropa de trabajo correcta.
 - Tener la cabeza cubierta.
 - Beber agua regularmente.
 - Si fuese necesario trabajar a turno.
- Estrés térmico:
 - Cuando se deba trabajar en estas condiciones se debe controlar la sudoración.
 - Beber agua frecuentemente.
 - Tener previsto el consumo de pastillas de sal.
 - Se deberán utilizar procedimientos de trabajo, controlando si es necesario el tiempo de exposición.

Ruido:

- Utilización de los elementos de protección si se sobrepasan los límites reglamentarios (orejeras, tapones etc.).
- Utilizar maquinaria de bajo nivel sonoro.
- En caso necesario reducir el tiempo de exposición.



Vibraciones:

- Utilizar maquinaria de bajo nivel de vibración.
- Utilizar manguitos antivibratorios o "silent-blocks" en máquinas.
- Utilizar protecciones personales en brazos y piernas

Ventilación:

- Ventilación ambiental insuficiente:
 - Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
 - Prever la necesidad de ventilación forzada.
 - Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
 - Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
 - Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
 - Se trabajara con equipos autónomos de respiración.
- Ventilación Excesiva:
 - Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
 - Prever la necesidad de ventilación forzada.
 - Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
 - Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
 - Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
 - Se trabajara con equipos autónomos de respiración.
- Condiciones de ventilación especial:
 - Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
 - Prever la necesidad de ventilación forzada.
 - Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
 - Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
 - Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
 - Se trabajara con equipos autónomos de respiración.
- Atmósferas bajas en oxígeno:
 - Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
 - Prever la necesidad de ventilación forzada.
 - Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.



- Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
- Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
- Se trabajara con equipos autónomos de respiración.

Iluminación:

- Iluminación insuficiente:
 - Tener prevista la iluminación adicional o de socorro, en función de la zona (24 V, antideflagrante, etc.).
 - Modificar el tipo de lámparas.
 - Actuar sobre la superficie reflejante.
- Deslumbramientos y reflejos:
 - Tener prevista la iluminación adicional o de socorro, en función de la zona (24 V, antideflagrante, etc.).
 - Modificar el tipo de lámparas.
 - Actuar sobre la superficie reflejante

Agentes químicos:

- Exposición a sustancias asfixiantes:
 - Comprobar la cantidad de oxígeno del aire de la zona de trabajo.
 - Utilizar los equipos de respiración autónomos.
 - Utilizar ropa de protección para riesgos químicos.
 - Utilizar guantes protectores para riesgos químicos.
 - Comprobar calidad del aire.
 - Utilizar equipos de protección de las vías respiratorias y si existen dudas, equipos de respiración autónoma.
- Exposición a atmósferas contaminantes:
 - Comprobar la cantidad de oxígeno del aire de la zona de trabajo.
 - Utilizar los equipos de respiración autónomos.
 - Utilizar ropa de protección para riesgos químicos.
 - Utilizar guantes protectores para riesgos químicos.
 - Comprobar calidad del aire.
 - Utilizar equipos de protección de las vías respiratorias y si existen dudas, equipos de respiración autónoma.
- Exposición a sustancias tóxicas:
 - Comprobar la cantidad de oxígeno del aire de la zona de trabajo.
 - Utilizar los equipos de respiración autónomos.
 - Utilizar ropa de protección para riesgos químicos.



- Utilizar guantes protectores para riesgos químicos.
- Comprobar calidad del aire.
- Utilizar equipos de protección de las vías respiratorias y si existen dudas, equipos de respiración autónoma.

Carga física:

- Movimiento repetitivo:
 - Se organizara el trabajo de forma que estos movimientos seden lo menos posible; si no fuera posible se adoptaran pausas o cambios de actividad, dentro de la jornada.
 - Se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo.
 - Se mantendrá la zona de trabajo libre de materiales o equipos no necesarios.
- Carga estática y postural:
 - Se organizara el trabajo de forma que estos movimientos seden lo menos posible; si no fuera posible se adoptaran pausas o cambios de actividad, dentro de la jornada.
 - Se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo.
 - Se mantendrá la zona de trabajo libre de materiales o equipos no necesarios.
- Carga dinámica:
 - Se organizara el trabajo de forma que estos movimientos seden lo menos posible; si no fuera posible se adoptaran pausas o cambios de actividad, dentro de la jornada.
 - Se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo.
 - Se mantendrá la zona de trabajo libre de materiales o equipos no necesarios.

Cargas climáticas exteriores:

- Se utilizarán las prendas de trabajo adecuadas en función del clima.

Carga mental:

- Distribución del tiempo:
 - Se organizara el trabajo previendo la necesidad de pausas o paralizaciones.
 - Destinar al personal con la cualificación necesaria para la tarea encomendada.
 - En trabajos monótonos o repetitivos, organizar el trabajo de modo a establecer la variación de funciones máxima posible.
 - Establecer medidas que permitan comunicarse a trabajadores aislados.
 - Organización del trabajo adecuado a las horas y turnos.
- Atención-Complejidad:
 - Se organizara el trabajo previendo la necesidad de pausas o paralizaciones.
 - Destinar al personal con la cualificación necesaria para la tarea encomendada.



- En trabajos monótonos o repetitivos, organizar el trabajo de modo a establecer la variación de funciones máxima posible.
- Establecer medidas que permitan comunicarse a trabajadores aislados.
- Organización del trabajo adecuado a las horas y turnos.

Condiciones ambientales:

- Iluminación del puesto de trabajo:
 - Tener provista la iluminación adicional en función de la zona.
- Ventilación / Calidad del aire:
 - En caso de mala ventilación, se debe trabajar con ventilación forzada.
- Humedad / Temperatura:
 - Se mantendrá una buena ventilación de la zona de trabajo.
- Ruido molesto:
 - Si es posible, aislar la fuente productora de ruido.

Configuración del puesto:

- Espacios de trabajo:
 - Se tendrá en cuenta las influencias provocadas por trabajos próximos.
 - Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas.
 - Retirar los equipos innecesarios.
- Distribución de equipos:
 - Se tendrá en cuenta las influencias provocadas por trabajos próximos.
 - Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas.
 - Retirar los equipos innecesarios.

2.12 MÁQUINAS Y EQUIPOS

- Relación de maquinaria y medios que presentan una atención especial:
 - Camión grúa.
 - Camión
 - Buldócer.
 - Retroexcavadora.
 - Pilotadora.
 - Motovolquetes y carretillas elevadoras.
 - Herramientas manuales en general.
 - Equipos y herramientas eléctricas.



- Andamios y escaleras.

2.12.1 Camión grúa

- Riesgos más frecuentes:
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Caída de objetos.
 - Golpes en movimientos de giro.
 - Atrapamientos.
 - Sobreesfuerzos.
- Actuaciones preventivas:
 - Serán revisados antes de su uso, las eslingas, bridas, estrobos, etc., para comprobar su perfecto estado.
 - Los ganchos de cuelgues estarán dotados de pestillo de seguridad.
 - Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud, en su defecto de calcular, el peso de la carga que se deba levantar.
 - Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante en función de la extensión del brazo.
 - El gruista mantendrá siempre la carga a la vista, en el caso de maniobras sin visibilidad serán dirigidas por un señalista.
 - Queda prohibido levantar más de una carga a la vez.
 - Se prohíbe realizar tirones sesgados y arrastrar cargas con la grúa.
 - Los materiales que deban ser elevados por la grúa, no estarán sometidos a otro esfuerzo que sea el de su propio peso.
 - El operador no desplazará la carga por encima del personal.
 - El operador evitara oscilaciones pendulares de la carga para lo cual la carga será guiada mediante cuerdas atadas a la misma.
 - Se prohíbe la permanencia de personas en el radio de acción de la grúa.
 - Queda prohibido que el operador abandone la grúa con cargas suspendidas

Protecciones personales

- El personal llevará en todo momento:
 - Casco homologado.
 - Ropa de trabajo adecuada.
 - Botas antideslizantes.
 - Limpiará el barro adherido al pedales.
 - Calzado para que no se resbalen los pies sobre los pedales.

Protecciones colectivas

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- La carga será guiada mediante cuerdas, en ningún momento se sujetará la carga con las manos mientras esté izada.



2.12.2 Camión

- Riesgos más frecuentes:
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Golpes en movimientos de giro.
 - Atrapamientos.
 - Atropeyos.
- Actuaciones preventivas:
 - Sé prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante.
 - Se prohíbe realizar tirones sesgados y arrastrar cargas con el camión.
 - Se prohíbe la permanencia de personas en el radio de giro del ángulo muerto del camión.
 - Queda prohibido que el operador abandone el camión con llaves

Protecciones personales

- El personal llevará en todo momento:
 - Casco homologado.
 - Ropa de trabajo adecuada.
 - Botas antideslizantes.
 - Limpiará el barro adherido a pedales.
 - Calzado para que no se resbalen los pies sobre los pedales.
- Protecciones colectivas.
 - No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina ni en la línea de desplazamiento.

2.12.3 Máquinas de movimiento de tierras

- Riesgos más frecuentes.
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Caída de objetos.
 - Golpes en movimientos de giro.
 - Atrapamientos.
 - Sobreesfuerzos.
 - Atropello
 - Aplastamientos
 - Ruidos
 - Vibraciones
 - Golpes por la manivela de puesta en marcha.
 - Vuelco de vehículo.



- Actuaciones Preventivas.
 - Se combinarán los trabajos con personal señalista.
 - Se señalizarán las zonas de trabajo de máquinas.
 - Se señalizará y se establecerá un fuerte tope de fin de recorrido ante el borde de taludes o cortes en los que el dumpers debe verter su contenido (rollo de cables, tubos, etc.).
 - Se señalizarán los caminos y direcciones que deban ser recorridos por las máquinas de movimiento de tierras o carretillas elevadoras.
 - Es obligatorio no exceder la velocidad de 20 km/h, tanto en el interior como en el exterior de la obra.
 - Se prohíbe sobrepasar la carga máxima inscrita en el PMA de la máquina.
 - Se prohíbe el "colmo" de las cargas que impida la correcta visión del conductor.
 - Queda prohibido el transporte de personas sobre el dumpers o carretillas elevadora (para esta norma, se establece la excepción debida a aquellos dumpers o carretillas elevadora dotados de transportín para estos menesteres).
 - El remonte de pendientes bajo carga se efectuará siempre en marcha atrás, en evitación de pérdidas de equilibrio y vuelco.
 - El operador no desplazara la carga por encima del personal con la carretilla elevadora.

Protecciones individuales

- Botas de seguridad.
- Casco de polietileno.
- Cinturón de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Traje impermeable.

Protecciones colectivas

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Al descargar el cajón, pala, volquete siempre estarán bloqueadas las ruedas delanteras, mediante tablón, calzos hidráulicos o similar y con la marcha atrás.
- No soportará cargas mayores de lo establecido en su P.M.A..

2.12.4 Medios auxiliares. Herramientas de mano y eléctricas

- Los medios auxiliares más empleados son los siguientes
 - Herramientas manuales en general
 - Pistola fija-clavos
 - Taladradora portátil



Herramientas manuales en general

- Características generales que se deben cumplir
 - Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.
 - La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los mismos.
 - Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
 - Se adaptarán protectores adecuados a aquellas herramientas que lo admitan.
- Instrucciones generales para su manejo
 - Seleccionar y realizar un uso de las herramientas manuales adecuado al tipo de tarea, (utilizarlas en aquellas operaciones para las que fueron diseñadas). De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.
 - Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semidoblado y la muñeca en posición recta.
 - Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico.
 - Usar herramientas diseñadas de forma tal que den apoyo a la mano de la guía y cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano. Usar también herramientas que ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice.
 - Usar herramientas con esquinas y bordes redondeados.
 - Cuando se usan guantes, asegurarse de que ayuden a la actividad manual pero que no impidan los movimientos de la muñeca a que obliguen a hacer una fuerza en posición incómoda.
 - Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzca la vibración.
 - Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.
- Riesgos más frecuentes
 - Golpes y cortes por objetos o herramientas.
 - Proyección de fragmentos o partículas.
 - Pisadas sobre objetos.
 - Trastornos musculo esqueléticos.
- Actuaciones preventivas
 - Antes de usarlas, inspeccionar cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, cortantes y susceptibles de proyección.
 - Cualquier defecto o anomalía será comunicado lo antes posible.
 - Se utilizarán exclusivamente para la función que fueron diseñados.



- Medidas preventivas específicas
 - Cinceles y punzones
 - Se comprobará el estado de las cabezas, desechando aquellos que presenten rebabas o fisuras.
 - Se transportarán guardados en fundas portaherramientas.
 - El filo se mantendrá en buen uso, y no se afilarán salvo que la casa suministradora indique tal posibilidad.
 - Cuando se hayan de usar sobre objetos pequeños, éstos se sujetarán adecuadamente con otra herramienta.
 - Se evitará su uso como palanca.
 - Las operaciones de cincelado se harán siempre con el filo en la dirección opuesta al operario.
 - Martillos
 - Se inspeccionará antes de su uso, rechazando aquellos que tengan el mango defectuoso.
 - Se usarán exclusivamente para golpear y sólo con la cabeza. No se intentarán componer los mangos rajados.
 - Las cabezas estarán bien fijadas a los mangos, sin holgura alguna. No se aflojarán tuercas con el martillo.
 - Cuando se tenga que dar a otro trabajador, se hará cogido por la cabeza. Nunca se lanzará.
 - No se usarán martillos cuyas cabezas tengan rebabas.
 - Cuando se golpeen piezas que tengan materiales que puedan salir proyectados, el operario empleará gafas contra impacto.
 - En ambientes explosivos o inflamables, se utilizarán martillos cuya cabeza sea de bronce, madera o poliéster.
 - Alicates
 - Para cortar alambres gruesos, se girará la herramienta en un plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los extremos del mismo; emplear gafas contra impactos.
 - No se usarán para aflojar o soltar tornillos.
 - Nunca se usarán para sujetar piezas pequeñas a taladrar. Se evitará su uso como martillo.
 - Destornilladores
 - Se transportarán en fundas adecuadas, nunca sueltos en los bolsillos. Las caras estarán siempre bien amoladas.
 - Hoja y cabeza estarán bien sujetas. No se girará el vástago con alicates.
 - El vástago se mantendrá siempre perpendicular a la superficie del tornillo. No se apoyará el cuerpo sobre la herramienta.



- Se evitará sujetar con la mano, ni apoyar sobre el cuerpo la pieza en la que se va a atornillar, ni se pondrá la mano detrás o debajo de ella.
- Limas
 - Se mantendrán siempre limpias y sin grasa. Tendrán el mango bien sujeto.
 - Las piezas pequeñas se fijarán antes de limarlas.
 - Nunca se sujetará la lima para trabajar por el extremo libre.
 - Se evitarán los golpes para limpiarlas.
- Llaves
 - Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
 - Se utilizarán únicamente para las operaciones que fueron diseñadas. Nunca se usarán para martillar, remachar o como palanca.
 - Para apretar o aflojar con llave inglesa, hacerlo de forma que la quijada que soporte el esfuerzo sea la fija.
 - No empujar nunca la llave, sino tirar de ella.
 - Evitar emplear cuñas. Se usarán las llaves adecuadas a cada tuerca. Evitar el uso de tubos para prolongar el brazo de la llave.

Pistola Fija-Clavos

- Riesgos más frecuentes
 - Golpes en las manos y los pies.
 - Proyección de partículas.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Descargas eléctricas.
 - Exposiciones al ruido.
- Actuaciones preventivas
 - El personal dedicado al uso de la pistola fija-clavos, será conocedor del manejo correcto de la herramienta, para evitar los accidentes por impericia.
 - En ningún caso debe dispararse sobre superficies irregulares, puede perder el control de la pistola y sufrir accidentes.
 - En ningún caso debe intentarse realizar disparos inclinados, puede perder el control de la pistola y sufrir accidentes.
 - Antes de dar un disparo, cerciőrese de que no hay nadie al otro lado del objeto donde dispara.
 - Antes de disparar debe comprobarse que el protector está en posición correcta.
 - No debe intentarse realizar disparos cerca de las aristas.
 - No debe dispararse apoyado sobre objetos inestables.



- El operario que utilice la pistola fija-clavos deberá usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo, botas de cuero de seguridad, auriculares, gafas antiimpactos y cinturón de seguridad si lo precisarán.
- Protecciones personales
 - Casco de seguridad homologado.
 - Botas de seguridad.
 - Protectores auditivos.
 - Cinturón de seguridad.
 - Gafas de protección contra impactos.
 - Guantes de seguridad.

Taladradora portátil.

- Riesgos más frecuentes
 - Golpes en las manos y los pies.
 - Proyección de partículas.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Descargas eléctricas.
 - Exposiciones al ruido.
- Actuaciones Preventivas
 - El personal dedicado al uso de la taladradora portátil, será conocedor del manejo correcto de la herramienta, para evitar los accidentes por pericia. Debe comprobarse que el aparato no carezca de alguna de las piezas de su carcasa de protección, en caso de deficiencia no debe utilizarse hasta que esté completamente restituido.
 - Antes de su utilización debe comprobarse el buen estado del cable y de la clavija de conexión, en caso de observar alguna deficiencia debe devolverse la máquina para que sea reparada.
 - Deben evitarse los recalentamientos del motor y las brocas.
 - No debe intentarse realizar taladros inclinados, puede fracturar la broca y producir lesiones.
 - No intente agrandar el orificio oscilando alrededor de la broca, puede fracturarse la broca y producir serias lesiones.
 - No intente realizar un taladro en una sola maniobra. Primero marque el punto a horadar con un puntero, segundo aplique la broca y emboquille.
 - La conexión y el suministro eléctrico a los taladros portátiles se realizará mediante manguera antihumedad a partir del cuadro de planta, dotado de las correspondientes protecciones.
 - Se prohíbe expresamente depositar en el suelo o dejar abandonado conectado a la red eléctrica el taladro portátil.



- Protecciones personales.
 - Mono de trabajo.
 - Casco de seguridad homologado.
 - Botas de seguridad.
 - Gafas de protección contra impactos.
 - Guantes de seguridad.

2.13 ACTUACIONES DE EMERGENCIA

Las contratas que trabajen en la obra dispondrán en la misma de un botiquín suficientemente equipado para el personal que tengan con material medicinal básico listo siempre para su uso.

El personal de obra deberá estar informado de los diferentes Centros Médicos, ambulatorios y Mutualidades Laborales donde deben trasladarse los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Estas direcciones y teléfonos deberán figurar en lugar o lugares visibles en la obra.

2.13.1 En caso de evacuación

Cuando el responsable del centro de trabajo determine la evacuación del local ante una situación de emergencia, debe hacerse lo antes posible, manteniendo la calma y siguiendo las instrucciones del personal encargado de dirigir la evacuación.

Si no se conoce la zona hay que guiarse por la señalización de evacuación y salidas de emergencia.

No hay que detenerse inmediatamente después de salir del edificio, especialmente en aquellos centros de trabajo de gran ocupación. Se bloquearía la salida y se dificultaría la evacuación del resto de los ocupantes.

Si en el momento en que se produce la emergencia se encontrase con algún trabajador de la Empresa principal debe realizar la evacuación junto a él ya que posee un mayor conocimiento de la instalación.

En aquellas instalaciones que cuenten con un Estudio de emergencia y evacuación, existen puntos de encuentro donde deben concentrarse todos los ocupantes.

Durante la evacuación de una zona de trabajo se debe acudir al punto de encuentro; debiendo concentrarse los empleados en un punto que permita el recuento y la confirmación de que nadie se ha quedado dentro. En caso de no conocer este punto de encuentro, se deberá elegir el "*lugar suficientemente seguro*" más cercano a la entrada principal de la instalación.

"Como lugar suficientemente seguro se debe considerar, en general el espacio abierto exterior público o privado, capaz de garantizar el libre desplazamiento de las personas y la recepción de ayudas exteriores. "

Si Vd. descubre un fuego use un extintor si sabe manejarlo. Avise antes a otras personas. Nunca actúe sólo. En caso de que siga el fuego abandone el lugar.



Si no se encuentra solo, comuníquese la situación de emergencia al responsable del centro de trabajo. En caso que se ordene la evacuación:

- No pierda tiempo en recoger objetos ni prendas de valor.
- Salga de la instalación por la salida más próxima
- Evite la propagación del humo y de las llamas cerrando puertas y ventanas (sin llave), apartando los combustibles.
- No utilice el ascensor
- Sin correr diríjase a la calle o al punto de encuentro establecido
- Siga en todo momento las instrucciones de la persona que está al mando.
- No abandone nunca el punto de encuentro hasta que los responsables de la emergencia sepan que se encuentra a salvo. Evitará que le busquen peligrosamente en el interior del edificio incendiado

2.13.2 En caso de accidente

Evite que el accidente se propague y que alcance a otras personas (incluidos usted mismo). Proteja al accidentado, sin perder de vista el entorno que rodea el lugar de accidente.

Ha de retirarse al accidentado ante peligro de derrumbamientos o en calzadas con paso de vehículos, procure señalizar el lugar del accidente.

En función de la gravedad y distancia:

- Acudir al Servicio Médico de su Empresa
- Al Centro asistencial más cercano
- Al Hospital más próximo
- Posible petición de ayuda a los Servicios de Urgencia Especializados, ambulancias, bomberos, policía, protección civil:
 - La llamada telefónica debe realizarse conforme a unas normas previamente preparadas revisadas periódicamente.
 - Ha de disponerse de una lista actualizada con los teléfonos de los Servicio de emergencia.
- En la llamada indique:
 - La gravedad del accidente, cuántas personas están implicadas y cuando se ha producido.
 - La situación exacta del accidente y la mejor vía de acceso.

Adecuar el terreno para una posible cura de urgencia, si es posible sin mover al accidentado, disponer a mano de un botiquín de urgencias.

Procurar comodidad al accidentado y una postura correcta para que respire de forma cómoda. Atención especial a las llamadas CONSTANTES VITALES, respiración y pulso, auxiliando a los diversos accidentados por orden de gravedad.



Si la situación se ha estacionado arrojar al accidentado, procurarle compañía y afecto y esperar la llegada de los equipos sanitarios

Avise a los responsables de la instalación y/o al Servicio de Vigilancia, si lo hubiere, de todas las anomalías que detecte y que, *a su Juicio*, puedan originar un incendio, o cualquier otra situación de emergencia.

2.13.3 Frente al riesgo eléctrico.

Mantenga limpio y en orden el puesto de trabajo.

No acumular materiales, papeles, prendas de vestir, u otros objetos, sobre las máquinas en funcionamiento o sobre los radiadores.

No sobrecargar las líneas eléctricas. Atención al empleo de derivaciones y enchufes múltiples. Comprobar la tensión de los nuevos receptores antes de conectarse a la red.

Evitar las conexiones y la situación de aparatos eléctricos junto a las cortinas, u otros elementos combustible.

No puentear los diferenciales.

Desconectar los aparatos a su cargo al abandonar el puesto de trabajo.

Todas las personas que intervienen en la ejecución de trabajos deben ser informadas de los riesgos existentes por la proximidad a circuitos eléctricos y las formas de eliminarlos o protegerse. Se darán a conocer las distancias de seguridad a respetar y las medidas adecuadas de protección, así como la conducta que debe seguirse en el caso de producirse un accidente.

El contacto con un circuito eléctrico provoca, generalmente, el disparo de los dispositivos de corte de corriente y si así ocurre, la tensión automáticamente será restablecida en un período de tiempo muy breve. Por ello, debe avisarse inmediatamente al personal de mantenimiento cuando ocurra un contacto.

No se deben tocar a las personas en contacto con un circuito eléctrico. Se intentará separar a la víctima mediante elementos no conductores, sin tocarla directamente.

La instalación eléctrica y los equipos deberán ser conformes con las prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión indicadas en la reglamentación electrotécnica.

Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión.

- Los trabajos en instalaciones eléctricas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión se realizarán siguiendo un procedimiento que reduzca al mínimo estos riesgos; para el/o se limitará y controlará, en lo posible, la presencia de sustancias inflamables en la zona de trabajo y se evitará la aparición de focos de ignición, en particular, en caso de que exista, o pueda formarse, una atmósfera explosiva. En tal caso queda prohibida la realización de trabajos u operaciones (cambio de lámparas, fusibles, etc.) en tensión, salvo



si se efectúan en instalaciones y con equipos concebidos para operar en esas condiciones, que cumplan con la normativa específica aplicable.

- Antes de realizar el trabajo, se verificará la disponibilidad, adecuación al tipo de fuego previsible y buen estado de los medios y equipos de extinción. Si se produce un incendio, se desconectarán las partes de la instalación que puedan verse afectadas, salvo que sea necesario dejarlas en tensión para actuar contra el incendio, o que la desconexión conlleve peligros potencialmente más graves que los que pueden derivarse del propio incendio.
- Los trabajos los llevarán a cabo trabajadores autorizados; cuando deban realizarse en una atmósfera explosiva, los realizarán trabajadores cualificados y deberán seguir un procedimiento previamente estudiado.

Electricidad estática

- En todo lugar o proceso donde pueda producirse una acumulación de cargas electrostáticas deberán tomarse las medidas preventivas necesarias para evitar las descargas peligrosas y particularmente, la producción de chispas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión. A tal efecto, deberán ser objeto de una especial atención:
 - Los procesos donde se produzca una fricción continuada de materiales aislantes o aislados.
 - Los procesos donde se produzca una vaporización o pulverización y el almacenamiento, transporte o trasvase de líquidos o materiales en forma de polvo, en particular, cuando se trate de sustancias inflamables.
- Para evitar la acumulación de cargas electrostáticas deberá tomarse alguna de las siguientes medidas, o combinación de las mismas, según las posibilidades y circunstancias específicas de cada caso:
 - Eliminación o reducción de los procesos de fricción.
 - Evitar, en lo posible, los procesos que produzcan pulverización, aspersión o caída libre.
 - Utilización de materiales antiestáticos (poleas, moquetas, calzado, etc.) o aumento de su conductividad (por incremento de la humedad relativa, uso de aditivos o cualquier otro medio).
 - Conexión a tierra, y entre sí cuando sea necesario, de los materiales susceptibles de adquirir carga, en especial, de los conductores o elementos metálicos aislados.
 - Utilización de dispositivos específicos para la eliminación de cargas electrostáticas. En este caso la instalación no deberá exponer a los trabajadores a radiaciones peligrosas.
 - Cualquier otra medida para un proceso concreto que garantice la no acumulación de cargas electrostáticas.

2.14 LIBRO DE INCIDENCIAS

Durante la realización de las obras se hará uso del LIBRO DE INCIDENCIAS, según lo dispuesto en el artículo 13 del R.D. 1627/1998.



3 PLIEGO DE CONDICIONES DE S&S

3.1 OBJETO

El objeto del siguiente Pliego de Condiciones es especificar las características y condiciones técnicas correspondientes a los medios de protección colectiva e individual previstos en el documento MEMORIA del presente Estudio, así como las normas necesarias para su correcto mantenimiento, atendiendo a la Reglamentación Vigente.

3.2 DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS

Será de obligado cumplimiento, por parte de los contratistas, la normativa reseñada a continuación:

- ORDEN de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Partes no derogadas.
- LEY 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención
- REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- REAL DECRETO 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- REAL DECRETO 780/1998, de 30 de abril, 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.
- 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.
- LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- REAL DECRETO 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 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención
- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.



3.3 CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego de Condiciones técnicas particulares de seguridad y salud, es un documento contractual de esta obra que tiene por objeto:

- Exponer todas las obligaciones en materia de SEGURIDAD Y SALUD en el TRABAJO, de la Empresa como Contratista adjudicatario del proyecto de, con respecto a este ESTUDIO de SEGURIDAD y SALUD.
- Concretar la calidad de la PREVENCIÓN decidida.
- Exponer las NORMAS PREVENTIVAS de obligado cumplimiento en los casos determinados por el PROYECTO constructivo y exponer las NORMAS PREVENTIVAS que son propias de la Empresa
- 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 puesta en obra de la PREVENCIÓN decidida y su administración.
- Establecer un determinado programa formativo en materia de SEGURIDAD Y SALUD que sirva para implantar con éxito la PREVENCIÓN diseñada.

Todo eso con el objetivo global de conseguir la obra sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de SEGURIDAD Y SALUD, y que han de entenderse como a transcritos a norma fundamental de este documento contractual.

3.4 OBLIGACIONES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

- El 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 a la 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 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.

3.5 SEGUROS

3.5.1 Seguro de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura de responsabilidad civil profesional; asimismo 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.

3.6 DISPOSICIONES FACULTATIVAS

3.6.1 Coordinador de S Y S.

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.

3.6.2 Obligaciones en relación con la seguridad

La Empresa contratista con la ayuda de colaboradores, deberá cumplir y hacer cumplir las obligaciones de Seguridad y Salud, y que son de señalar las siguientes:

- 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.

3.6.3 Estudio y estudio básico

Los Artículos 5 y 6 del Real Decreto 1627/1997 regulan el contenido mínimo de los documentos que forman parte de dichos estudios, así como por quién deben de ser elaborados.

3.6.4 Información y formación

La Empresa contratista queda obligada 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.

3.6.5 Accidente laboral

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.

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.

Actuaciones administrativas

Actuaciones administrativas en caso de accidente laboral.

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.

3.6.6 Aprobación 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 la Constructora 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.

3.6.7 Precios contradictorios

En el supuesto de aparición de riesgos no evaluados previamente en el Estudio o Plan de Seguridad y Salud que precisaran 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.

3.6.8 Libro 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.

3.6.9 Libro de órdenes

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.

3.6.10 Paralización de 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.



3.7 DISPOSICIONES TÉCNICAS.

3.7.1 Servicios de higiene y bienestar

La Empresa pondrá conforme se especifica en la Memoria, una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:

- No se prevé la colocación los servicios de comedor, vestuarios y duchas, debido a que el edificio objeto de estudio está dotado de éstos. A su vez se exime de la obligación de dichas dotaciones, pudiendo en todo momento ser atendido los operarios de las obras por los servicios de hostelería propios de la citada ciudad.
- La empresa se compromete a que 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.
- No se prevé la colocación en la obra de contenedores para recogida de las basuras y desperdicios que periódicamente se llevarán a un basurero controlado.
- La conexión de estas Casetas de Obra al 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.
- La conexión del servicio de agua potable, se realizará a la cañería del suministro provisional de Obras.

3.7.2 Equipos de protección individual

- 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 (EPI's).
- Los EPI's 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 (EPI's), 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 EPI's 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.

Respecto a los medios de protección individual que se utilizarán para la prevención de los riesgos detectados, se deberán de cumplir las siguientes condiciones:

- 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 investigaran 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.
- Un 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.



3.7.3 Equipos de protección colectiva

El, 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.

Redes perimetrales.

Si hiciera falta la protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral sobre el montaje de estructuras, se hará mediante la utilización de redes sobre pescantes tipo horca.

Las mallas que conformen las redes serán de poliamida trenzada en rombo de 0,5 mm y malla de 7 cm. Llevarán cuerda perimetral de cerco anudada a la malla y para realizar los empalmes, así como para el arriostamiento de los tramos de malla a las pértigas, y será mayor de 8 mm.

Los tramos de malla se coserán entre ellos con el mismo tipo de cuerda de poliamida y nunca con alambres o cable, de forma que no dejen huecos.

El extremo inferior de la red se anclará a horquillas de acero embebidas en el forjado cada 50 cm., mediante cuerda de poliamida de las mismas características.

La Norma UNE-EN 1263-1 establece las características y requisitos generales que han de satisfacer las redes de seguridad utilizadas en determinados lugares de trabajo para proteger a las personas expuestas a los riesgos derivadas de caída de altura.

Se protegerá el desencofrado mediante redes de la misma calidad, ancladas al perímetro de los forjados.

- La Ordenanza de Trabajo de Construcción, Vidrio y Cerámica, de 28 de Agosto de 1970, regula las características y condiciones de los andamios en los Artículos 196 a 245.
- Directiva 89/392/CEE modificada por la 91/368/CEE para la elevación de cargas y por la 93/44/CEE para la elevación de personas sobre los andamios suspendidos.
- Real Decreto 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.
- Las protecciones colectivas requieren de una vigilancia en su mantenimiento que garantice la idoneidad de su funcionamiento para el fin que fueron instaladas. Esta tarea debe de ser realizada por el Delegado de Prevención, apartado -d-, artículo 36 de la Ley de Prevención



de Riesgos Laborales, quien revisará la situación de estos elementos con la periodicidad que se determine en cada caso y que como pauta general se indica a continuación.

- Elementos de redes y protecciones exteriores, en general, barandillas, antepechos, etc. (semanalmente).
- Elementos de andamiaje, apoyos, anclajes, arriostramientos, plataformas, etc. (semanalmente).
- Estado del cable de las grúas torre independientemente de la revisión diaria del gruista (semanalmente).
- Instalación provisional de electricidad, situación de cuadros auxiliares de plantas, cuadros secundarios, clavijas, etc. (semanalmente).
- Extintores, almacén de medios de protección personal, botiquín, etc. (mensualmente).
- Limpieza de dotaciones de las casetas de servicios higiénicos, vestuarios, etc. (semanalmente).

3.7.4 Señalización

3.7.4.1 Señalización de riesgos en el trabajo.

Esta señalización cumplirá con el contenido del Real Decreto 485 de 14 de abril de 1.997 que desarrolle los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31 de 8 de Noviembre de 1.995 de prevención de riesgos laborales.

3.7.4.2 Señalización vial

Esta señalización cumplirá con el nuevo -Código de Circulación- y la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

3.7.4.3 Características técnicas

Se utilizarán señales nuevas y normalizadas según la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

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.



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.

3.7.5 Útiles y herramientas portátiles

- 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.

Maquinaria

- 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, 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 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.
- , de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.
- Instalaciones Provisionales
- Se atenderán a lo dispuesto en el, 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 en los siguientes artículos:
 - 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 de acuerdo 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 ó 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 ó 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 señalará el -paso del cable- mediante una cubrición permanente de tablonas 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 sobrecargas (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 ó 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.

Instalaciones provisionales para los trabajadores.

- La Empresa 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.

3.8 DISPOSICIONES ECONÓMICAS ADMINISTRATIVAS

3.8.1 Condiciones para obras

- Una vez al mes, la Constructora extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme el Plan 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 2.6 de las Condiciones de Índole Facultativo.

Sevilla, enero de 2020

El Graduado en Ingeniería Eléctrica: Juan Luis Barandiarán Muriel
Cif. Num. 931-COGITI Cáceres

Firmado digitalmente por
BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q
Nombre de
reconocimiento (DN): c=ES,
serialNumber=IDCES-7602
6631Q, givenName=JUAN
LUIS, sn=BARANDIARAN
MURIEL,
cn=BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q

El Graduado en Ingeniería Eléctrica: Juan Luis Barandiarán Muriel
Cif. Num. 931-COGITI Cáceres

BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q
c=ES,
serialNumber=IDCES-7602
6631Q, givenName=JUAN
LUIS, sn=BARANDIARAN
MURIEL,
cn=BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q

*el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)
Juan Luis Barandiarán Muriel
Nº de colegiado 931 -COGITI Cáceres*



4 PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD

CAPÍTULO 12: SEGURIDAD Y SALUD					
12.01	PRIMEROS AUXILIOS	BOTIQUÍN DE OBRA CON TODOS LOS COMPONENTES PARA PRIMEROS AUXILIOS, EN CAJA METÁLICA CON CIERRE E INSCRIPCIÓN EXTERIOR, EN CASETA DE OBRA.	30	22,16	664,8
12.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	CASCO DE SEGURIDAD HOMOLOGADO.	120	1,57	188,4
		PAR DE BOTAS DE CUERO DE SEGURIDAD.	120	21,74	2608,8
		PAR DE GUANTES CON AISLAMIENTO ELÉCTRICO HOMOLOGADO.	60	4,04	242,4
		PROTECTOR AUDITIVO ANTIRRUIDO.	80	12,11	968,8
		GAFAS ANTIPOLVO Y ANTIIMPACTO, HOMOLOGADAS.	80	8,49	679,2
		CHALECO REFLECTANTE CON BANDAS DE SEÑALIZACIÓN HOMOLOGADO.	120	9,28	1113,6
		UD. CINTURÓN DE SEGURIDAD DOBLE CIERRE, HOMOLOGADO, S/ N.T.R. MT-13, 21 Y 22.	20	28,15	563
12.03	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	RECONOCIMIENTO MÉDICO OBLIGATORIO PARA TODO EL PERSONAL DE LA OBRA, POR FACULTATIVO AUTORIZADO.	120	57	6.840,00
		FORMACIÓN EN SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.	120	50	6.000,00
12.04	SEÑALIZACIÓN	BOTIQUIN	60	3,40	204
		USOS OBLIGATORIOS	60	3,64	218,4
		SEÑALIZACIÓN EVACUACIÓN	60	3,24	194,4
		OTROS USOS	60	3,48	208,8
12.05	INSTALACIÓN PROVISIONAL DE SERVICIO EN OBRA	MES DE ALQUILER DE CASETA PREFABRICADA PARA ASEOS EN OBRA, DE DIMENSIONES 3,45X2,05X2,30 M (7,00 M³), COMPUESTA POR: ESTRUCTURA METÁLICA, CERRAMIENTO DE CHAPA CON TERMINACIÓN DE PINTURA PRELACADA, CUBIERTA DE CHAPA, AISLAMIENTO INTERIOR, INSTALACIONES DE FONTANERÍA, SANEAMIENTO Y ELECTRICIDAD, TUBOS FLUORESCENTES Y PUNTO DE LUZ EXTERIOR, TERMO ELÉCTRICO, VENTANAS DE ALUMINIO CON LUNA Y REJAS, PUERTA DE ENTRADA DE CHAPA, SUELO CONTRACHAPADO HIDRÓFUGO CON CAPA ANTIDESLIZANTE, REVESTIMIENTO DE TABLERO EN PAREDES, PLACA TURCA, DOS PLATOS DE DUCHA Y LAVABO DE TRES GRIFOS, PUERTA DE MADERA EN PLACA TURCA Y CORTINA EN DUCHA. SEGÚN R.D. 486/97.	8	1600	12.800,00
TOTAL CAPÍTULO 12: SEGURIDAD Y SALUD					33.494,60 €



5 PLANOS SEGURIDAD Y SALUD



Figura 1.-Protección en zanjas

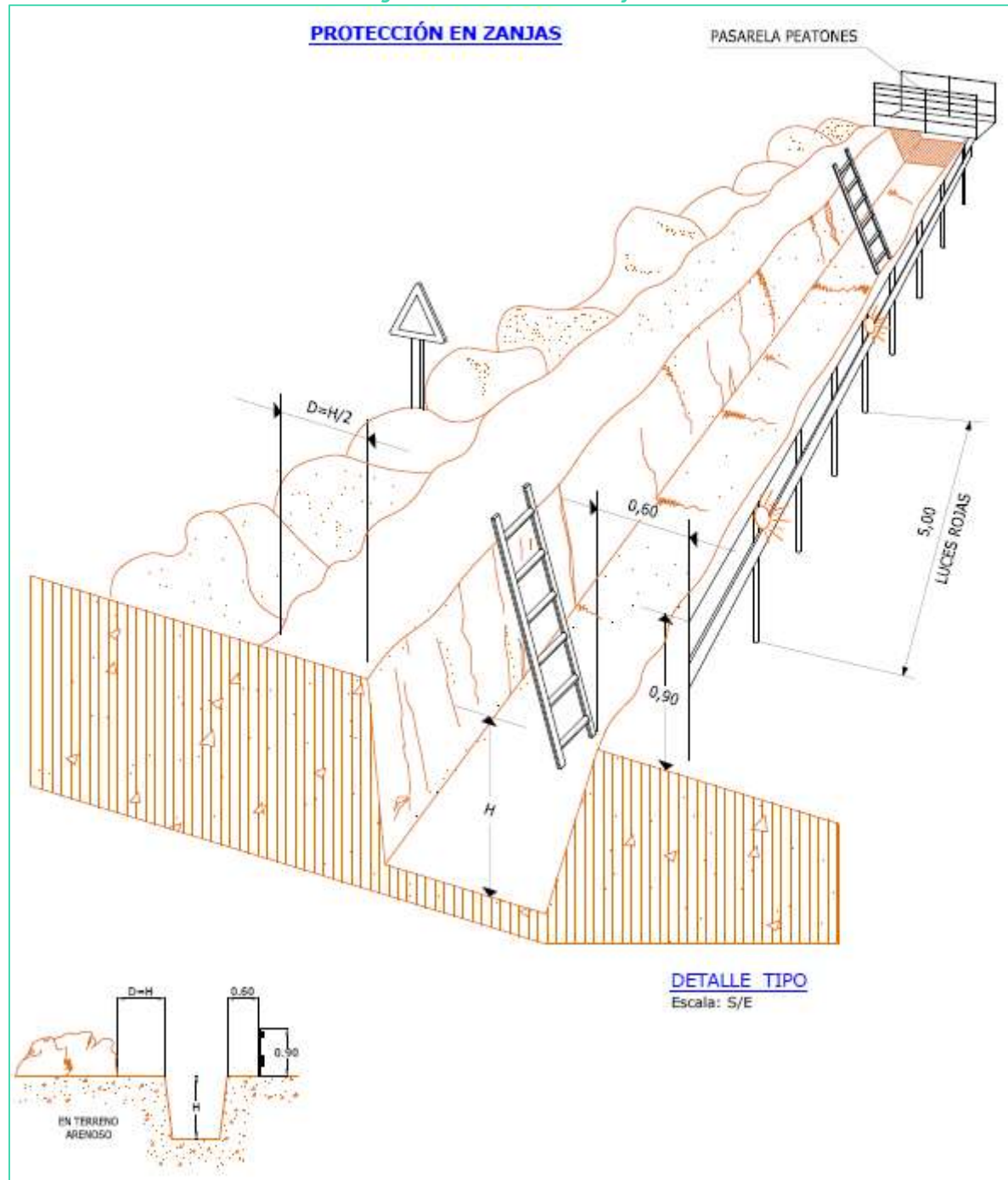
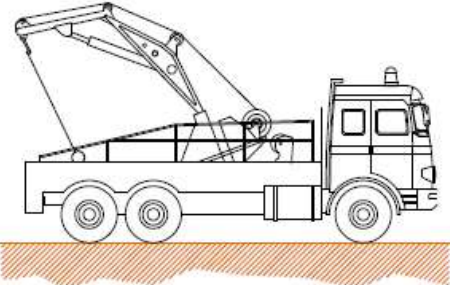


Figura 2.- Normas de utilización de la maquinaria

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 grúa 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.

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 vengán 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 día.
- 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



Figura 3.- Códigos de señales de maniobras

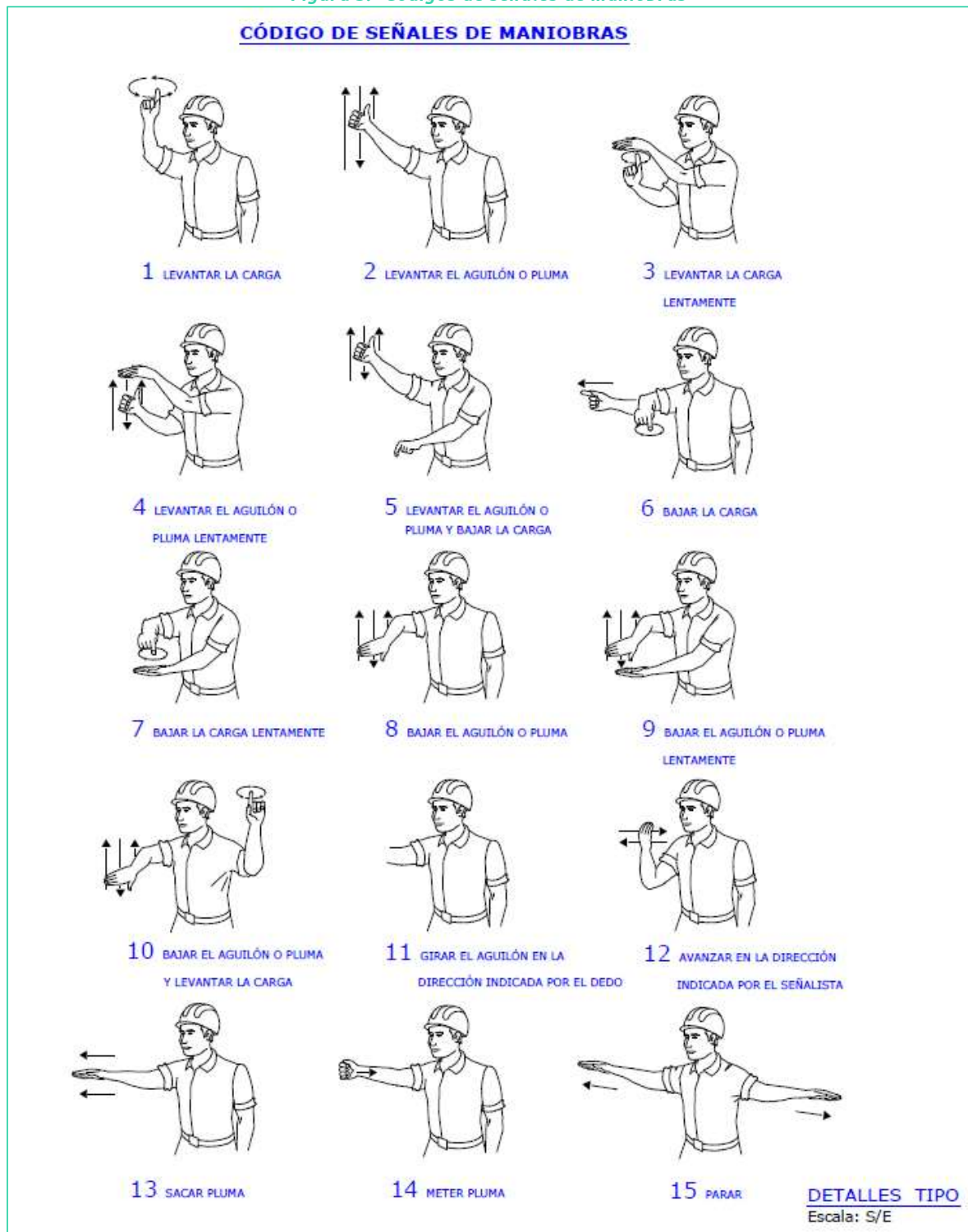


Figura 4.-Señalización de peligro

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO

DIMENSIONES (mm.)		
L	I	m
594	492	30
420	348	21
297	246	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5



COLOR DE FONDO: AMARILLO (*)
BORDE: NEGRO (*) (EN FORMA DE TRIÁNGULO)
SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN
NORMAS ISO 7010:2012

DETALLES TIPO

Escala: S/E

SEÑAL			
Nº	B-3-1	B-3-2	B-3-3
REFERENCIA	PRECAUCIÓN	PRECAUCIÓN PELIGRO DE INCENDIO	PRECAUCIÓN PELIGRO DE EXPLOSIÓN
CONTENIDO GRÁFICO	SIGNO DE ADMIRACIÓN	LLAMA	BOMBA EXPLOSIVA

SEÑAL			
Nº	B-3-4	B-3-5	B-3-6
REFERENCIA	PRECAUCIÓN PELIGRO DE CORROSIÓN	PRECAUCIÓN PELIGRO DE INTOXICACIÓN	PRECAUCIÓN PELIGRO DE SACUDIDA ELÉCTRICA
CONTENIDO GRÁFICO	LIQUIDO QUE CAE GOTAS A GOTAS SOBRE UNA BARRA Y SOBRE UNA MANO	CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS	FLECHA QUEBRADA (SÍMBOLO N 5036 DE LA PUBLICACIÓN 4378 DE LA CEI) (UNE 205711)

SEÑAL			
Nº	B-3-7	B-3-8	B-3-9
REFERENCIA	PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO	PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO	PELIGRO POR CAÍDAS AL MISMO NIVEL
CONTENIDO GRÁFICO	DESPRENDIMIENTO EN TALUD	MAQUINA EXCAVADORA	CAÍDA AL MISMO NIVEL

SEÑAL			
Nº	B-3-10	B-3-11	
REFERENCIA	PELIGRO POR CAÍDAS A DISTINTO NIVEL	PELIGRO POR CAÍDA DE OBJETOS	PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
CONTENIDO GRÁFICO	CAÍDA A DISTINTO NIVEL	OBJETOS CAYENDO	CARGA SUSPENDIDA

NOTAS:
SEÑALES RECOGIDAS EN LA NORMA ISO 7010:2012 CON EJEMPLO GRÁFICO

Figura 5.- Señalización de obligatoriedad

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACIÓN

COLOR DE FONDO: AZUL (*)
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS ISO 7010:2012

DIMENSIONES (mm.)
D
594
420
297
210
148
105

NOTA:

SEÑALES RECOGIDAS EN LA NORMA ISO 7010:2012 CON EJEMPLO GRÁFICO

SEÑAL	(1)	(1)	(2)
Nº	B-2-1	B-2-2	B-2-3
REFERENCIA	OBLIGACIÓN EN GENERAL	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS
CONTENIDO GRÁFICO	SIGNO DE ADVERTENCIA	CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS	CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO

SEÑAL	(1)	(1)	
Nº	B-2-4	B-2-5	B-2-6
REFERENCIA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DEL OÍDO	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS
CONTENIDO GRÁFICO	CABEZA PROVISTA DE CASCO	CABEZA PROVISTA DE CASCOS AUDICULARES	GUANTES DE PROTECCIÓN

SEÑAL			
Nº	B-2-7	B-2-8	B-2-9
REFERENCIA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES	ELIMINACIÓN OBLIGATORIA DE PUNTAS	USO OBLIGATORIO CINTURÓN DE SEGURIDAD
CONTENIDO GRÁFICO	CALZADO DE SEGURIDAD	TABLÓN DEL QUE SE EXTRAERÍA UNA PUNTA	CINTURÓN DE SEGURIDAD

SEÑAL	
Nº	B-2-10
REFERENCIA	USO DE PANTALLAS
CONTENIDO GRÁFICO	PANTALLA

Figura 6.-Señalización de prohibición

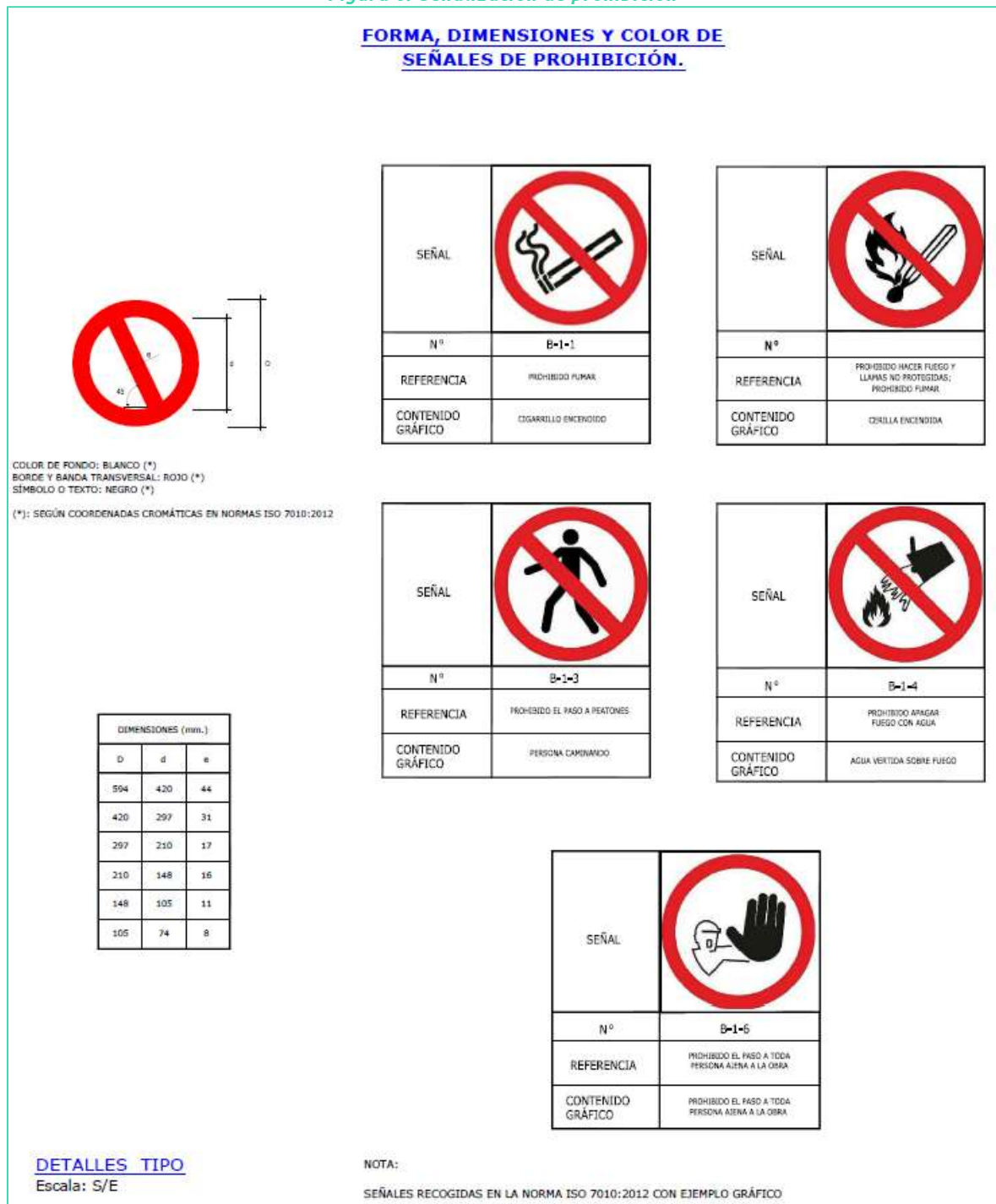
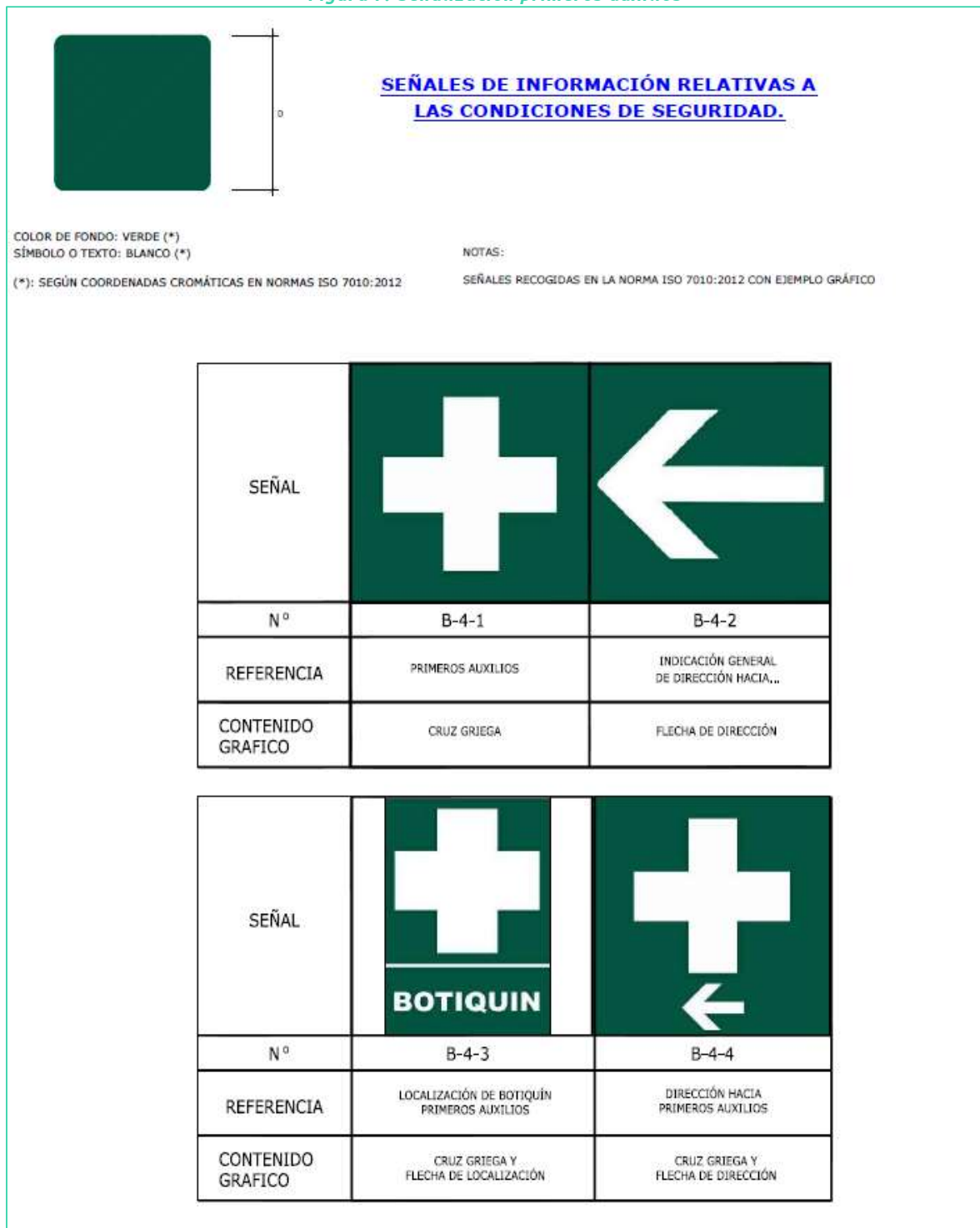




Figura 7.-Señalización primeros auxilios



Avd. de la Constitución, 34 1º
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57-1 322 99 14

Avd. Prudente de Moraes,
4326 Lagoa Nova, Natal/RN Brazil
+55 84 2020-3914

WWW.INGENOSTRUM.COM



ingenostrum.

Executing your **renewable** vision





Executing your **renewable** vision

**PRESUPUESTO
PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA**

SP.0045.2.M.GN.F402-1A

**FREGENAL DE LA SIERRA,
BADAJOZ, ESPAÑA.**



Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
00	17/02/20	Emisión Inicial	PRG	BLF	JBM
01	19/02/20	Revisión de la configuración	PRG	JMJ	JBM

Sevilla, febrero de 2020



Firmado digitalmente por
BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q
Nombre de reconocimiento
(DN): c=ES,
serialNumber=IDCES-76026
631Q, givenName=JUAN
LUIS, cn=BARANDIARAN
MURIEL, cn=BARANDIARAN
MURIEL JUAN LUIS -
76026631Q



El Graduado en Ingeniería Eléctrica: Juan Luis Barandiarán Muriel
Col. Núm. 931-COGITI Cáceres

BARANDIARAN MURIEL JUAN LUIS -
76026631Q
c=ES, serialNumber=IDCES-76026631Q,
givenName=JUAN LUIS,
sn=BARANDIARAN MURIEL,
cn=BARANDIARAN MURIEL JUAN LUIS -
76026631Q
2018.09.11 10:34:10 +02'00'

el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)

Juan Luis Barandiarán Muriel

Nº de colegiado 931 -COGITI Cáceres



PRESUPUESTO ARDILA

PARQUE FOTOVOLTAICO					
CAPÍTULO 1: ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
1.01	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y PUESTA EN OBRA EN CAPAS DE 20CM DE ESPESOR, COMPACTADO HASTA UN TOTAL DE 20CM DE CANTO DE CONGLOMERADO TODO UNO. INCLUSO SUMINISTRO Y FORMACIÓN DE PASOS DE EVACUACIÓN EN CRUCES DE VIALES DE 3 METROS DE ANCHO FORMADO POR SOLERA DE HORMIGÓN Hm²00/P/32/Iib. P.P. DE MAQUINARIA Y EQUIPOS AUXILIARES NECESARIOS	ml	15.444,00	7,85 €	121.218,04 €
1.02	EXAVACIÓN EN DRENAJE, DE TIERRA ARCILLA NO COHESIVA POR MEDIOS MECÁNICOS, CARGA DE CAMIÓN INCLUSO TRANSPORTE Y VERTIDO EN VERTEDERO AUTORIZADO, O EXTENDIDO EN PLANO, PARA FORMACIÓN DE EVACUACIÓN DE PLUVIALES, JUNTO A CAMINOS PRINCIPALES, DE 0,35x0,9m DE DIMENSIONES. INCLUSO PP DE REPLANTEO Y MATERIAL AUXILIAR PARA LA EJECUCIÓN DE LA PARTIDA Y ENTIBACIONES. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EXCAVADA. DELIMITADA Y CONFORME A MEDIDAS.	ml	16.216,20	4,28 €	69.453,32 €
1.03	LIMPIEZA Y DESBROCE DE SUPERFICIE TOTAL DE LA INSTALACIÓN. COMPACTACIÓN DE TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS DE 10 cm DE COMPACTACIÓN. INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE DE CAMIÓN Y VERTIDO EN VERTEDERO AUTORIZADO, O EXTENDIDO EN PLANO. DELIMITADO Y CONFORME A MEDIDAS.	m³	142.081,10	3,20 €	454.659,52 €
	TOTAL CAPÍTULO 1: ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO				645.330,88 €



CAPÍTULO 2: OBRA CIVIL					
CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE	
2.01	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y PUESTA EN OBRA DE CIMENTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO PARA CIMENTACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (RESISTENCIA DEL HORMIGÓN 25N/mm²). INCLUSO FOSO DE RECOGIDA DE ACEITE DEL TRANSFORMADOR INTEGRADO EN LA LOSA. INCLUSO APERTURAS PARA ENTRADA Y SALIDA DE CIRCUITOS DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN. CONSISTENCIA PLÁSTICA, TAMAÑO DEL ÁRIDO 32mm Y AMBIENTE DE HUMEDAD MEDIA PARA CONSTRUCCIONES EXTERIORES PROTEGIDAS DE LA LLUVIA) SEGÚN PLANOS ADJUNTOS. INCLUSO PARTE PROPORCIONAL MALLAZO EN ACERO B-400 150X150XØ6, Y PP DE MATERIAL AUXILIAR PARA AYUDA A LA UNIDAD DE OBRA. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y MEDIDA.				
	1 TRANSFORMADOR (1,25x6,12x0,95)	ud.	1	11.989,34 €	11.989,34 €
	2 TRANSFORMADORES (2,5x12,25x0,95)	ud.	7	19.982,24 €	139.875,68 €
	SALA DE CONTROL (2,5x12,25x0,25)	ud.	1	INC	
2.02	EXCAVACIÓN DE TIERRA DE COMPACIDAD MEDIA POR MEDIOS MECÁNICOS, CARGA DE CAMIÓN INCLUSO TRANSPORTE Y VERTIDO EN VERTEDERO AUTORIZADO, O EXTENDIDO EN PLANO, PARA EJECUCIÓN DE CIMENTACIÓN DE BANCADA MOTOR DE LOS SEGUIDORES, PP DE REPLANTEO Y MATERIAL AUXILIAR PARA LA EJECUCIÓN DE LA PARTIDA Y ENTIBACIONES. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EXCAVADA. DELIMITADA Y CONFORME A MEDIDAS.	m³	547	9,45	5.165,69 €
2.03	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y PUESTA EN OBRA DE CIMENTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO (RESISTENCIA DEL HORMIGÓN 35N/mm², CONSISTENCIA FLUIDA, TAMAÑO DEL ÁRIDO 20mm Y AMBIENTE ALTAMENTE EXPUESTO A ATAQUES QUÍMICOS) PARA FORMACIÓN DE CIMENTACIÓN DE BANCADA MOTOR DE SEGUIDORES (0,4x0,4x0,5) SEGÚN PLANOS ADJUNTOS. RECUBRIMIENTO ARMADURA DE Y PP DE MATERIAL AUXILIAR PARA AYUDA A LA UNIDAD DE OBRA. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y MEDIDA.	ud.	1.424	21,38	30.439,42 €



CAPÍTULO 2: OBRA CIVIL					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
2.04	FORMACIÓN DE CERRAMIENTO DE PARCELA MEDIANTE MALLA DE SIMPLE TORSIÓN TIPO CINEGÉTICA, DE 150x300 MM DE PASO DE MALLA Y ALAMBRE DE TENSADO DE 2,7 MM DE DIAMETRO, ACABADO GALVANIZADO Y MONTANTES DE POSTES DE ACERO GALVANIZADO DE 48MM DE DIAMETRO Y 3 M DE ALTURA. INCLUSO P.P. DE REPLANTEO, APERTURA DE HUECOS, RELLENO DE HORMIGÓN PARA RECIBIDO DE LOS MONTANTES, COLOCACIÓN DE LA MALLA Y ACCESORIOS DE MONTAJE Y TENSADO DEL CONJUNTO	ml	16.641,21	20,99 €	349.253,06 €
2.05	METRO LINEAL DE ZANJA NORMALIZADA TIPO BAJA TENSIÓN REALIZADA EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS DIRECTAMENTE ENTERRADOS, CON PLACA DE PE DE PROTECCIÓN DE CIRCUITOS, RELLENO CON TIERRA A TANDADAS DE 15 CM Y COMPACTADAS AL 95% PROCTOR, COLOCACIÓN DE CINTA DE SEÑALIZACIÓN 10 CM ANTES DE LA CAPA DE TERMINACIÓN Y NUNCA A UNA DISTANCIA INFERIOR A 30 CM DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO. CAPA DE TERMINACIÓN SUPERFICIAL. INCLUSO RETIRADA DE TIERRAS SOBRANTES Y EXTENDIDAS EN PLANO EN LA PROPIA FINCA. INCLUSO EMBOCADO EN ARQUETAS Y EDIFICIO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. INCLUSO PP DE AYUDAS DE ALBAÑILERÍA Y MATERIAL AUXILIAR. BAJA VIAL, EL LECHO DE ARENA SE SUSTITUIRÁ POR HORMIGÓN EN MASA Hm ² 0/B/18/IIB EN PASO BAJO VIALES	ml	7.657,00	20,23 €	154.901,11 €
2.06	METRO LINEAL DE ZANJA NORMALIZADA TIPO MEDIA TENSIÓN REALIZADA EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS SEGUN PLANO, RELLENO CON TIERRA A TANDADAS DE 15 CM Y COMPACTADAS AL 95% PROCTOR, COLOCACIÓN DE CINTA DE SEÑALIZACIÓN 10 CM ANTES DE LA CAPA DE TERMINACIÓN Y NUNCA A UNA DISTANCIA INFERIOR A 30 CM DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO. CAPA DE TERMINACIÓN SUPERFICIAL. INCLUSO RETIRADA DE TIERRAS SOBRANTES Y EXTENDIDAS EN PLANO EN LA PROPIA FINCA. INCLUSO EMBOCADO EN ARQUETAS Y EDIFICIO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. INCLUSO PP DE AYUDAS DE ALBAÑILERÍA Y MATERIAL AUXILIAR. BAJAO VIAL, EL LECHO DE ARENA SE SUSTITUIRÁ POR HORMIGÓN EN MASA Hm ² 0/B/18/IIB EN PASO BAJO VIALES	ml	6.021,00	20,23 €	121.804,83 €



CAPÍTULO 2: OBRA CIVIL					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
2.07	METRO LINEAL DE ZANJA NORMALIZADA ESPECIAL TIPO EVACUACIÓN EN CORREDOR, REALIZADA EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS CON TUBOS PE200 SEGUN PLANO, MONTADA CON SEPARADORES DE PLÁSTICO CADA 8M DE CALIATA, LECHO DE ARENA PARA RECUBRIR TUBOS, RELLENO CON TIERRA A TANDADAS DE 15 CM Y COMPACTADAS AL 95% PROCTOR, COLOCACIÓN DE CINTA DE SEÑALIZACIÓN 10 CM ANTES DE LA CAPA DE TERMINACIÓN Y NUNCA A UNA DISTANCIA INFERIOR A 30 CM DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO. CAPA DE TERMINACIÓN SUPERFICIAL. INCLUSO RETIRADA DE TIERRAS SOBRANTES Y EXTENDIDAS EN PLANO EN LA PROPIA FINCA. INCLUSO EMBOCADO EN ARQUETAS Y EDIFICIO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. INCLUSO PP DE AYUDAS DE ALBAÑILERÍA Y MATERIAL AUXILIAR. BAJAO VIAL, EL LECHO DE ARENA SE SUSTITUIRÁ POR HORMIGÓN EN MASA Hm ² 0/B/18/IIB EN PASO BAJO VIALES	ml	1.013,00	52,99	53.683,40 €
2.08	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y EJECUCIÓN EN OBRA DE ARQUETA PARA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN, RECRECIDA LA ULTURA EN LA BASE MEDIANTE CITARA DE LADRILLO MACIZO RECIBIDO CON MORTERO DE CEMENTO Y ARENA RELACIÓN 1/4 PARA UNA ALTURA TOTAL DE 1,35M, CAPA DE BOLOS DE 10CM EN EL FONDO DE LA ARQUETA, CERCO PARA TAPA DE ACERO Y TAPA DE FUNDICIÓN NORMA UNE EN124 80x80 Y RELLENO EXTERIOR DE TIERRA COMPACTADA HASTA NIVELACIÓN CON EL TERRENO INCLUSO RECIBIDO DE TUBOS A RAS DE PARED Y ENFOSCADO INTERIOR. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA.	ud.	162,00	210,87 €	34.160,94 €
2.09	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y EJECUCIÓN EN OBRA DE ARQUETA PARA INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN, RECRECIDA LA ULTURA EN LA BASE MEDIANTE CITARA DE LADRILLO MACIZO RECIBIDO CON MORTERO DE CEMENTO Y ARENA RELACIÓN 1/4 PARA UNA ALTURA TOTAL DE 1,35M, CAPA DE BOLOS DE 10CM EN EL FONDO DE LA ARQUETA, CERCO PARA TAPA DE ACERO Y TAPA DE FUNDICIÓN NORMA UNE EN124 80x80 Y RELLENO EXTERIOR DE TIERRA COMPACTADA HASTA NIVELACIÓN CON EL TERRENO INCLUSO RECIBIDO DE TUBOS A RAS DE PARED Y ENFOSCADO INTERIOR. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA.	ud.	129,00	210,87 €	27.202,23 €



CAPÍTULO 2: OBRA CIVIL					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
2.10	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y EJECUCIÓN EN OBRA DE ARQUETA TIPO ALUMBRADO DE PVC DE DIMENSIONES EN BASE 95x95CM Y ALTURA 60CM, RECRECIDA LA ULTURA EN LA BASE MEDIANTE CITARA DE LADRILLO MACIZO RECIBIDO CON MORTERO DE CEMENTO Y ARENA RELACIÓN 1/4 PARA UNA ALTURA TOTAL DE 70CM, CAPA DE BOLOS DE 10CM EN EL FONDO DE LA ARQUETA Y RELLENO EXTERIOR DE TIERRA COMPACTADA HASTA NIVELACIÓN CON EL TERRENO INCLUSO RECIBIDO DE TUBOS A RAS DE PARED Y ENFOSCADO INTERIOR. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA.	ud.	111,00	210,87 €	23.406,57 €
2.11	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y EJECUCIÓN EN OBRA DE TUBO DE POLIETILENO DE HDPE40 DE DOBLE PARED PARA INSTALACIÓN ENTERRADA DE CIRCUITOS DE COMUNICACIONES EN FIBRA ÓPTICA, BAJO ZANJAS NORMALIZADAS DE MEDIA TENSIÓN. INCLUIDA PARTE PROPORCIONAL DE MATERIAL PARA INSTALACIÓN COMO ESPUMA DE POLIURETANO PARA SELLAR ENTRADAS Y SALIDAS DE CONDUCTORES	ml	7.034,00	18,97 €	133.432,44 €
2.12	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y EJECUCIÓN EN OBRA DE TUBO DE POLIETILENO DE PE200 DE DOBLE PARED PARA INSTALACIÓN ENTERRADA DE CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN, BAJO ZANJAS NORMALIZADAS DE EVACUACIÓN, EN TRAZADO DE CORREDOR DE EVACUACIÓN. INCLUIDA PARTE PROPORCIONAL DE MATERIAL PARA INSTALACIÓN COMO ESPUMA DE POLIURETANO PARA SELLAR ENTRADAS Y SALIDAS DE CONDUCTORES	ml	3.426,00	24,97	85.545,98 €
2.13	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y PUESTA EN OBRA DE CIMENTACIÓN DE HORMIGÓN EN MASA PARA EJECUCIÓN DE ACERADO DE LA CIMENTACIÓN DE LOS EDIFICIOS DE TRANSFORMACIÓN, PP DE REPLANTEO Y MATERIAL AUXILIAR PARA LA EJECUCIÓN DE LA PARTIDA Y ENTIBACIONES. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EXCAVADA. DELIMITADA Y CONFORME A MEDIDAS.	ud.	8,00	3.456,79	27.654,30 €
	TOTAL CAPÍTULO 2: OBRA CIVIL				1.198.515,01 €



CAPÍTULO 3: CIRCUITOS ELÉCTRICOS					
CONCEPTO			TOTAL	PRECIO	IMPORTE
3.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIRCUITO DE CC PARA FORMACIÓN DE STRING DESDE PANELES HASTA CAJA DE AGRUPACIÓN DE PRIMER NIVEL MEDIANTE CABLE ZZ-F DE COBRE DE SECCIÓN 6 mm ² Y NIVEL DE AISLAMIENTO DE 1KV. INSTALACIÓN EN AÉREO. INCLUIDO TERMINALES DE CONEXIÓN, CONEXIÓN A CAJA DE AGRUPACIÓN, Y COLOCACIÓN DE PRENSASTOPA . PEQUEÑA PARTIDA DE MATERIAL DE FIJACIÓN. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA FUNCIONANDO	ml	960.329	1,08 €	1.035.487,19 €
3.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIRCUITO DE CC PARA CONEXIÓN DE CAJAS DE AGRUPACIÓN DE PRIMER NIVEL CON CUADRO DE BT DE ENTRADA A INVERSOR MEDIANTE XLPE 1x500 mm ² DE ALUMINIO Y NIVEL DE AISLAMIENTO DE 1KV. INSTALACIÓN SOTERRADA BAJO TUBO PE SEGÚN ZANJA NORMALIZADA. INCLUIDO TERMINALES DE CONEXIÓN, CONEXIÓN A CAJA DE AGRUPACIÓN Y A CUADRO DE BT DEL INVERSOR, COLOCACIÓN DE PRENSASTOPA Y SELLADO DE BOCAS DE TUBO CON ESPUMA. PEQUEÑA PARTIDA DE MATERIAL DE FIJACIÓN. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA FUNCIONANDO	ml	105.028	8,86 €	930.781,61 €
3.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIRCUITO DE MEDIA TENSIÓN PARA COSIDO DE DESDE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN HASTA EDIFICIO ELECTRICO EN SUBESTACIÓN, MEDIANTE RHZ1 H-16 18/30kV DE ALUMINIO SEMIRRÍGIDO CLASE 2 1X240 mm ² . INSTALACIÓN DIRECTAMENTE ENTERRADO EN ZANJA NORMALIZADA DE MT Y BAJO TUBO SOBRE CANALIZACION EXISTENTE. INCLUIDO TERMINALES DE CONEXIÓN. PEQUEÑA PARTIDA DE MATERIAL DE FIJACIÓN. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y MEGADA.	ml	4.245	8,84 €	37.534,09 €
3.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIRCUITO DE MEDIA TENSIÓN PARA COSIDO DE DESDE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN HASTA EDIFICIO ELECTRICO EN SUBESTACIÓN, MEDIANTE RHZ1 H-16 18/30kV DE ALUMINIO SEMIRRÍGIDO CLASE 2 1X400 mm ² . INSTALACIÓN DIRECTAMENTE ENTERRADO EN ZANJA NORMALIZADA DE MT Y BAJO TUBO SOBRE CANALIZACION EXISTENTE. INCLUIDO TERMINALES DE CONEXIÓN. PEQUEÑA PARTIDA DE MATERIAL DE FIJACIÓN. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y MEGADA.	ml	6.984	13,02 €	90.951,49 €
3.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIRCUITO DE MEDIA TENSIÓN PARA COSIDO DE DESDE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN HASTA EDIFICIO ELECTRICO EN SUBESTACIÓN, MEDIANTE RHZ1 H-16 18/30kV DE ALUMINIO SEMIRRÍGIDO CLASE 2 1X630 mm ² . INSTALACIÓN DIRECTAMENTE ENTERRADO EN ZANJA NORMALIZADA DE MT Y BAJO TUBO SOBRE CANALIZACION EXISTENTE. INCLUIDO TERMINALES DE CONEXIÓN. PEQUEÑA	ml	54.207	18,22 €	987.915,37 €



CAPÍTULO 3: CIRCUITOS ELÉCTRICOS					
CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE	
	PARTIDA DE MATERIAL DE FIJACIÓN. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y MEGADA.				
	TOTAL CAPÍTULO 3: CIRCUITOS ELÉCTRICOS				3.082.669,75 €

CAPÍTULO 4: RED DE PUESTA A TIERRA					
CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE	
4.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIRCUITO EN ANILLO DE RED DE TIERRA COMPUESTO DE CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE 1x95 mm² EN FONDO DE ZANJA NORMALIZADA, CON EMPALMES Y DERIVACIONES MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y MEDIDA.	ml	1,00	37.687,46 €	37.687,46 €
4.02	ELEMENTO DE TOMA DE TIERRA CONSISTENTE EN PICA DE ACERO-COBREADO DE 14mm DE DIÁMETRO Y 2 m DE LONGITUD HINCADO MEDIANTE PROCEDIMIENTO MECÁNICO DE GOLPEO EN FONDO DE ARQUETA, RABILLO DE CONEXIÓN AL ANILLO DE RED DE TIERRA MEDIANTE CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE 1M DE LONGITUD. INCLUSO 2 SOLDADURAS ALUMINOTÉCNICA. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y COMPROBADA.	ud.	817,00	43,00 €	35.127,64 €
4.03	PUNTO DE PUESTA A TIERRA DE ESTRUCTURA METÁLICA DE SEGUIDOR MEDIANTE CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE 1x16 mm² DE 2M DE LONGITUD, INCLUSO SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA DE UNIÓN AL ANILLO DE RED DE TIERRA Y TERMINAL BIMETÁLICO DE COMPRESIÓN EN EL EXTREMO DE ATORNILLADO A LA ESTRUCTURA. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y MEDIDA.	ud.	1.974,00	5,59 €	11.029,38 €
TOTAL CAPÍTULO 4: RED DE PUESTA A TIERRA					83.844,48 €

CAPÍTULO 5: CUADROS ELÉCTRICOS			
CONCEPTO	TOTAL	PRECIO	IMPORTE



5.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CUADRO DE AGRUPACIÓN DE STRINGS DE 24 ENTRADAS PARA CC, DE POLIESTER DE DOBLE AISLAMIENTO IP65 Y KIT DE FIJACIÓN SOBRE PILAR TIPO C, EQUIPADO CON 24 PORTAFUSIBLES Y FUSIBLES DE 1500V/16A, INTERRUPTOR SECCIONADOR 400A, EMBARRADO DE COBRE. INCLUSO FUENTE DE ALIMENTACIÓN, MICROCPU Y PP DE MATEIAL DE MONTAJE Y CONEXIÓN. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA CONECTADA Y PROBADA.	ud.	183,00	977,40 €	178.864,20 €
	TOTAL CAPÍTULO 5: CUADROS ELÉCTRICOS				178.864,20 €

CAPÍTULO 6: ESTRUCTURA					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
6.01	SUMINISTRO, TRANSPORTE, MONTAJE Y EJECUCIÓN EN OBRA DE SEGUIDOR SOLAR HORIZONTAL MONOFILA MODELO SOLTEC O SIMILAR QUE CUMPLIRÁ CON NORMATIVA ESPAÑOLA VIGENTE Y TENDRÁ MARCADO CE. COMPUESTO POR 90 MÓDULOS CADA FILA. GALVANIZADO EN CALIENTE SIN SOLDAURA EN MONTAJE. EQUIPO ACCIONADOR MOTOR, CONTROLADOR Y COMUNICACIONES. INCLUSO 6 PERFILES TIPO C DE CIMENTACIÓN HINCADA MÁS 1 PERFIL TIPO H PARA MOTOR. INCLUSO MONTAJE MECÁNICO Y CONEXIÓN ELÉCTRICA DE PANEL FOTOVOLTAICO. INCLUSO PERFIL TIPO C PARA MONTAJE DE CUADROS DE AGRUPACIÓN DE STRINGS Y TRAMO DE APOYO BANDEJA ENTRE SEGUIDORES. PP DE MATERIAL AUXILIAR DE MONTAJE, MAQUINARIA, TORNILLERÍA Y AYUDA DE ALBAÑILERÍA. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y FUNCIONANDO.				
	<i>Seguidor 90 módulos + 7 perfiles hincados</i>	ud.	1.424,00	2.995,61 €	4.265.745,79 €
	TOTAL CAPÍTULO 6: ESTRUCTURA				4.265.745,79 €

CAPÍTULO 7: MÓDULOS FOTOVOLTAICOS					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
7.01	SUMINISTRO Y MONTAJE SOBRE SEGUIDOR DE MODELO JINKO JKM390M-72-V(1500V) DE JINKO SOLAR DE 72 CÉLULAS (6X12) . MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA MONTADA SOBRE SEGUIDOR Y CONEXIONADA.	ud.	128.160,00	89,64 €	11.488.262,40 €
	TOTAL CAPÍTULO 7: MÓDULOS FOTOVOLTAICOS				11.488.262,40 €



CAPÍTULO 8: CONTENEDORES					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
8.01	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PUESTA EN INSTALACIÓN, MONTAJE, EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE SKID SANTERNO O SIMILAR. HASTA 1500 V DE TENSIÓN MÁXIMA EN CC Y 30 kV TENSIÓN CA. 1 INVERSOR, 1 TRANSFORMADOR DE EXTERIOR. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN DE 36 kV. TRANSFORMADOR 0,64/30 kV, TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES. CUADRO DE ENTRADA DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA. UPS, CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN CA, SEPARACIÓN ENTRE INVERSORES Y APARAMENTO DE MT. SUELO TÉCNICO PARA ENTRADA, SALIDA Y PUENTES DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y DE COMUNICACIONES. ILUMINACIÓN, SISTEMA DE EMERGENCIA, SISTEMA DE VENTILACIÓN. INCLUSO TODA LA EQUIPACIÓN PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD COMPLETA. PARTE PROPORCIONAL DE MATERIALES AUXILIARES PARA EL MONTAJE Y CONEXIONADO DEL SKID. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA, CONECTADA Y FUNCIONANDO.	ud.	1,00	211.884,57 €	211.884,57 €
8.01	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PUESTA EN INSTALACIÓN, MONTAJE, EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE SKID SANTERNO O SIMILAR. HASTA 1500 V DE TENSIÓN MÁXIMA EN CC Y 30 kV TENSIÓN CA. 2 INVERSORES, 2 TRANSFORMADOR DE EXTERIOR. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN DE 36 kV. TRANSFORMADOR 0,64/30 kV, TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES. CUADRO DE ENTRADA DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA. UPS, CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN CA, SEPARACIÓN ENTRE INVERSORES Y APARAMENTO DE MT. SUELO TÉCNICO PARA ENTRADA, SALIDA Y PUENTES DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y DE COMUNICACIONES. ILUMINACIÓN, SISTEMA DE EMERGENCIA, SISTEMA DE VENTILACIÓN. INCLUSO TODA LA EQUIPACIÓN PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD COMPLETA. PARTE PROPORCIONAL DE MATERIALES AUXILIARES PARA EL MONTAJE Y CONEXIONADO DEL SKID. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA, CONECTADA Y FUNCIONANDO.	ud.	7,00	456.474,28 €	3.195.319,98 €
	TOTAL CAPÍTULO 8: CONTENEDORES				3.407.204,55 €



CAPÍTULO 9: SERVICIOS AUXILIARES					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
9.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES DE LA INSTALACIÓN. INCLUSO CUADRO GENERAL DE SERVICIOS AUXILIARES EN EDIFICIO DE CONTROL. INCLUSO TRANSFORMADOR 70 KVA. GRUPO DIÉSEL DE RESPALDO PARA EDIFICIO DE CONTROL. INCLUSO DOS PUESTOS DE TRABAJO. INCLUSO AIRE ACONDICIONADO. PP PROPORCIONAL DE AYUDA DE EQUIPOS AUXILIARES. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y PROBADA.	ud.	1,00	95.875,88 €	95.875,88 €
	TOTAL CAPÍTULO 9: SERVICIOS AUXILIARES				95.875,88 €

CAPÍTULO 10: MONITORIZACIÓN					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
10.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE MONITORIZACIÓN A NIVEL DE INVERSOR , A INTEGRAR EN CT SE COMUNICARÁ MEDIANTE CABLE ETHERNET CAT6 CON EL SWITCH DE COMUNICACIONES EXISTENTE EN EDIFICIO ELÉCTRICO DE CONTROL. INCLUSO RACK DE COMUNICACIONES, EQUIPO SAI 10KW 30MIN, DATA LOGGER Y CONVERTIDOR DE SEÑAL A RJ45, ALIMENTACIÓN PARA EQUIPOS CON PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA Y ENCHUFES TIPO C/L COMPATIBLES EN CHILE. SUMINISTRO Y TENDIDO DE F.O. MULTIMODO, CONEXIONES ELÉCTRICAS Y DE F.O., PP PROPORCIONAL DE AYUDA DE EQUIPOS AUXILIARES. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y PROBADA.	ud.	1,00	97.958,71 €	97.958,71 €
10.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE SENSORES METEOROLÓGICOS PARA MEDICIONES DE RENDIMIENTO. COMPUESTO POR: BÁCULO DE 2m PARA SENSORES, SENSOR VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTO, PIRANÓMETRO SECONDARY STANDARD PARA MEDICIÓN DE IGH, SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA AMBIENTE PT100, INCLUYENDO PROTECTOR DE RADIACIÓN SOLAR, SENSOR DE VIENTO (ANEMÓMETRO) PARA MONITORIZACIÓN DE VIENTO. PP PROPORCIONAL DE AYUDA DE EQUIPOS AUXILIARES. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y PROBADA.	ud.	1,00	44.984,61 €	44.984,61 €



CAPÍTULO 10: MONITORIZACIÓN					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
10.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE SCADA PARA REGISTRAR E INFORMAR COMPORTAMIENTO DE LA PLANTA. PP PROPORCIONAL DE AYUDA DE EQUIPOS AUXILIARES. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y PROBADA.	ud.	1,00	326.079,00 €	326.079,00 €
	TOTAL CAPÍTULO 10: MONITORIZACIÓN				469.022,33 €

CAPÍTULO 11: SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
11.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA DE LA INSTALACIÓN. COMPUESTO POR CÁMARAS TÉRMICAS DISTRIBUIDAS EN EL PERÍMETRO DE LA INSTALACIÓN SOBRE POSTES DE, AL MENOS, 3 METROS DE ALTURA. INCLUSO DECTORES DE INTRUSIÓN. CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN PERIMETRAL PARA LAS CÁMARAS Y CIRCUITO EN FIBRA ÓPTICA HASTA SALA DE CONTROL. PUESTO DE CONTROL DEL EDIFICIO DE CONTROL CON EQUIPO Y SOFTWARE CORRESPONDIENTE CON ANÁLISIS DE VIDEO. INCLUSO SAI PARA GARANTIZAR AL MENOS 3 HORAS DE FUNCIONAMIENTO ININTERRUMPIDO. INCLUSO TRANSFORMADOR 50 KVA. GRUPO DIÉSEL DE RESPALDO. PP PROPORCIONAL DE AYUDA DE EQUIPOS AUXILIARES. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y PROBADA.		1,00	140.108,01 €	140.108,01 €
	TOTAL CAPÍTULO 11: SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA				140.108,01 €

CAPÍTULO 12: EDIFICIO E INSTALACIONES DE DE O&M					
CONCEPTO			TOTAL	PRECIO	IMPORTE
12.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE EDIFICIO E INSTALACIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.				
	EDIFICIO FORMADO POR MÓDULOS PREFABRICADOS CON DEPENDENCIAS PARA: COCINA, BAÑO, SALA DE CONTROL Y SACADA Y OFICINA. (SEGÚN ESPECIFICACIONES DESCRITAS EN LA MEMORIA)				
12.01	LAS INSTALACIONES ESTARÁN FORMADAS POR UN ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS CON DIVISIÓN PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS (Sup. min: 100m²), UN ALMACÉN DE AL MENOS 100m² CON ENTRADA PARA VEHÍCULOS Y PERSONAL, TOTALMENTE EQUIPADO Y UNA ZONA DE APARCAMIENTO PARA VEHÍCULOS Y CAMIONES. (SEGÚN ESPECIFICACIONES DESCRITAS EN LA MEMORIA)	ud	1,00	734.000,00 €	734.000,00 €
TOTAL CAPÍTULO 12: EDIFICIO E INSTALACIONES DE DE O&M					734.000,00 €



CAPÍTULO 13 CENTRO DE SECCIONAMIENTO					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
13.01	Suministro, transporte, puesta en instalación , montaje, ejecución y puesta en marcha de caseta prefabricada , Tipo Cms de Ormazabal o similar de dimensiones exteriores (largo x ancho x alto) 9350 x 2320 x 2830 mm para un centro de seccionamiento equipado con tres celdas de media tensión de 36 kV para acoplar las líneas procedentes del parque, una celda para traformador de servicios auxiliares 30/0,4 kV y otra celda de salida de evacuación. Contiene suelo técnico para entrada, salida y puentes de circuitos eléctricos y comunicaciones, iluminación, sistema de emergencia, sistema de ventilación. Incluso toda la equipación para el correcto funcionamiento de la unidad completa. Parte proporcional de materiales auxiliares para el montaje y conexionado del contenedor. Medida por unidad de obra ejecutada, conectada y funcionando.	ud.	1,00	159.340,00 €	159.340,00 €
	TOTAL CAPÍTULO 13				159.340,00 €

CAPÍTULO 14: LÍNEA DE EVACUACIÓN					
CAPÍTULO 14.1: MATERIALES					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
14.1.01	Conductor RHZ1 1x 630 mm2	m	9.864,00	25,06 €	247.175,40 €
14.1.02	Cable fibra óptica OPSYCOM PKP-48	m	1.644,00	12,00 €	19.728,00 €
14.1.03	Arquetas Auxiliar prefabricada de registro tipo A-2, para conexionado de electricidad en exteriores, de medidas libres interiores 80x90x120 cm, incluso con tapa y marco de hierro fundido normalizada, y fondo de arena.	ud.	7,00	559,06 €	3.913,42 €
	TOTAL CAPÍTULO 14.1: MATERIALES				270.816,82 €



CAPÍTULO 14.2: OBRA CIVIL					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
14.2.01	Zanja en terrizo para tubo de 160 mm. El precio está incluida la zanja de las dimensiones indicadas , realizada mediante procedimiento de excavación a máquina, tapado con tierras procedentes de la excavación y retirada de tierras sobrantes a vertedero. Excavación en suelo normal(arena, grava suelta, canto rodado, jardín).Incluye el suministro e instalación de material, vallado, señalización , compactado al 95% PM, reposición de vados, pasos provisionales para vehiculos y peatones.	m	1.644,00	147,91 €	243.164,04 €
	TOTAL CAPÍTULO 14.2: OBRA CIVIL				243.164,04 €

CAPÍTULO 14.3: MONTAJE LÍNEA SUBTERRÁNEA					
	CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
14.3.01	Tendido en zanja del cable de potencia 30 kV RHZ1 2x(3x1x630 mm²) Al	m	9.864,00	5,03 €	49.648,80 €
14.3.02	Tendido cable de comunicación OPSYCOM PKP-48	m	1.644,00	2,80 €	4.603,20 €
14.3.03	Realización del sistema de PaT de 1 circuito. Incluye el conexionado de las cajas de PaT con los empalmes y el conexionado de los terminales y pararrayos con el sistema de PaT	Ud.	4,00	16.500,00 €	66.000,00 €
	TOTAL CAPÍTULO 14.3: MONTAJE LÍNEA SUBTERRÁNEA				120.252,00 €



TOTAL PRESUPUESTO ARDILA		
PARQUE FOTOVOLTAICO		
	IMPORTE	(€/W)
TOTAL CAPÍTULO 1: ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	645.330,88 €	0,0129 €
TOTAL CAPÍTULO 2: OBRA CIVIL	1.198.515,01 €	0,0240 €
TOTAL CAPÍTULO 3: CIRCUITOS ELÉCTRICOS	3.082.669,75 €	0,0617 €
TOTAL CAPÍTULO 4: RED DE PUESTA A TIERRA	83.844,48 €	0,0017 €
TOTAL CAPÍTULO 5: CUADROS ELÉCTRICOS	178.864,20 €	0,0036 €
TOTAL CAPÍTULO 6: ESTRUCTURA	4.265.745,79 €	0,0853 €
TOTAL CAPÍTULO 7: MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	11.488.262,40 €	0,2298 €
TOTAL CAPÍTULO 8: CONTENEDORES	3.407.204,55 €	0,0682 €
TOTAL CAPÍTULO 9: SERVICIOS AUXILIARES	95.875,88 €	0,0019 €
TOTAL CAPÍTULO 10: MONITORIZACIÓN	469.022,33 €	0,0094 €
TOTAL CAPÍTULO 11: SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA	140.108,01 €	0,0028 €
TOTAL CAPÍTULO 12: EDIFICIO E INSTALACIONES DE DE O&M	734.000,00 €	0,0147 €
TOTAL CAPÍTULO 13 CENTRO DE SECCIONAMIENTO	159.340,00 €	0,0032 €
TOTAL CAPÍTULO 14: LÍNEA DE EVACUACIÓN	634.232,86 €	0,0127 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL PARQUE FOTOVOLTAICO (PEM)	26.583.016,13 €	0,5319 €
PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD	31.894,60 €	



TOTALES PRESUPUESTO ARDILA		
	IMPORTE	(€/W)
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	26.583.016,13 €	0,5843 €
OTROS (P.M., TASAS, VISADOS, LEGALIZACIÓN, ETC.)	600.000,00 €	
PRESUPUESTOS SEGURIDAD Y SALUD	31.894,60 €	
TOTAL PRESUPUESTADO	27.214.910,73 €	0,5982 €
GASTOS GENERALES (13%)	3.537.938,40 €	
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%) (P.M., TASAS, VISADOS, LEGALIZACIÓN, EXCLUIDO)	1.632.894,64 €	
TOTAL PRESUPUESTO	32.385.743,77 €	0,7119 €
IVA (21%)	6.801.006,19 €	
TOTAL PRESUPUESTADO (IVA INCLUIDO)	39.186.749,97 €	0,8613 €

Avd. de la Constitución, 34 1º | Calle Vicente Aleixandre, N°
41001 Sevilla, España | 1, Despacho 4
+34 955 265 260 | 06800 Mérida, España
+34 955 265 260

Calle Melquiades Álvarez, N°
23, 1º
28003 Madrid, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57-1 322 99 14

WWW.INGENOSTRUM.COM

The logo for Ingenostrum is centered within a large teal circle. The word "ingenostrum." is written in a bold, sans-serif font, with the "o" in "ingen" and the "o" in "strum" being white, while the other letters are black. Below the main text, the tagline "Executing your renewable vision" is written in a smaller, black, sans-serif font. The background of the entire page features a landscape with solar panels in the foreground, mountains in the distance, and a large teal circle in the sky.

ingenostrum.

Executing your renewable vision



Executing your renewable vision

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA

SP.0045.2.M.GN.F400-1A

PLANOS

FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA

Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
00	20/01/20	Emisión Inicial	JMJ	MFT	JBM
01	25/02/20	Modificación por urbanismo	JMJ	MFT	JBM



LISTADO DE PLANOS

SP.0045.2.D.GN.F401-2A	LOCALIZACION
SP.0045.2.D.GN.F402-1A	LAYOUT GENERAL
SP.0045.2.D.GN.F403-1A	LAYOUT AREAS AFECTADAS URBANISMO
SP.0045.2.D.GN.F404-1A	LAYOUT ZONA 5 KM
SP.0045.2.D.GN.F405-1A	LAYOUT ACOTADO URBANISMO
SP.0045.2.D.GN.F406-1A	EDIFICIO O&M
SP.0045.2.D.GN.F407-1A	LAYOUT COORDENADAS VALLADO (5 HOJAS)
SP.0045.2.D.GN.F408-1A	LAYOUT ZONA O&M DISTANCIAS URBANISMO (3 HOJAS)
SP.0045.2.D.CV.F401-1A	LAYOUT VALLADO
SP.0045.2.D.CV.F402-0A	SECCIONES ZANJAS BT
SP.0045.2.D.CV.F403-1A	SECCIONES ZANJAS MT (4 HOJAS)
SP.0045.2.D.CV.F404-0A	DETALLE ARQUETAS
SP.0045.2.D.CV.F405-0A	DETALLE VALLA PERIMETRAL
SP.0045.2.D.CV.F407-0A	DETALLE SKID 2 (3 HOJAS)
SP.0045.2.D.CV.F408-0A	DETALLE SKID 1(3 HOJAS)
SP.0045.2.D.CV.F409-1A	LAYOUT DE CAMINOS
SP.0045.2.D.CV.F410-0A	CENTRO DE SECCIONAMIENTO
SP.0045.2.D.CV.F411-1A	COORDENADA ACCESO INSTALACION
SP.0045.2.D.CV.F413-0A	DETALLE VALLA SOBRE CAUCE
SP.0045.2.D.CV.F415-0A	DETALLE SEGUIDOR A CAUCE ARROYO
SP.0045.2.D.CV.F416-1A	CRUCE ELÉCTRICO CON CAMINO PÚBLICO (2 HOJAS)



SP.0045.2.D.CV.F417-1A	CRUCE MT CON PARCELAS NO CONTRATADAS (2 HOJAS)
SP.0045.2.D.EL.F401-1A	DIAGRAMA UNIFILAR MT
SP.0045.2.D.EL.F402-1A	LAYOUT MT (3 HOJAS)
SP.0045.2.D.EL.F403-1A	LAYOUT FO (3 HOJAS)
SP.0045.2.D.EL.F404-1A	DIAGRAMA UNIFILAR BT (5 HOJAS)
SP.0045.2.D.EL.F406-1A	GRUPOS BT (8 HOJAS)
SP.0045.2.D.EL.F409-0A	RED DE TIERRA CT
SP.0045.2.D.MC.F401-0A	DETALLE DE SEGUIDOR

Sevilla, febrero de 2020



Firmado digitalmente por
BARANDIARAN MURIEL JUAN
LUIS - 76026631Q
Nombre de reconocimiento
(DN): c=ES,
serialNumber=IDCES-76026631
Q, givenName=JUAN LUIS,
sn=BARANDIARAN MURIEL,
cn=BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q



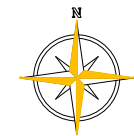
(El Graduado en Ingeniería Eléctrica Juan Luis Barandiarán Muriel)
Cód. Núm. 931 -COGITI Cáceres

BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q
c=ES,
serialNumber=IDCES-7602
6631Q, givenName=JUAN
LUIS, sn=BARANDIARAN
MURIEL,
cn=BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q

el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)

Juan Luis Barandiarán Muriel

Nº de colegiado 931 -COGITI Cáceres



FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA

REFERENCIAS PARCELAS CATASTRALES:

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 52
Parcela: 92
Referencia catastral: 06050A052000920000JD

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 52
Parcela: 90
Referencia catastral: 06050A052000900000JK

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 52
Parcela: 78
Referencia catastral: 06050A052000780000JP

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 52
Parcela: 77
Referencia catastral: 06050A052000770000JQ

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 52
Parcela: 64
Referencia catastral: 06050A052000640000JE

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 52
Parcela: 63
Referencia catastral: 06050A052000630000JJ

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 52
Parcela: 62
Referencia catastral: 06050A052000620000JI

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 52
Parcela: 61
Referencia catastral: 06050A052000610000JX

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 52
Parcela: 60
Referencia catastral: 06050A052000600000JD

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 52
Parcela: 59
Referencia catastral: 06050A052000590000JI

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 53
Parcela: 12
Referencia catastral: 06050A053000120000JU

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 53
Parcela: 21
Referencia catastral: 06050A053000210000JG

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 53
Parcela: 81
Referencia catastral: 06050A053000810000JW

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 53
Parcela: 49
Referencia catastral: 06050A053000490000JY

SUPERFICIE TOTAL PROYECTO

PARQUE ARDILA FV:
Perímetro Vallado FV: 16.646,77 m
Área de Vallado FV: 142,0812 ha

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 53
Parcela: 47
Referencia catastral: 06050A053000470000JA

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 9
Parcela: 67
Referencia catastral: 06050A009000670000JQ

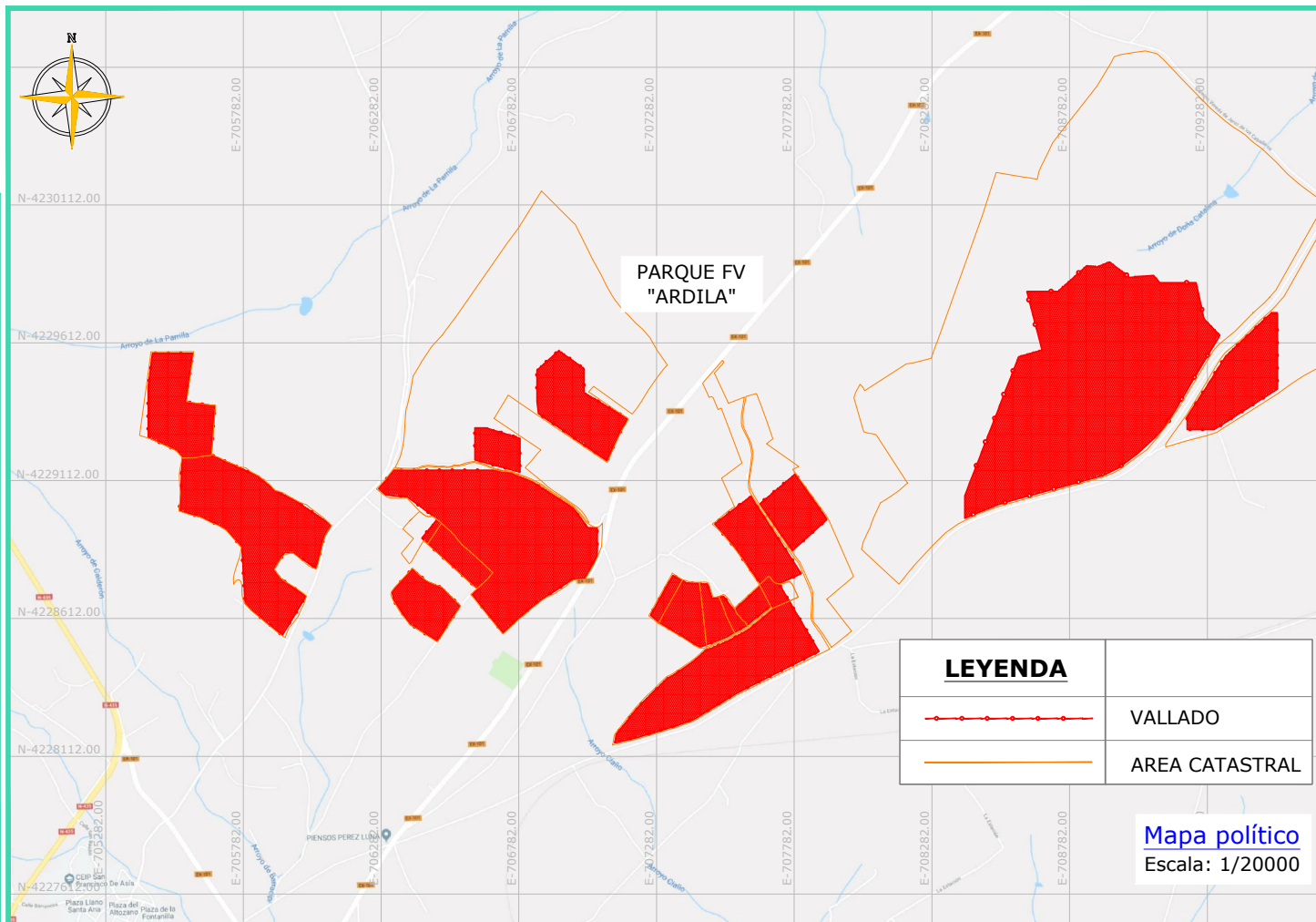
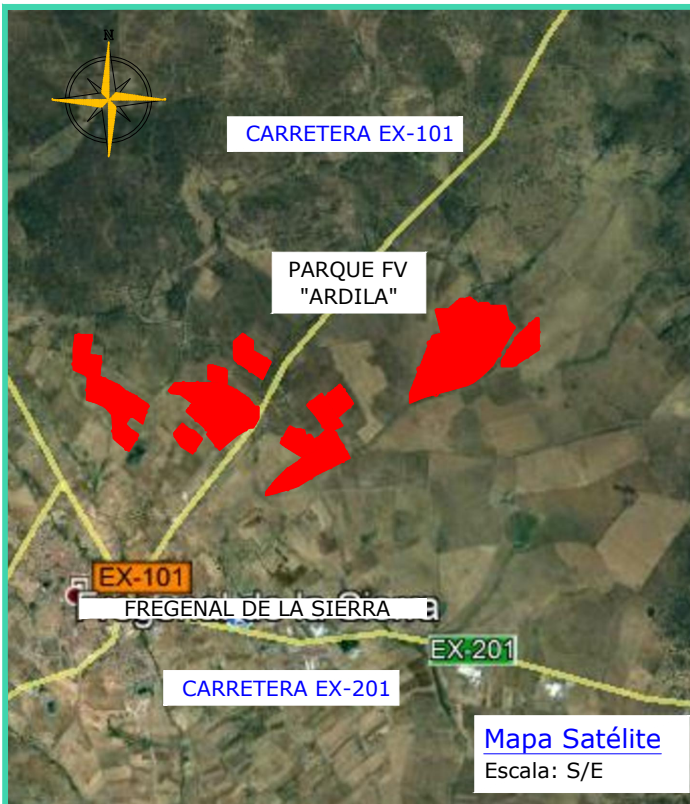
Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 9
Parcela: 12
Referencia catastral: 06050A009000120000JO

LAS CANALIZACIONES ELÉCTRICAS DISCURREN ADEMÁS POR LAS PARCELAS CATASTRALES:

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: Badajoz
Polígono: 9
Parcela: 9001
Referencia catastral: 06050A0090010000JT

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: Badajoz
Polígono: 9
Parcela: 11
Referencia catastral: 06050A009000110000JM

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: Badajoz
Polígono: 52
Parcela: 9007
Referencia catastral: 06050A052090070000JL



LEYENDA	
	VALLADO
	AREA CATASTRAL

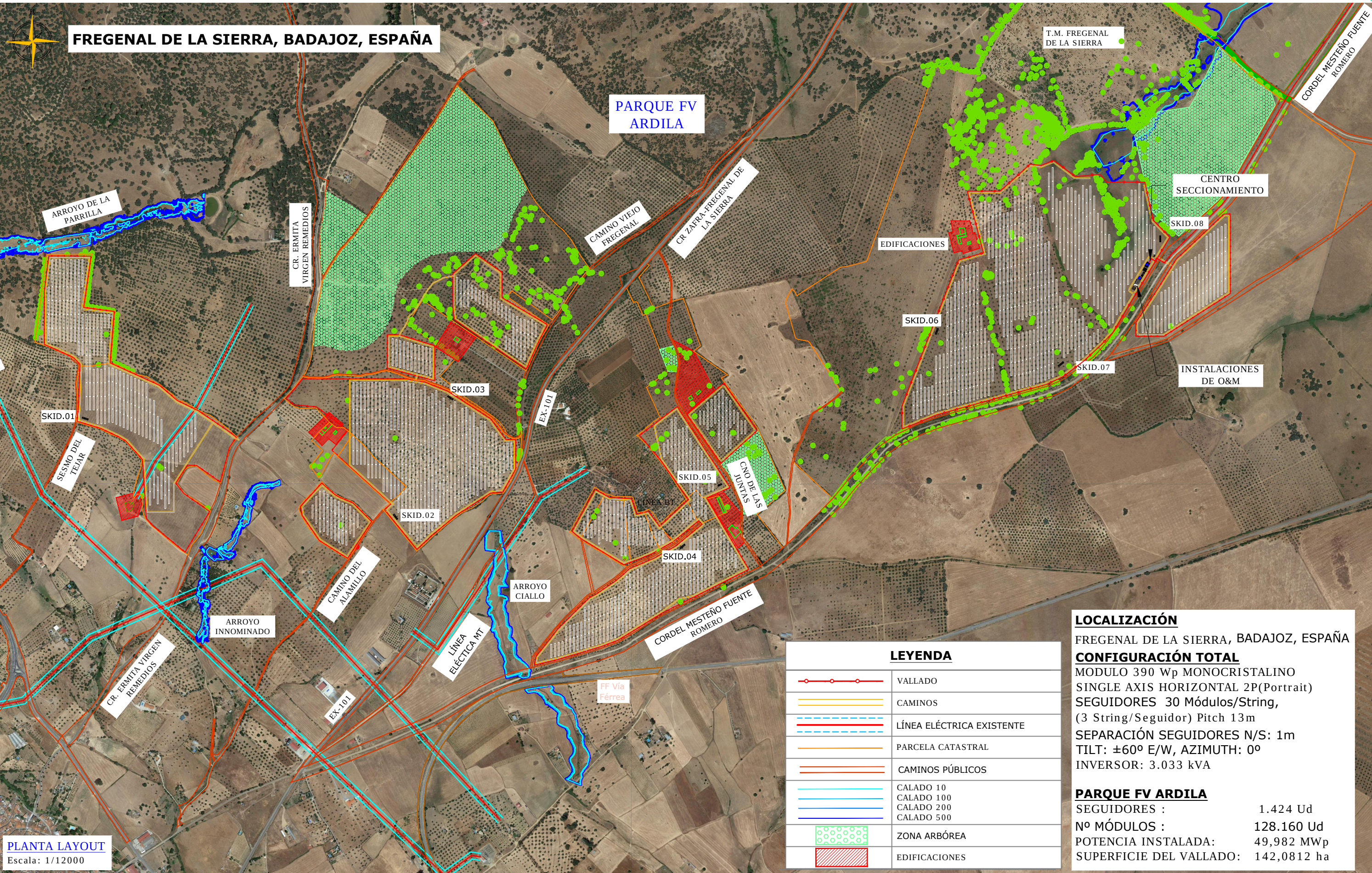
Mapa político
Escala: 1/20000

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	SSC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM
02	SE INCLUYEN PARCELAS ADICIONALES AFECTADAS POR CANALIZACIÓN ELÉCTRICA	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
LOCALIZACIÓN	
SITUACIÓN:	
CONTACTO:	

ingenostrum.			
Executing your renewable vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JMJ	JMJ	12/02/2020	ESCALA
DIBUJADO	MMR	30/04/2020	VARIAS
REVISADO	JMJ	30/04/2020	Nº DE PLANO
APROBADO	JBM	30/04/2020	GN.F401-2A



PLANTA LAYOUT
Escala: 1/12000

LEYENDA

	VALLADO
	CAMINOS
	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE
	PARCELA CATASTRAL
	CAMINOS PÚBLICOS
	CALADO 10 CALADO 100 CALADO 200 CALADO 500
	ZONA ARBÓREA
	EDIFICACIONES

LOCALIZACIÓN

FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA

CONFIGURACIÓN TOTAL

MODULO 390 Wp MONOCRISTALINO
SINGLE AXIS HORIZONTAL 2P(Portrait)
SEGUIDORES 30 Módulos/String,
(3 String/Seguidor) Pitch 13m
SEPARACIÓN SEGUIDORES N/S: 1m
TILT: $\pm 60^{\circ}$ E/W, AZIMUTH: 0°
INVERSOR: 3.033 kVA

PARQUE FV ARDILA

SEGUIDORES : 1.424 Ud
Nº MÓDULOS : 128.160 Ud
POTENCIA INSTALADA: 49,982 MWp
SUPERFICIE DEL VALLADO: 142,0812 ha

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	SSC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

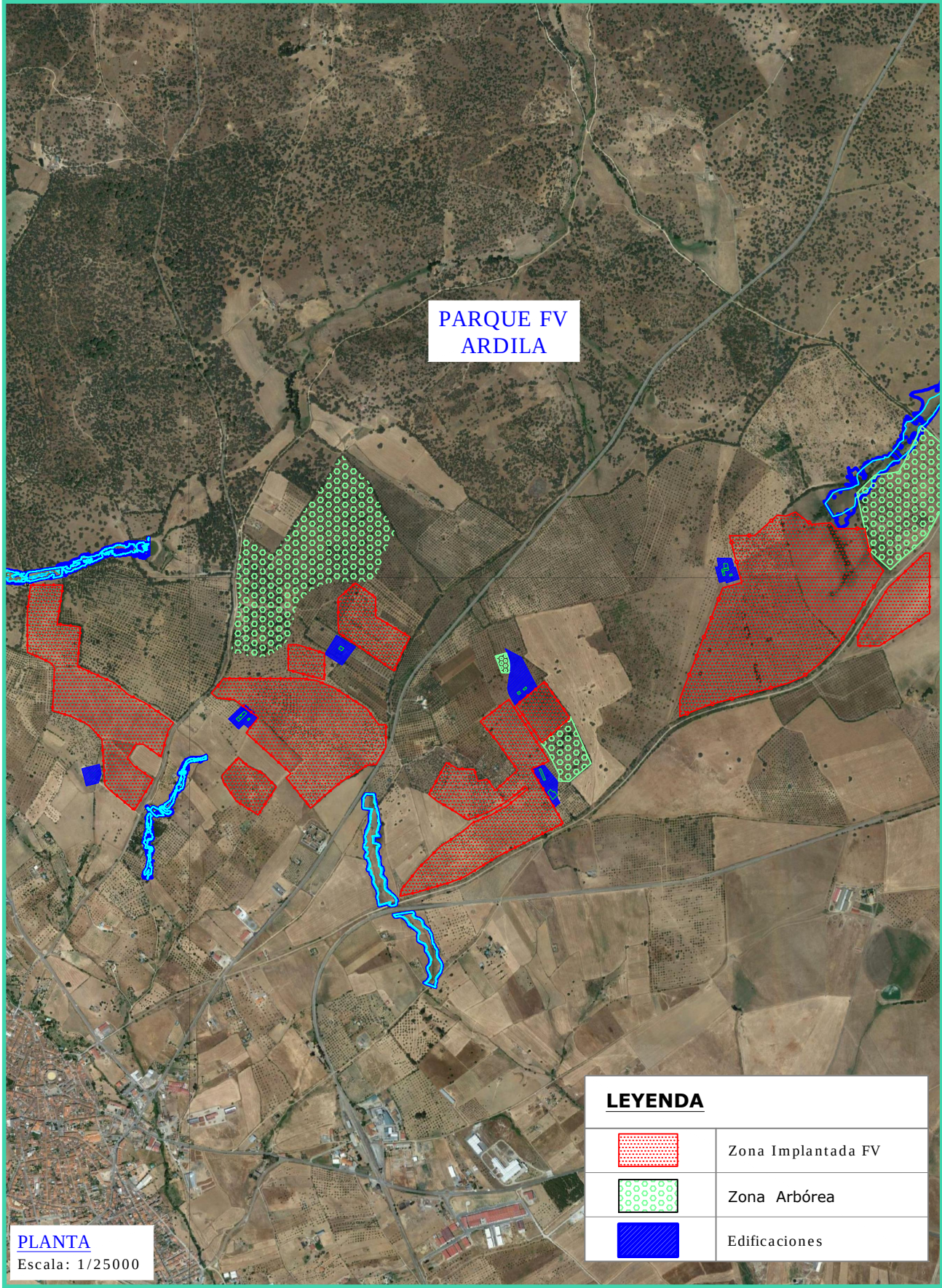
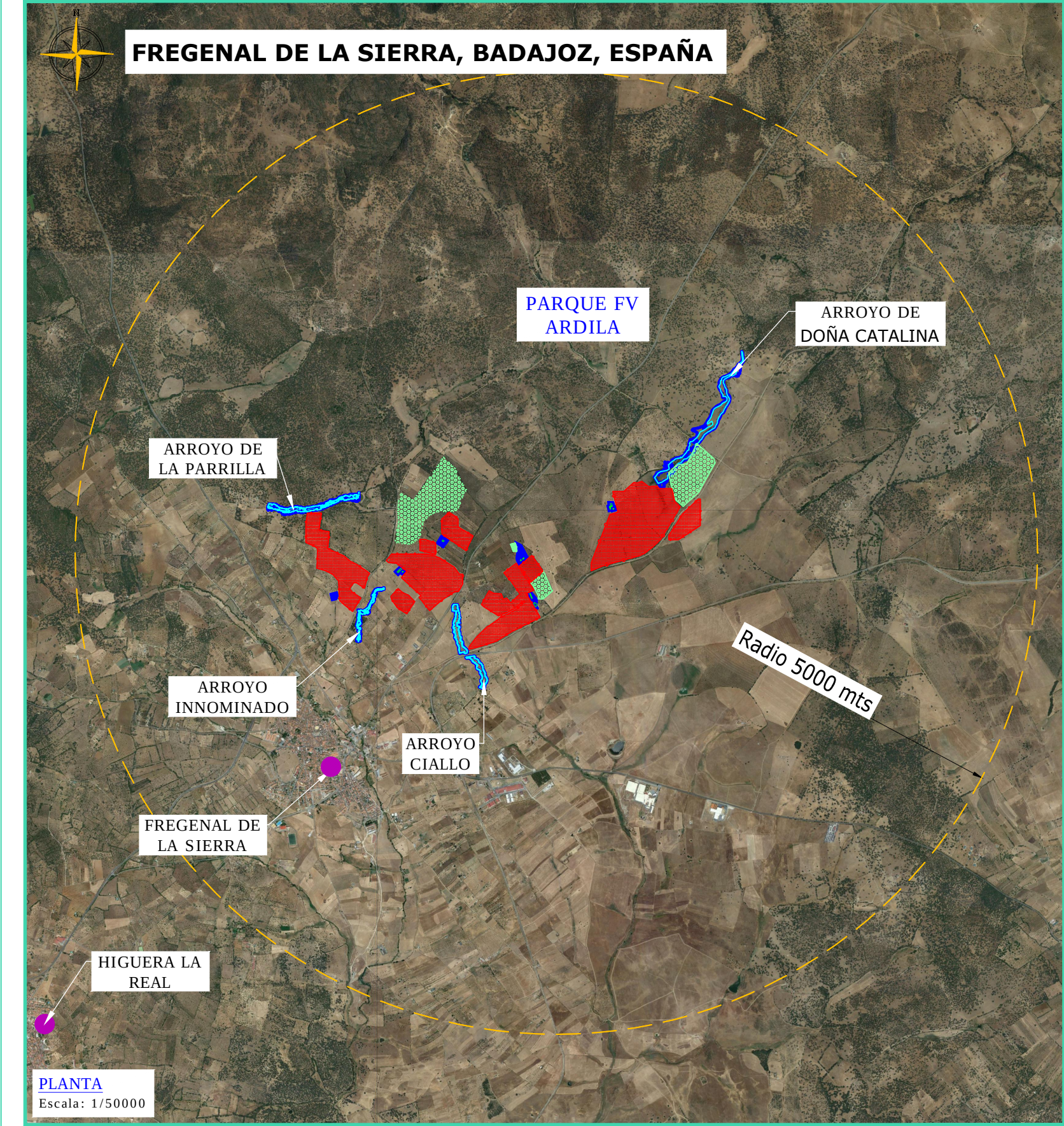
LAYOUT GENERAL

SITUACIÓN:

CONTACTO:

ingenostрум.
Executing your renewable vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JMJ	JMJ	12/02/2020	ESCALA
DIBUJADO	MMR	13/02/2020	1/12000
REVISADO	JMJ	20/02/2020	Nº DE PLANO
APROBADO	JBM	20/02/2020	GN,F402-1A



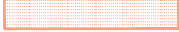
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	MMR	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
LAYOUT ZONA 5 KM	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:

ingenostрум.		Executing your renewable vision	
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	MMR	12/02/2020	ESCALA
REVISADO	JMJ	13/02/2020	VARIAS
APROBADO	JBM	20/02/2020	Nº DE PLANO
		20/02/2020	GN,F404-1A

Escala: 1/11250

<u>LEYENDA</u>	
	VALLADO
	CAMINOS
	PAR CATASTRAL
	CALADO 10
	CALADO 100
	CALADO 200
	CALADO 500
	CAMINOS PÚBLICOS CATASTRO
	EDIFICACIONES
	ZONA LIBRE IMPLANTACIÓN (80m)
	ZONA 500m AL CAMINO ERMITA VIRGEN REMEDIOS

SUPERFICIE DEL VALLADO FV: 142,0812 ha
SUPERFICIE OCUPACIÓN: 25,5965 ha
SUPERFICIE CONSTRUIDA: 0,0828 ha

SUPERFICIE DE CAPTACIÓN PARQUE + SUPERFICIE CONSTRUIDA

DIMENSIONES SKID 2 INV: 18,98 x 2,25 x 2,81(h) (m)
DIMENSIONES SKID 1 INV: 10,99 x 2,25 x 2,81(h) (m)
DIMENSIONES CENTRO DE SECCIONAMIENTO: 9,35 x 2,31 x 2,45(h) (m)

LA DISTANCIAS A LINDEROS DE LA ZONA DE OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO SE ENCUENTRA EN EL PLANO: SP.0045.2.D.GN.F408

Se cumplen las distancias mínimas a linderos de las edificaciones en la zona de Operación y Mantenimiento, centros de transformación y de las estructuras de seguimiento fotovoltaico.

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	SSC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

[illegible]

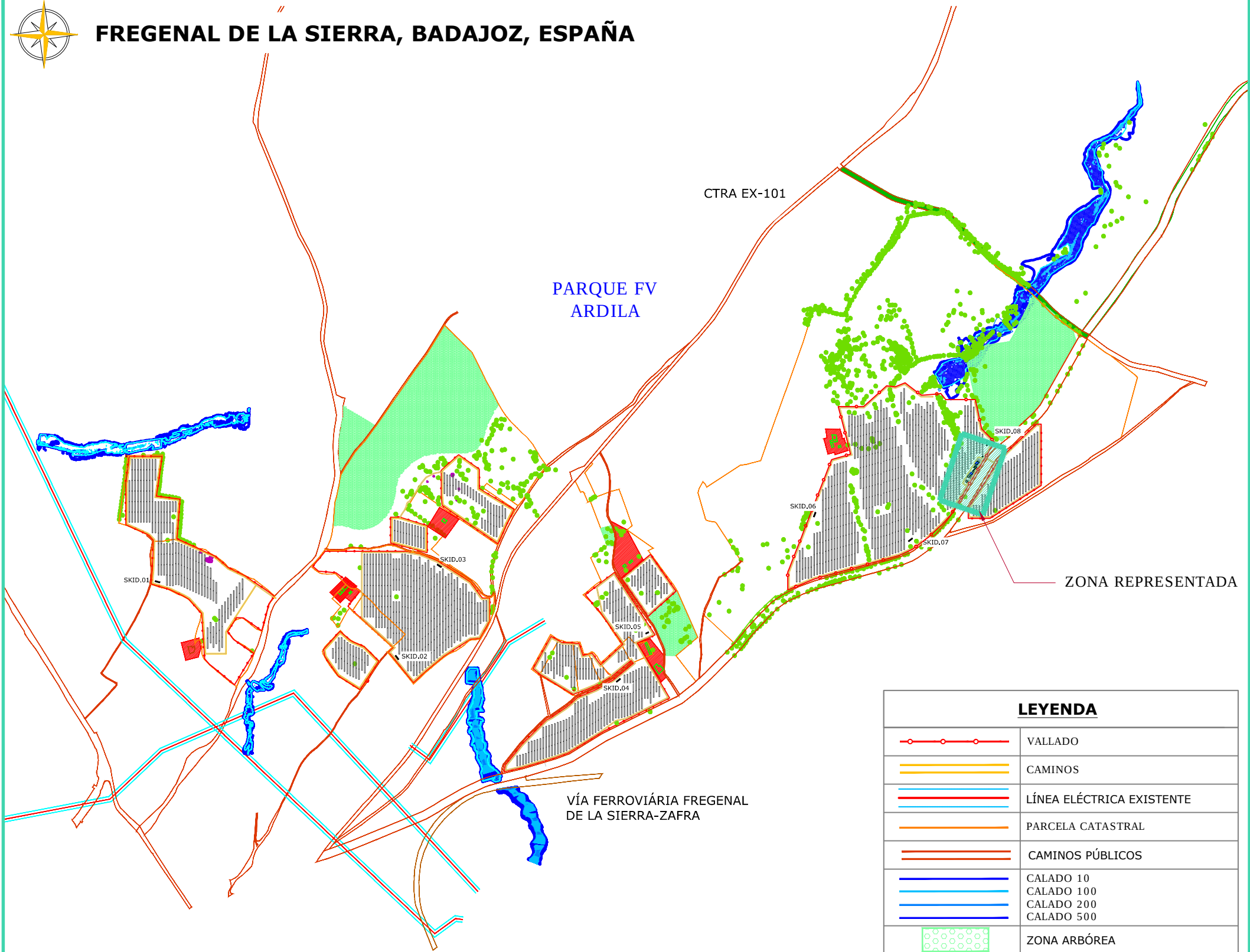
SITUACIÓN:

CONTACTO:

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020	ESCALA 1:11250
DISEÑADO	MMR	14/02/2020	
REVISADO	JMJ	20/02/2020	
APROBADO	JBM	20/02/2020	Nº DE PLANO GN.F405-1A

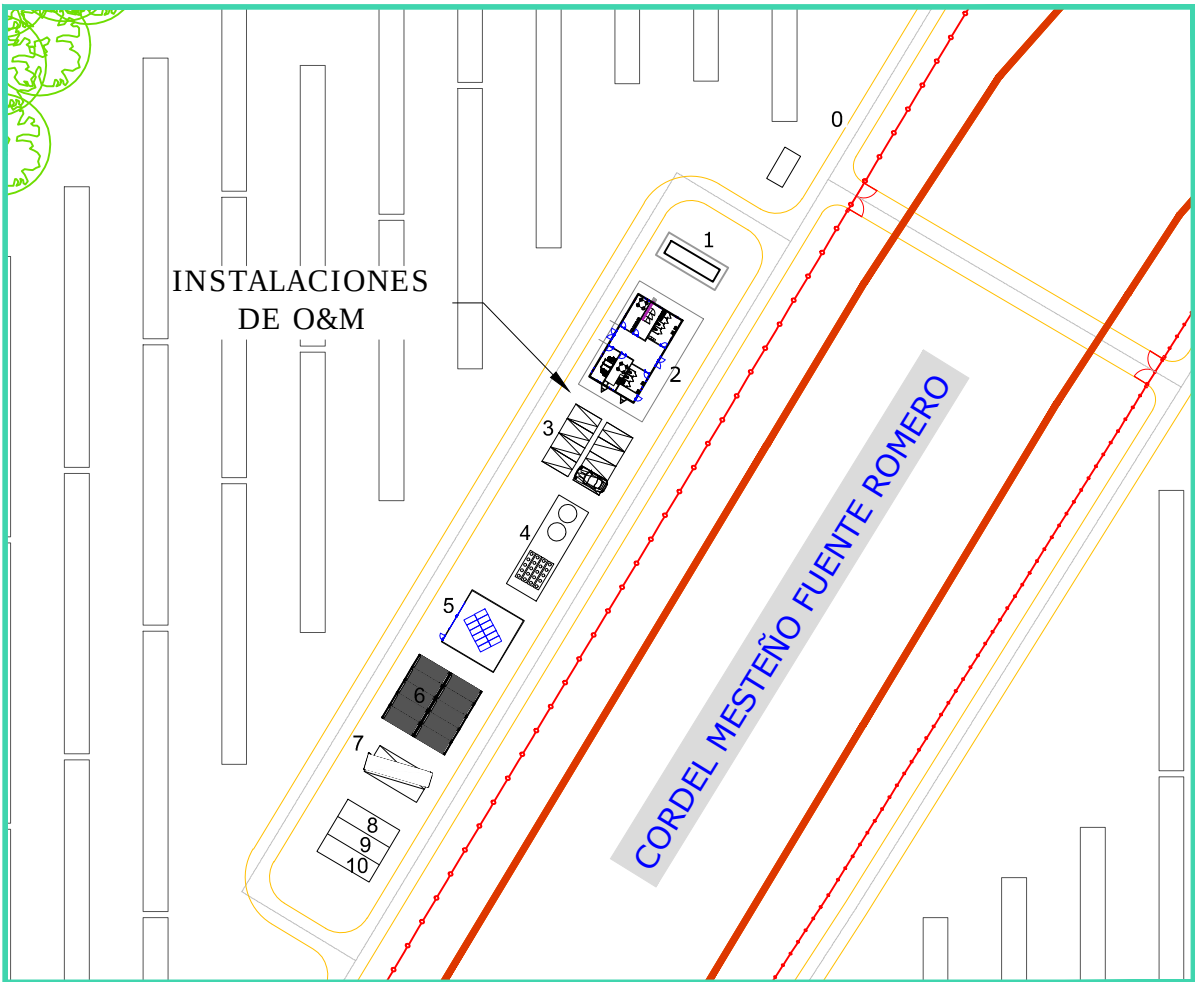


FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA

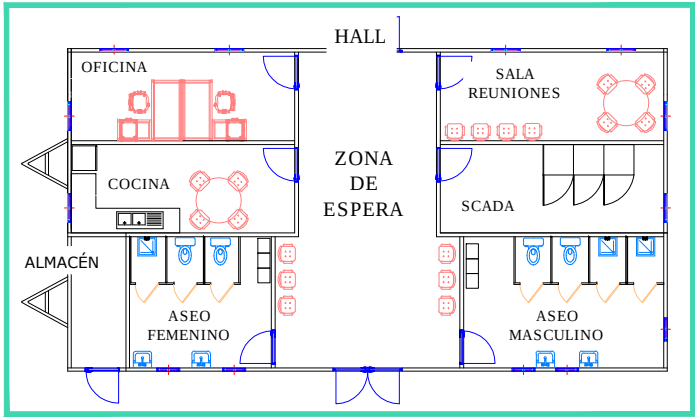


PLANTA LAYOUT
Escala: 1/20000

LEYENDA	
	VALLADO
	CAMINOS
	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE
	PARCELA CATASTRAL
	CAMINOS PÚBLICOS
	CALADO 10
	CALADO 100
	CALADO 200
	CALADO 500
	ZONA ARBÓREA
	EDIFICACIONES



ZONA REPRESENTADA
Escala: 1/1250



PLANTA - EDIFICIO O&M
Escala: 1/200

- DETALLE DE INSTALACIONES:
- 0.- Portería
 - 1.- Centro de Seccionamiento
 - 2.- Oficina Principal O&M
 - 3.- Estacionamientos Turismos
 - 4.- Tanques Sépticos y Agua Potable
 - 5.- Warehouse
 - 6.- Contenedores de almacén
 - 7.- Estacionamientos Camiones/Buses
 - 8.- Residuos No Peligrosos
 - 9.- Residuos Peligrosos
 - 10.- Residuos Domiciliarios

ARCHIVO: SP.0045.2.D.GN.F406-1A

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	MMR	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

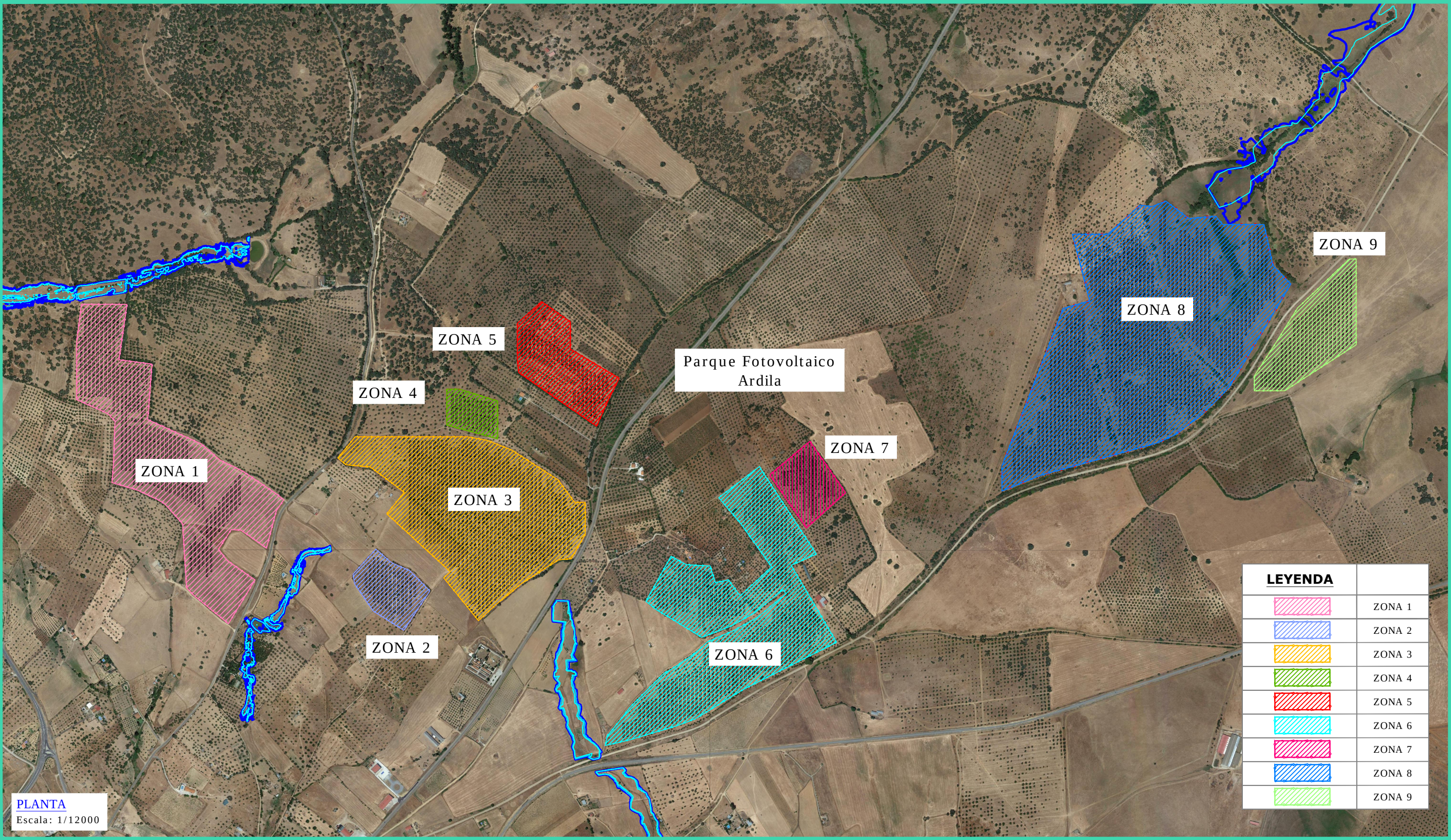
PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
EDIFICIO O&M	
SITUACIÓN	
CONTACTO:	

ingenostrum. Executing your renewable vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	MMR	14/02/2020	ESCALA VARIAS
REVISADO	JMJ	20/02/2020	Nº DE PLANO GN.F406-1A
APROBADO	JBM	20/02/2020	

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1º. 41001 Sevilla - Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.GN.F407-1A



FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

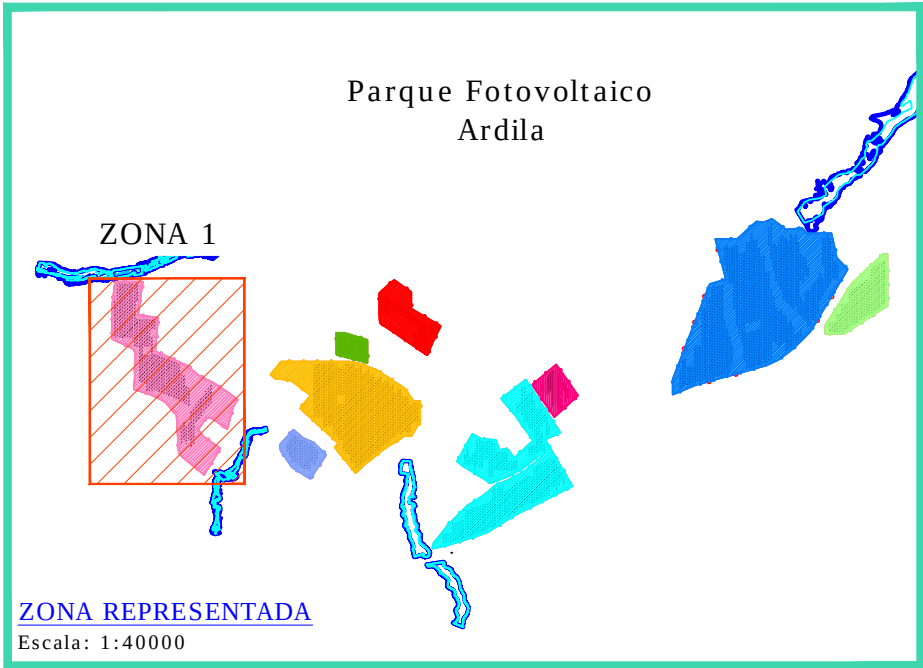
PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
LAYOUT COORDENADAS VALLADO	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:

Executing your renewable vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO
DIBUJADO	MMR	14/02/2020	ESCALA
REVISADO	JMJ	20/02/2020	1:12000
APROBADO	JBM	20/02/2020	Nº DE PLANO
			GN.F407-1A 1/5

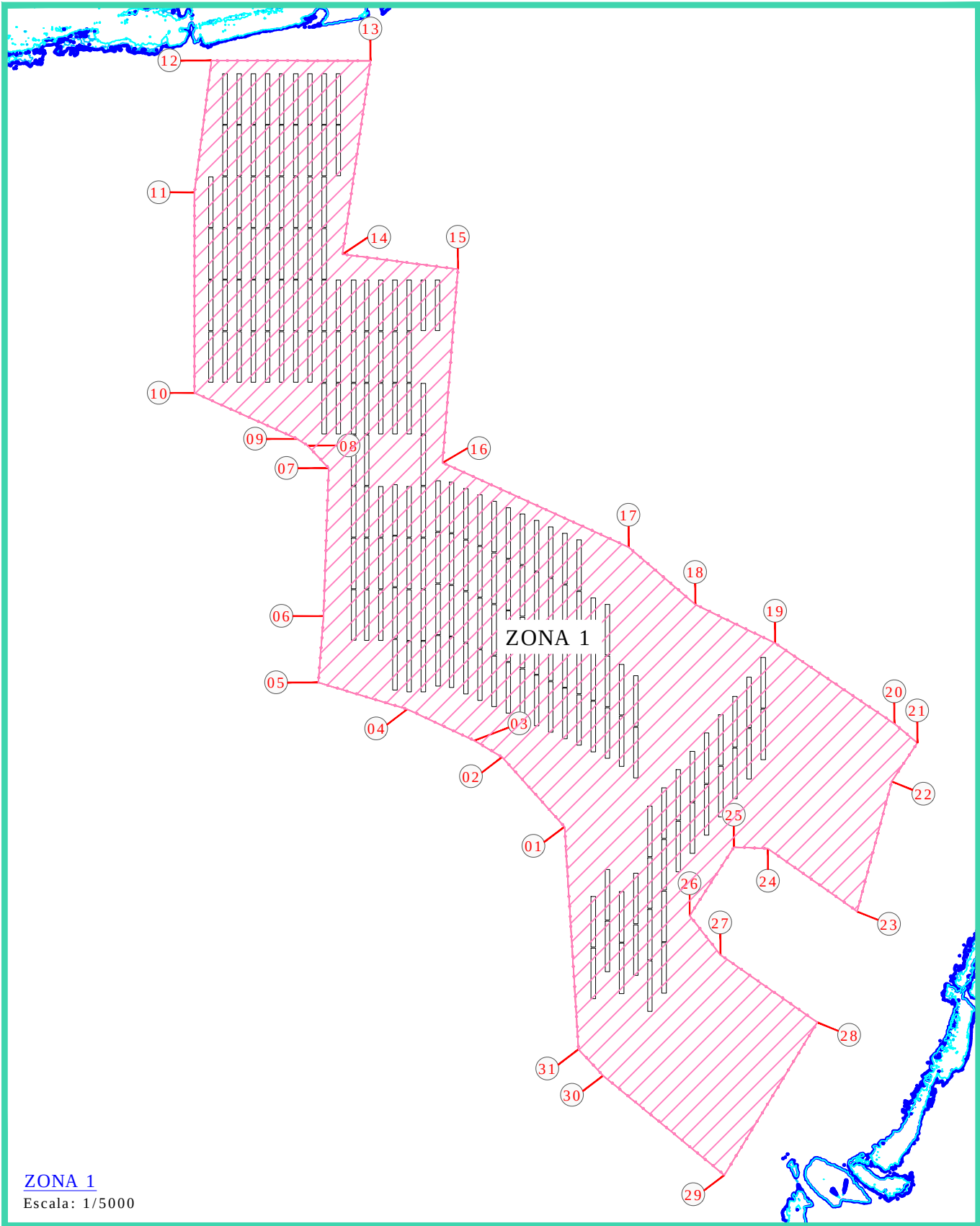


FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA



LEYENDA	
	ZONA 1
	ZONA 2
	ZONA 3
	ZONA 4
	ZONA 5
	ZONA 6
	ZONA 7
	ZONA 8
	ZONA 9

COORDENADAS ZONA 1	
PTO.1	X=705776.5827 Y=4228871.2496
PTO.2	X=705719.2957 Y=4228935.1154
PTO.3	X=705693.9555 Y=4228950.1902
PTO.4	X=705632.2807 Y=4228979.0713
PTO.5	X=705550.5245 Y=4229003.5918
PTO.6	X=705555.3791 Y=4229064.4533
PTO.7	X=705560.0412 Y=4229200.2324
PTO.8	X=705540.6898 Y=4229220.9864
PTO.9	X=705531.3219 Y=4229227.0145
PTO.10	X=705436.9048 Y=4229269.2589
PTO.11	X=705436.9048 Y=4229453.2205
PTO.12	X=705452.4939 Y=4229574.1673
PTO.13	X=705598.4434 Y=4229573.8709
PTO.14	X=705572.7784 Y=4229396.5515
PTO.15	X=705678.7033 Y=4229382.6921
PTO.16	X=705664.5487 Y=4229205.2913
PTO.17	X=705835.4081 Y=4229127.7603
PTO.18	X=705896.6023 Y=4229075.2008
PTO.19	X=705969.8652 Y=4229039.6931
PTO.20	X=706079.2825 Y=4228965.8453
PTO.21	X=706100.4177 Y=4228948.2899
PTO.22	X=706076.8843 Y=4228912.9429
PTO.23	X=706045.1461 Y=4228793.6338
PTO.24	X=705963.2988 Y=4228851.2172
PTO.25	X=705931.9980 Y=4228852.6295
PTO.26	X=705891.4167 Y=4228789.7112
PTO.27	X=705919.6504 Y=4228753.7445
PTO.28	X=706008.6109 Y=4228691.8800
PTO.29	X=705923.2638 Y=4228551.7272
PTO.30	X=705812.0136 Y=4228642.9190
PTO.31	X=705789.3735 Y=4228667.0142



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

LAYOUT COORDENADAS VALLADO

SITUACIÓN:

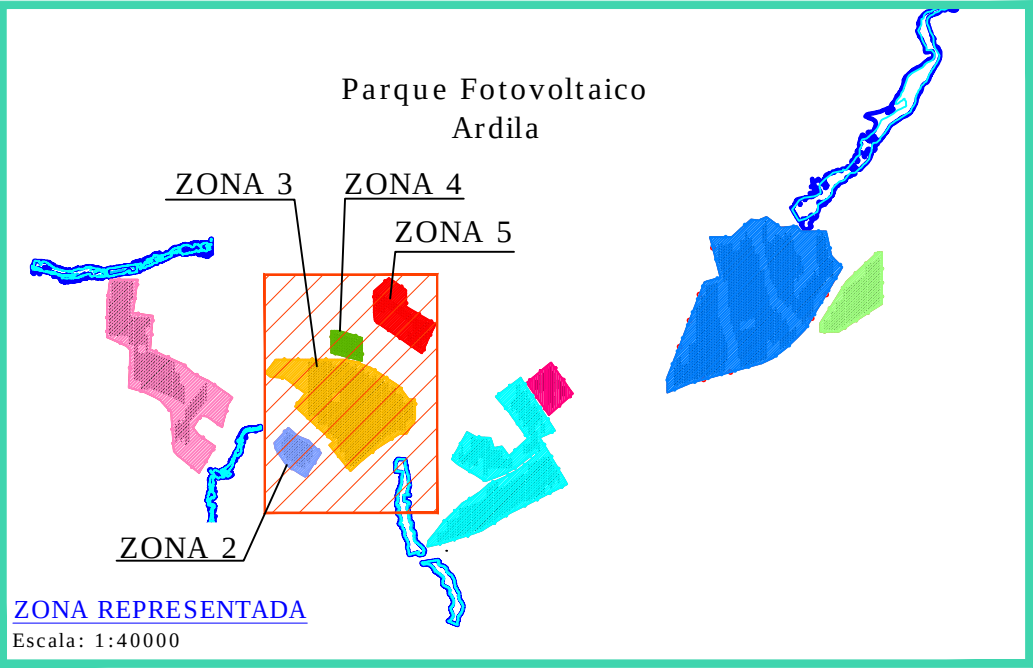
CONTACTO:

Executing your renewable vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	MMR	14/02/2020	ESCALA
REVISADO	JMJ	20/02/2020	VARIAS
APROBADO	JBM	20/02/2020	Nº DE PLANO
			GN.F407-1A 2/5



FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA



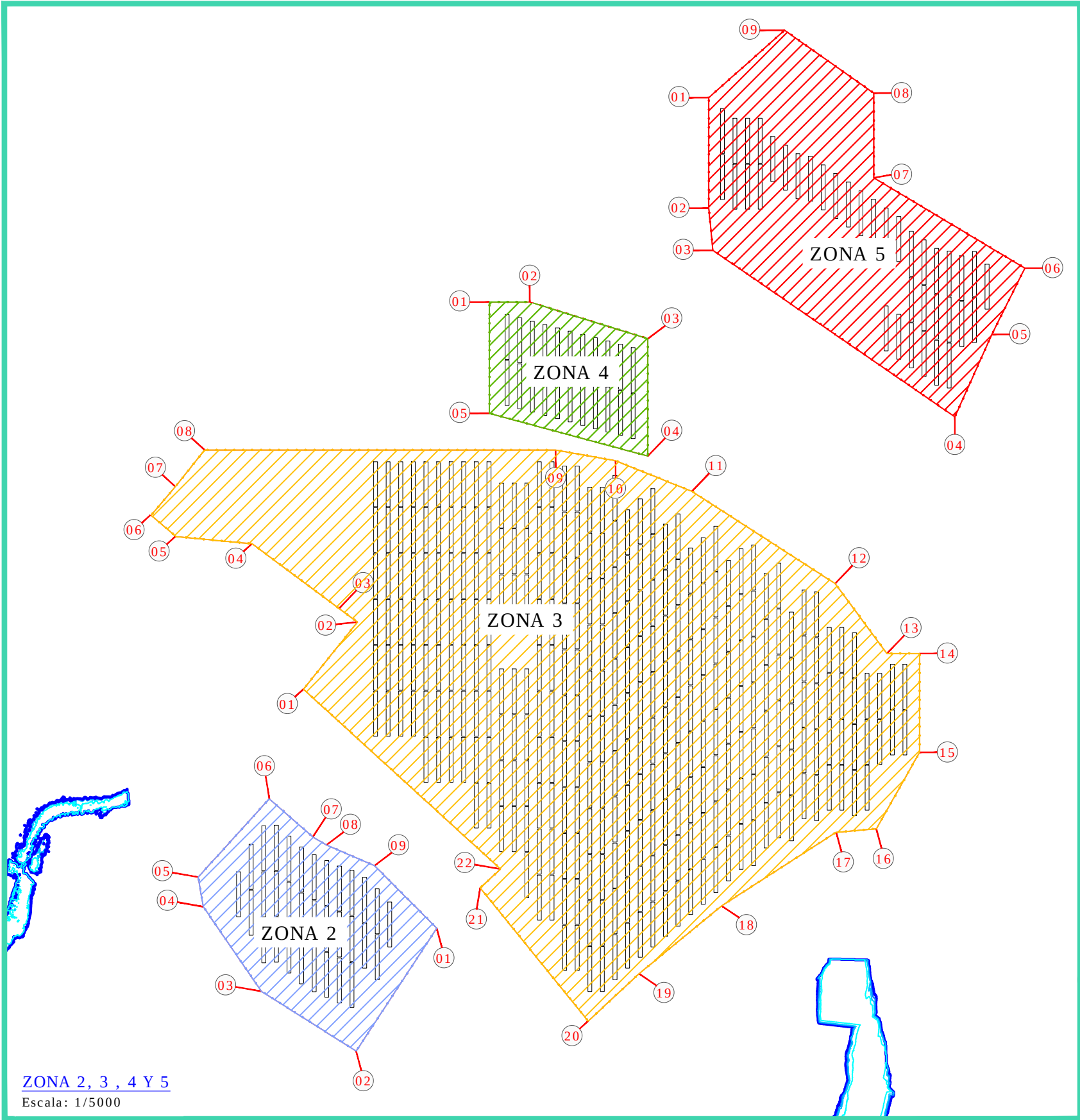
COORDENADAS ZONA 2			
PTO.1	X=706568.5128	Y=4228656.9630	
PTO.2	X=706485.3514	Y=4228530.2424	
PTO.3	X=706387.6777	Y=4228591.7930	
PTO.4	X=706327.6344	Y=4228679.0617	
PTO.5	X=706322.4040	Y=4228709.6062	
PTO.6	X=706395.7035	Y=4228790.3333	
PTO.7	X=706440.5827	Y=4228751.0448	
PTO.8	X=706454.5117	Y=4228742.7420	
PTO.9	X=706504.2321	Y=4228721.5000	

COORDENADAS ZONA 3			
PTO.1	X=706430.9780	Y=4228903.3095	
PTO.2	X=706486.7263	Y=4228972.4959	
PTO.3	X=706467.6165	Y=4228986.5531	
PTO.4	X=706377.8751	Y=4229053.2785	
PTO.5	X=706298.8599	Y=4229060.6229	
PTO.6	X=706273.7649	Y=4229082.5636	
PTO.7	X=706298.8599	Y=4229112.1090	
PTO.8	X=706328.9820	Y=4229149.8639	
PTO.9	X=706691.0821	Y=4229149.8639	
PTO.10	X=706752.9701	Y=4229138.8284	
PTO.11	X=706831.6016	Y=4229107.2979	
PTO.12	X=706979.3253	Y=4229012.2265	
PTO.13	X=707032.7958	Y=4228940.1848	
PTO.14	X=707066.4089	Y=4228940.1325	
PTO.15	X=707066.4089	Y=4228838.1291	
PTO.16	X=707021.9062	Y=4228759.4200	
PTO.17	X=706980.1088	Y=4228755.6800	
PTO.18	X=706862.3899	Y=4228680.0642	
PTO.19	X=706777.1912	Y=4228610.1384	
PTO.20	X=706724.6484	Y=4228561.1961	
PTO.21	X=706613.3030	Y=4228698.4920	
PTO.22	X=706634.2797	Y=4228717.8922	

COORDENADAS ZONA 4			
PTO.1	X=706622.7853	Y=4229302.4990	
PTO.2	X=706664.3309	Y=4229302.4990	
PTO.3	X=706786.1196	Y=4229264.6223	
PTO.4	X=706786.1196	Y=4229143.6863	
PTO.5	X=706622.7853	Y=4229187.6159	

COORDENADAS ZONA 5			
PTO.1	X=706849.0136	Y=4229513.1383	
PTO.2	X=706849.0136	Y=4229399.0932	
PTO.3	X=706853.3721	Y=4229355.7126	
PTO.4	X=707102.8659	Y=4229184.0491	
PTO.5	X=707141.1082	Y=4229269.2083	
PTO.6	X=707175.0710	Y=4229337.3917	
PTO.7	X=707019.1681	Y=4229430.5453	
PTO.8	X=707019.1681	Y=4229517.7767	
PTO.9	X=706927.2762	Y=4229582.5754	

LEYENDA	
	ZONA 1
	ZONA 2
	ZONA 3
	ZONA 4
	ZONA 5
	ZONA 6
	ZONA 7
	ZONA 8
	ZONA 9



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

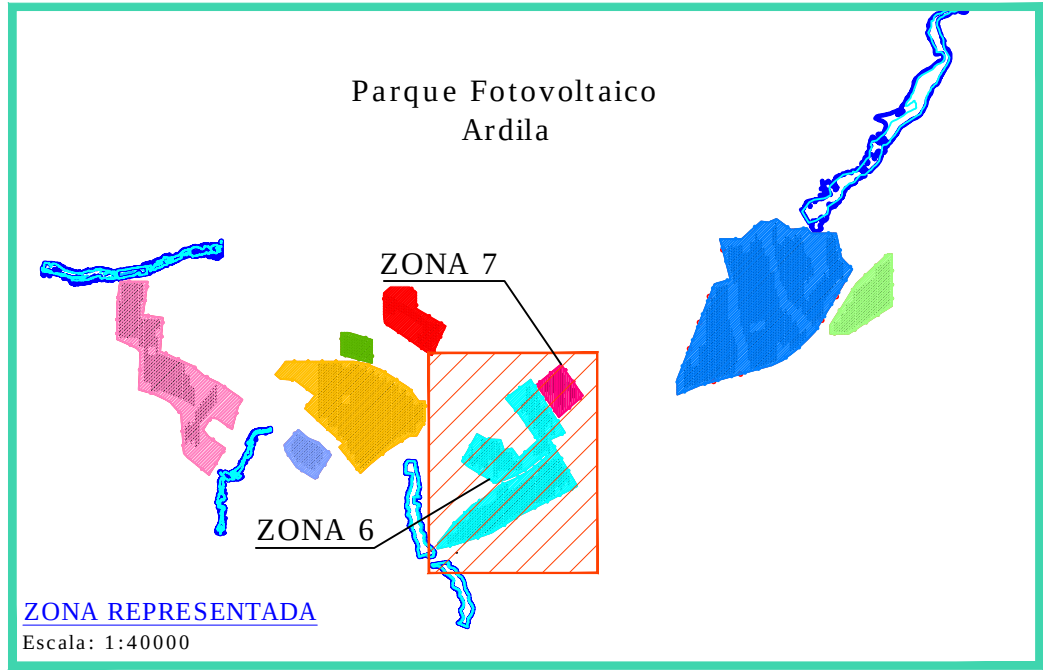
PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
LAYOUT COORDENADAS VALLADO	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:

ingenostrum. Executing your renewable vision		TIPO A3
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA
DIBUJADO	MMR	14/02/2020
REVISADO	JMJ	20/02/2020
APROBADO	JBM	20/02/2020
Nº DE PLANO		GN.F407-1A 3/5

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-63852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP-0045.2.D.GN.F407-1A



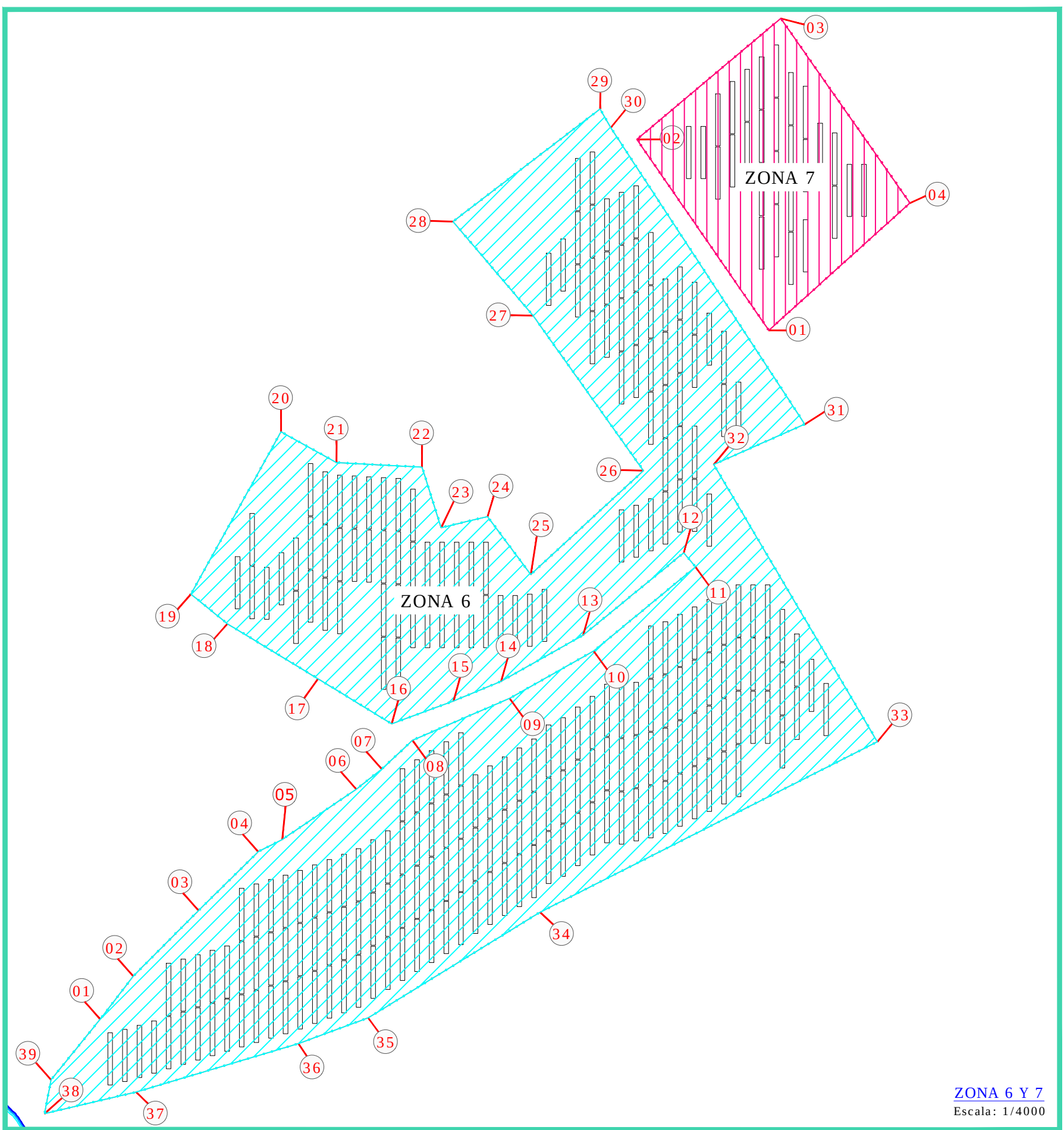
FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA



COORDENADAS ZONA 6		
PTO. 1	X=707180,2787	Y=4228245,3946
PTO. 2	X=707209,6588	Y=4228283,6684
PTO. 3	X=707267,7903	Y=4228342,0812
PTO. 4	X=707320,8433	Y=4228394,3653
PTO. 5	X=707342,3044	Y=4228405,3044
PTO. 6	X=707408,1104	Y=4228449,9847
PTO. 7	X=707430,8232	Y=4228467,8599
PTO. 8	X=707458,2092	Y=4228493,5816
PTO. 9	X=707544,6051	Y=4228530,8202
PTO. 10	X=707619,4136	Y=4228572,9290
PTO. 11	X=707709,9878	Y=4228647,7675
PTO. 12	X=707699,4574	Y=4228660,2437
PTO. 13	X=707609,9754	Y=4228587,0092
PTO. 14	X=707537,0039	Y=4228545,9426
PTO. 15	X=707494,6533	Y=4228528,4497
PTO. 16	X=707439,6119	Y=4228508,1529
PTO. 17	X=707374,1823	Y=4228548,1604
PTO. 18	X=707293,4848	Y=4228597,1032
PTO. 19	X=707261,0467	Y=4228623,4663
PTO. 20	X=707341,1787	Y=4228767,8152
PTO. 21	X=707390,5980	Y=4228740,4939
PTO. 22	X=707466,6020	Y=4228736,4048
PTO. 23	X=707483,6493	Y=4228682,6059
PTO. 24	X=707524,8975	Y=4228692,4132
PTO. 25	X=707563,3420	Y=4228640,9542
PTO. 26	X=707663,6123	Y=4228733,2928
PTO. 27	X=707565,4558	Y=4228871,1285
PTO. 28	X=707494,1587	Y=4228954,8325
PTO. 29	X=707625,0131	Y=4229054,9217
PTO. 30	X=707634,5279	Y=4229038,3226
PTO. 31	X=707807,1577	Y=4228774,6159
PTO. 32	X=707726,1971	Y=4228738,7637
PTO. 33	X=707871,7620	Y=4228492,2059
PTO. 34	X=707571,6695	Y=4228340,6301
PTO. 35	X=707418,8042	Y=4228246,7051
PTO. 36	X=707356,7407	Y=4228223,8117
PTO. 37	X=707212,4154	Y=4228180,7243
PTO. 38	X=707130,8135	Y=4228161,5386
PTO. 39	X=707136,5326	Y=4228191,5386

COORDENADAS ZONA 7		
PTO. 1	X=707657.7543	Y=4229027.8935
PTO. 2	X=707785.8122	Y=4229135.4883
PTO. 3	X=707900.7272	Y=4228971.3216
PTO. 4	X=707775.1810	Y=4228858.1037

LEYENDA	
	ZONA 1
	ZONA 2
	ZONA 3
	ZONA 4
	ZONA 5
	ZONA 6
	ZONA 7
	ZONA 8
	ZONA 9



ZONA 6 Y 7
Escala: 1/4000

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

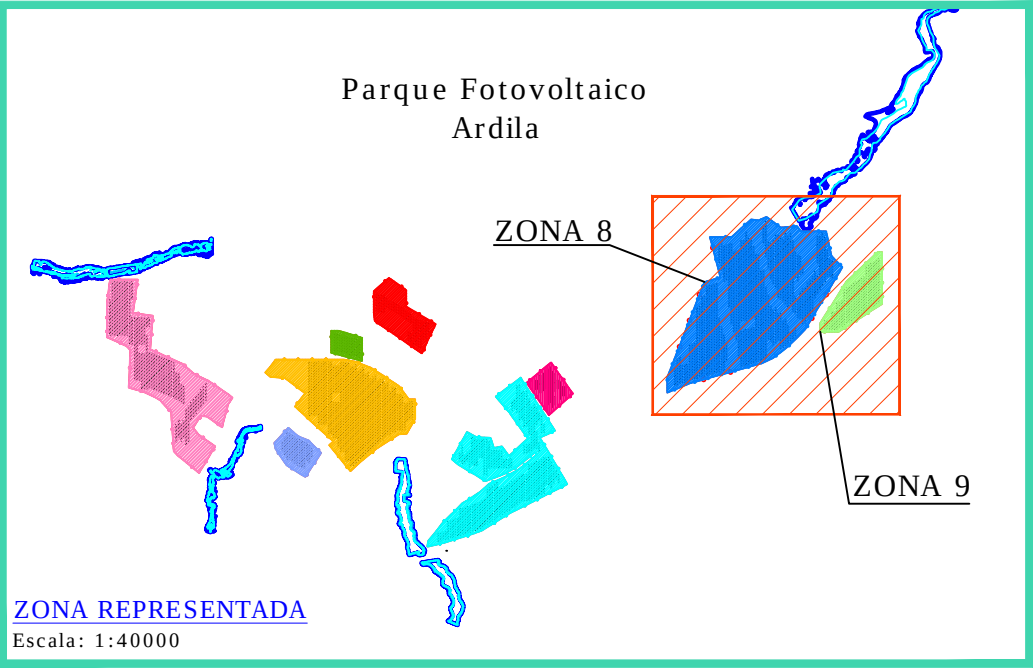
PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
LAYOUT COORDENADAS VALLADO	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:

ingenostrum.		Executing your renewable vision	
PROYECTADO	JMJ	FECHA	12/02/2020
DIBUJADO	MMR	FECHA	14/02/2020
REVISADO	JMJ	FECHA	20/02/2020
APROBADO	JBM	FECHA	20/02/2020
TIPO A3		ESCALA VARIAS	
Nº DE PLANO GN.F407-1A 4/5			

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.GN.F407-1A



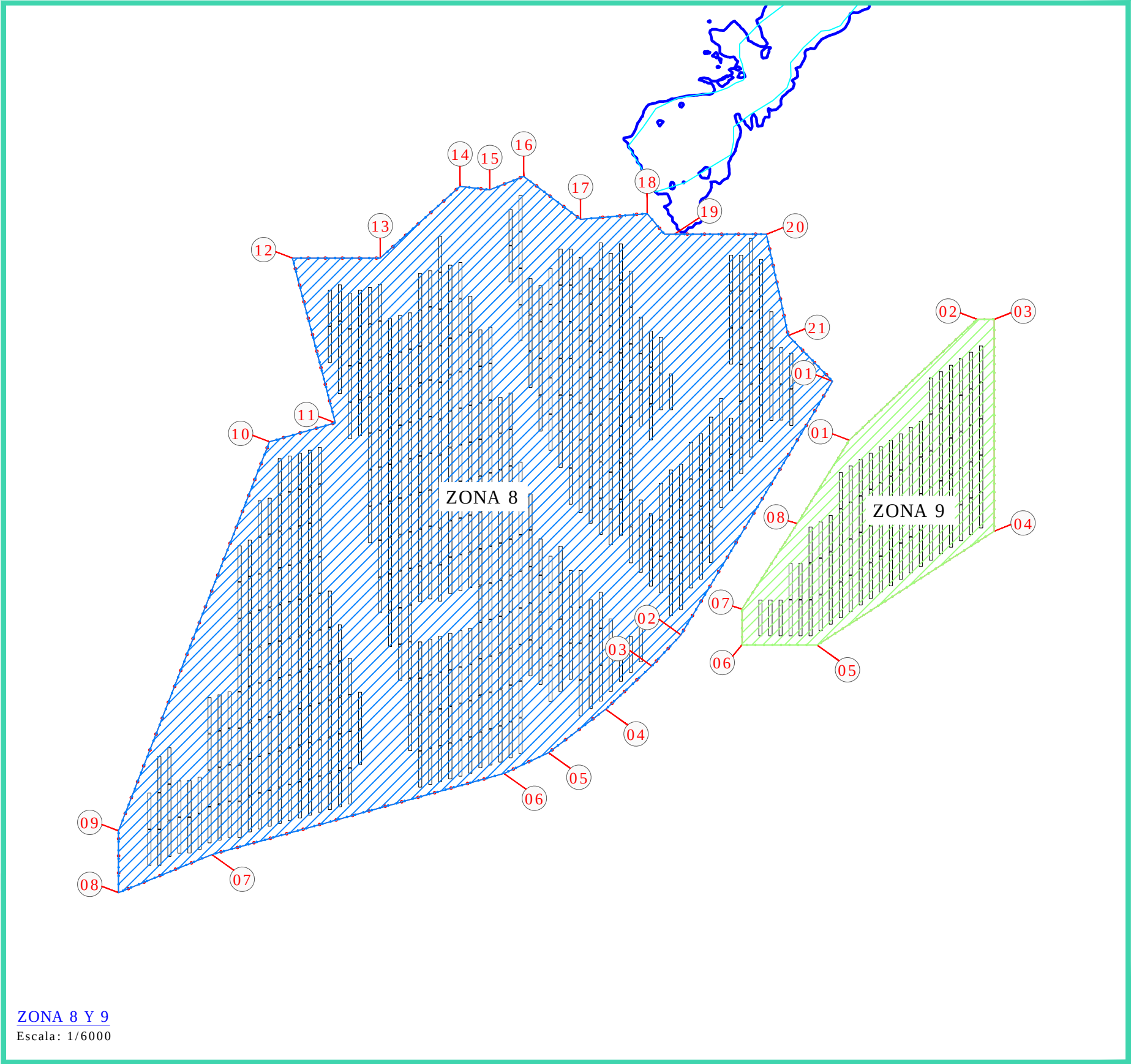
FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA



COORDENADAS ZONA 8	
PTO.1	X=709326.9833 Y=4229639.0966
PTO.2	X=709130.3861 Y=4229310.4353
PTO.3	X=709092.4605 Y=4229270.0638
PTO.4	X=709033.0800 Y=4229214.3217
PTO.5	X=708958.8853 Y=4229157.9933
PTO.6	X=708901.3263 Y=4229131.0299
PTO.7	X=708522.7493 Y=4229026.0370
PTO.8	X=708401.5380 Y=4228976.5629
PTO.9	X=708401.5380 Y=4229056.6855
PTO.10	X=708597.1991 Y=4229560.6744
PTO.11	X=708682.5480 Y=4229585.1975
PTO.12	X=708626.9712 Y=4229798.5945
PTO.13	X=708740.7964 Y=4229798.5945
PTO.14	X=708844.1111 Y=4229891.5723
PTO.15	X=708882.7290 Y=4229887.0856
PTO.16	X=708926.6494 Y=4229904.5586
PTO.17	X=709000.3284 Y=4229848.8575
PTO.18	X=709086.6304 Y=4229856.3454
PTO.19	X=709109.1710 Y=4229829.5439
PTO.20	X=709241.2596 Y=4229829.5439
PTO.21	X=709269.5634 Y=4229698.3295

COORDENADAS ZONA 9	
PTO.1	X=709348.6092 Y=4229562.6658
PTO.2	X=709281.2031 Y=4229454.6671
PTO.3	X=709209.5744 Y=4229343.9854
PTO.4	X=709209.5744 Y=4229297.3697
PTO.5	X=709307.0499 Y=4229297.3697
PTO.6	X=709536.3499 Y=4229444.8659
PTO.7	X=709536.4798 Y=4229719.2448
PTO.8	X=709514.2704 Y=4229719.2448

LEYENDA	
	ZONA 1
	ZONA 2
	ZONA 3
	ZONA 4
	ZONA 5
	ZONA 6
	ZONA 7
	ZONA 8
	ZONA 9



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
LAYOUT COORDENADAS VALLADO	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:



Executing your **renewable** vision

NOMBRE		FECHA
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020
DIBUJADO	MMR	14/02/2020
REVISADO	JMJ	20/02/2020
APROBADO	JBM	20/02/2020

TIPO A3

ESCALA

VARIAS

Nº DE PLANO

GN.F407-1A 5/5

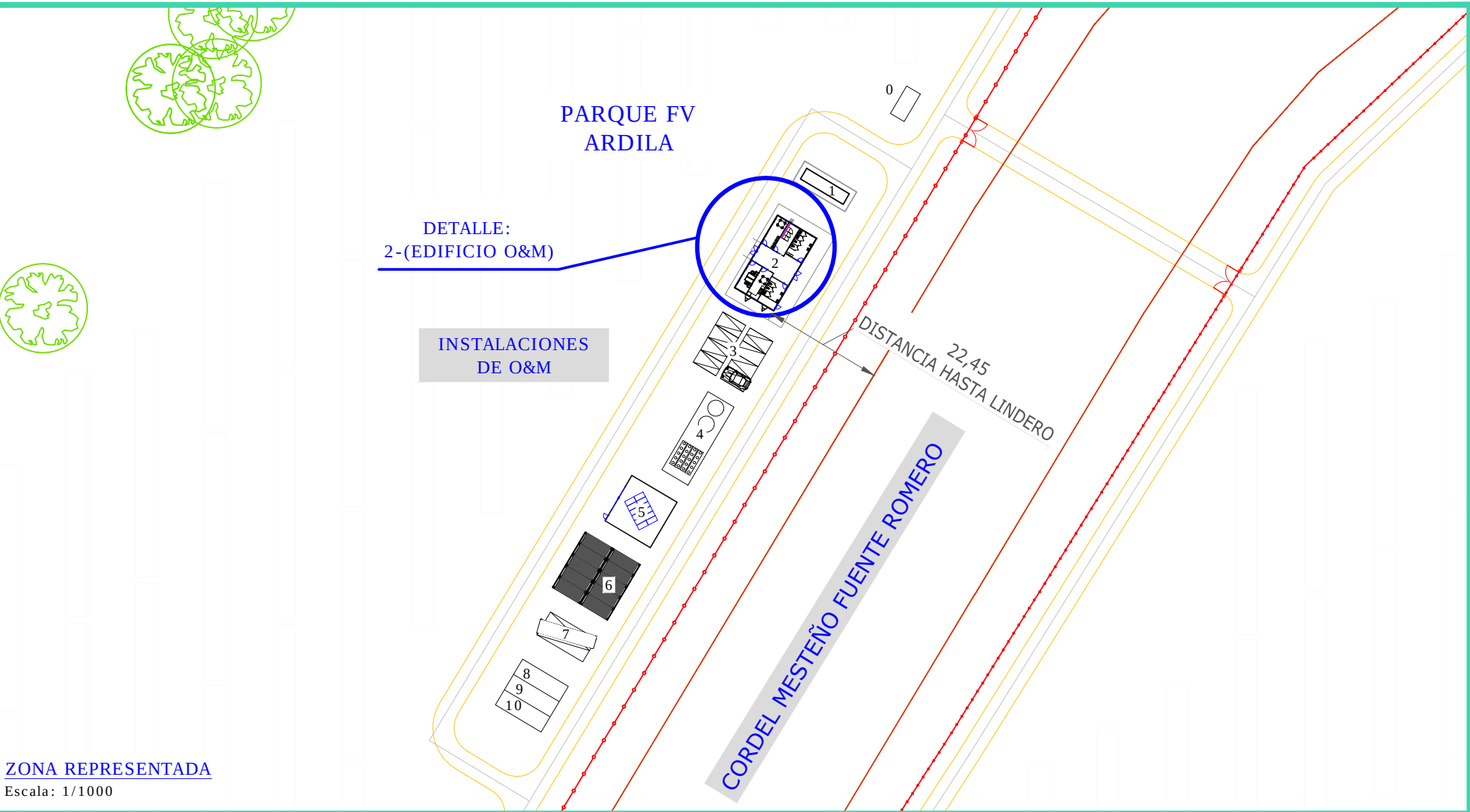


FREGENAL DE LA SIERRA,
EXTREMADURA, ESPAÑA

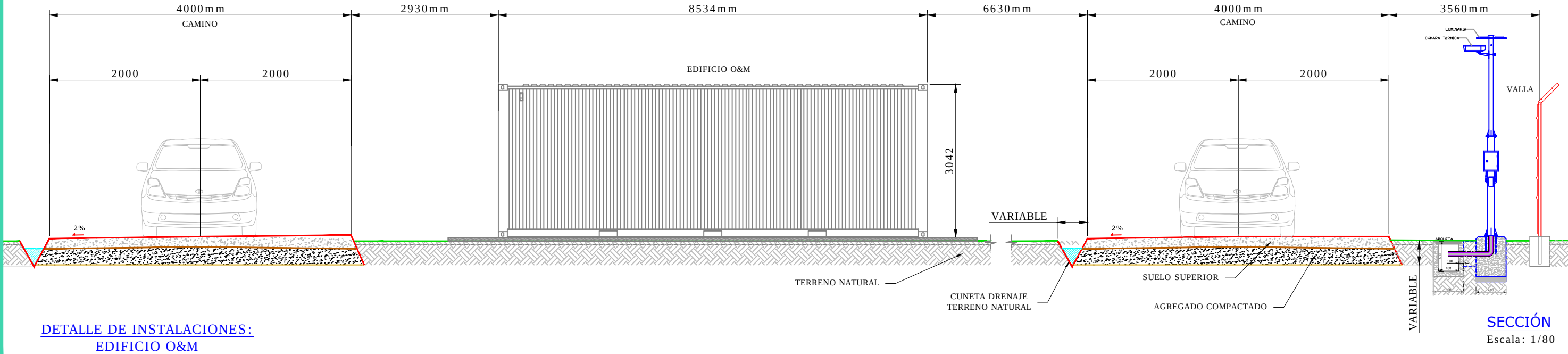
LEYENDA	
	VALLADO
	CAMINO PÚBLICO
	CAMINOS INTERIORES

- 0.- Portería
1.- Centro de Seccionamiento
2.- Oficina Principal O&M
3.- Estacionamientos Turismos
4.- Tanques Sépticos y Agua Potable
5.- Warehouse
6.- Contenedores de almacén
7.- Estacionamientos Camiones/Buses
8.- Residuos No Peligrosos
9.- Residuos Peligrosos
10.- Residuos Domiciliarios

En todos los casos, se cumplen las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal de Fregenal de la Sierra.
Se cumplen las distancias mínimas a linderos de las edificaciones en la zona de Operación y Mantenimiento, centros de transformación y de las estructuras de seguimiento fotovoltaico.



ZONA REPRESENTADA
Escala: 1/1000



DETALLE DE INSTALACIONES:
EDIFICIO O&M

SECCIÓN
Escala: 1/80

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	SSC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA
ZONA O&M - DISTANCIAS
SITUACIÓN:
CONTACTO:

ingenostрум. Executing your renewable vision		
NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO JMJ	12/02/2020	ESCALA
DIBUJADO MMR	18/02/2020	VARIAS
REVISADO JMJ	25/02/2020	Nº DE PLANO
APROBADO JBM	25/02/2020	GN.F408-1A 1/3

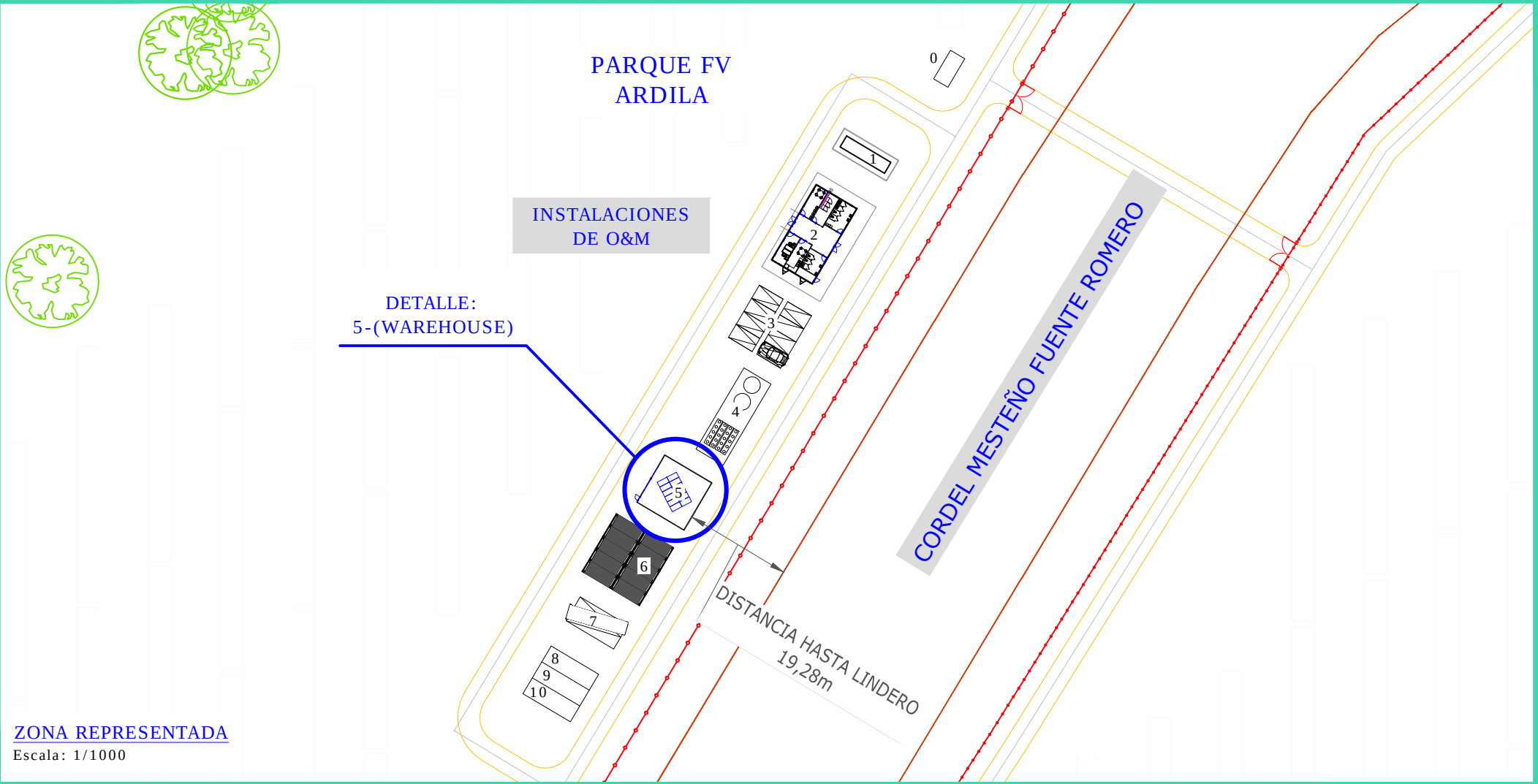


FREGENAL DE LA SIERRA, EXTREMADURA, ESPAÑA

LEYENDA	
	VALLADO
	CAMINO PÚBLICO
	CAMINOS INTERIORES

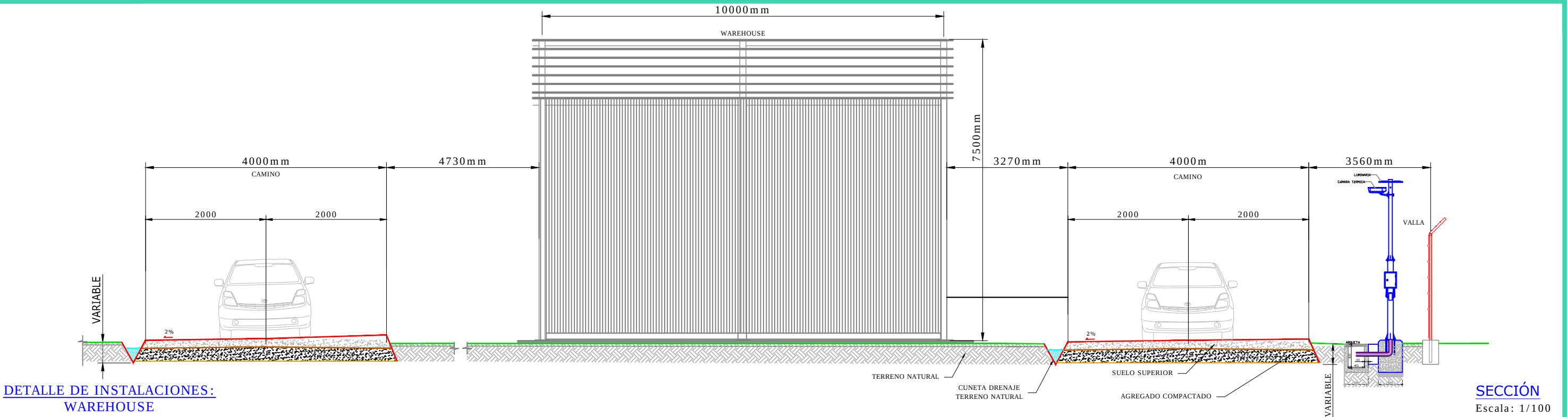
- 0.- Portería
1.- Centro de Seccionamiento
2.- Oficina Principal O&M
3.- Estacionamientos Turismos
4.- Tanques Sépticos y Agua Potable
5.- Warehouse
6.- Contenedores de almacén
7.- Estacionamientos
Camiones/Buses
8.- Residuos No Peligrosos
9.- Residuos Peligrosos
10.- Residuos Domiciliarios

En todos los casos, se cumplen las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal de Fregenal de la Sierra.
Se cumplen las distancias mínimas a linderos de las edificaciones en la zona de Operación y Mantenimiento, centros de transformación y de las estructuras de seguimiento fotovoltaico.



ZONA REPRESENTADA

Escala: 1/1000



**DETALLE DE INSTALACIONES:
WAREHOUSE**

SECCIÓN
Escala: 1/100

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	SSC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
ZONA O&M - DISTANCIAS	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:

ingenostрум.

Executing your renewable vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020	ESCALA VARIAS
DIBUJADO	MMR	18/02/2020	
REVISADO	JMJ	25/02/2020	Nº DE PLANO GN.F408-1A 2/3
APROBADO	JBM	25/02/2020	

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla - Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.GN.F408-1A

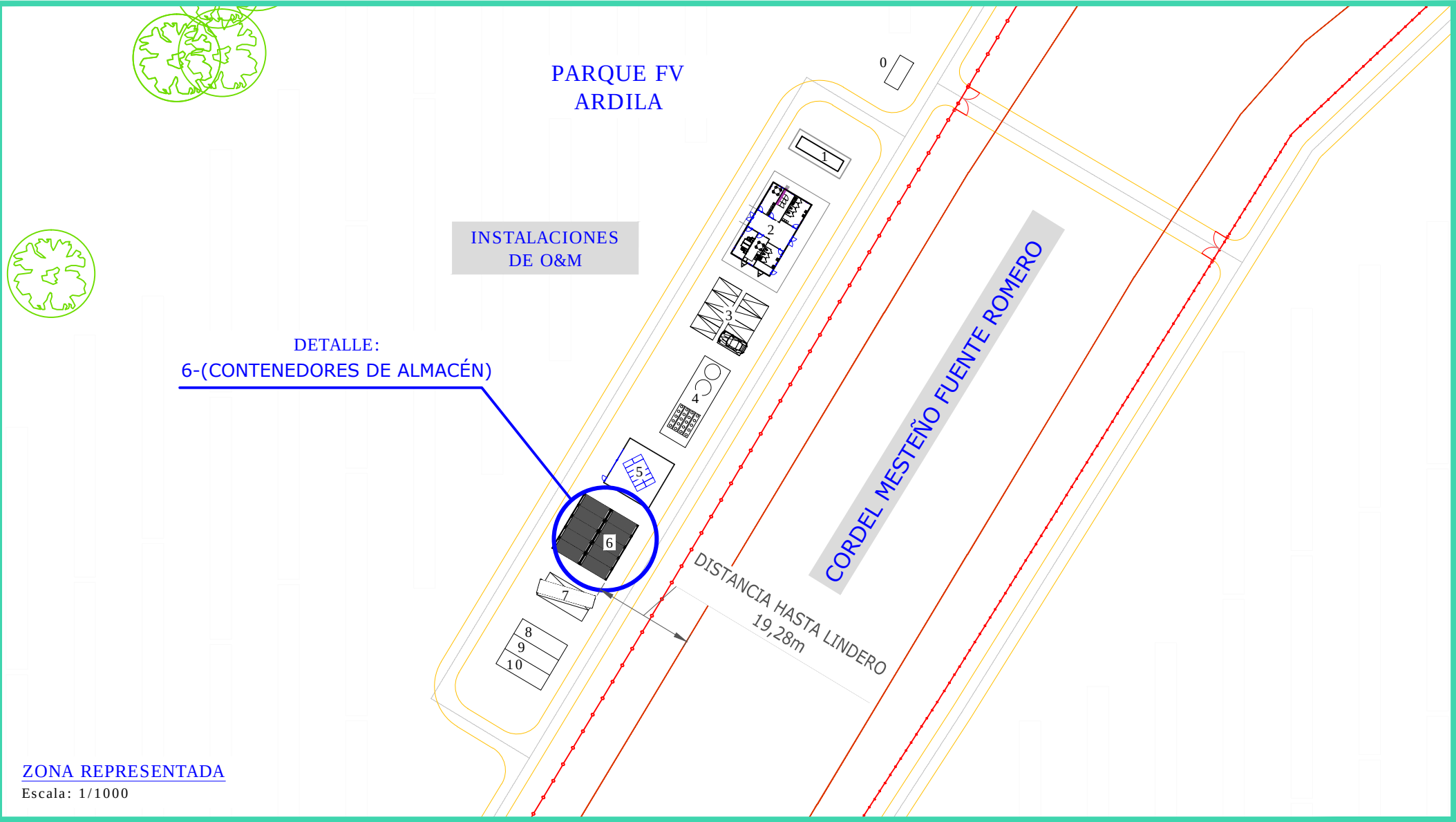


FREGENAL DE LA SIERRA,
EXTREMADURA, ESPAÑA

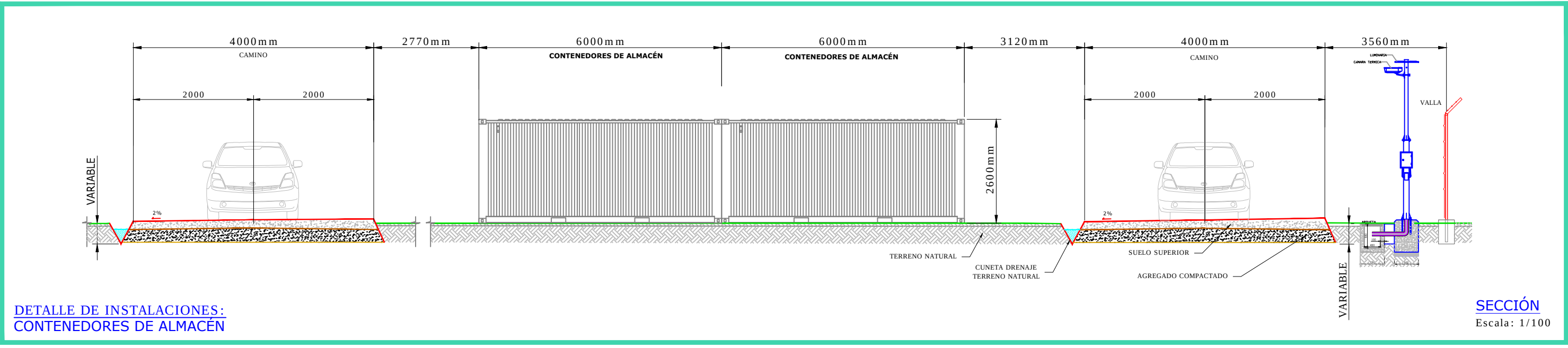
LEYENDA	
	VALLADO
	CAMINO PÚBLICO
	CAMINOS INTERIORES

- 0.- Portería
1.- Centro de Seccionamiento
2.- Oficina Principal O&M
3.- Estacionamientos Turismos
4.- Tanques Sépticos y Agua Potable
5.- Warehouse
6.- Contenedores de almacén
7.- Estacionamientos
Camiones/Buses
8.- Residuos No Peligrosos
9.- Residuos Peligrosos
10.- Residuos Domiciliarios

En todos los casos, se cumplen las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal de Fregenal de la Sierra.
Se cumplen las distancias mínimas a linderos de las edificaciones en la zona de Operación y Mantenimiento, centros de transformación y de las estructuras de seguimiento fotovoltaico.



ZONA REPRESENTADA
Escala: 1/1000



DETALLE DE INSTALACIONES:
CONTENEDORES DE ALMACÉN

SECCIÓN
Escala: 1/100

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	SSC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA
ZONA O&M - DISTANCIAS
SITUACIÓN:
CONTACTO:

ingenostrum.		
Executing your renewable vision		
NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020
DIBUJADO	MMR	18/02/2020
REVISADO	JMJ	25/02/2020
APROBADO	JBM	25/02/2020
Nº DE PLANO		GN.F408-1A 3/3

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1º. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.CV.F401-1A



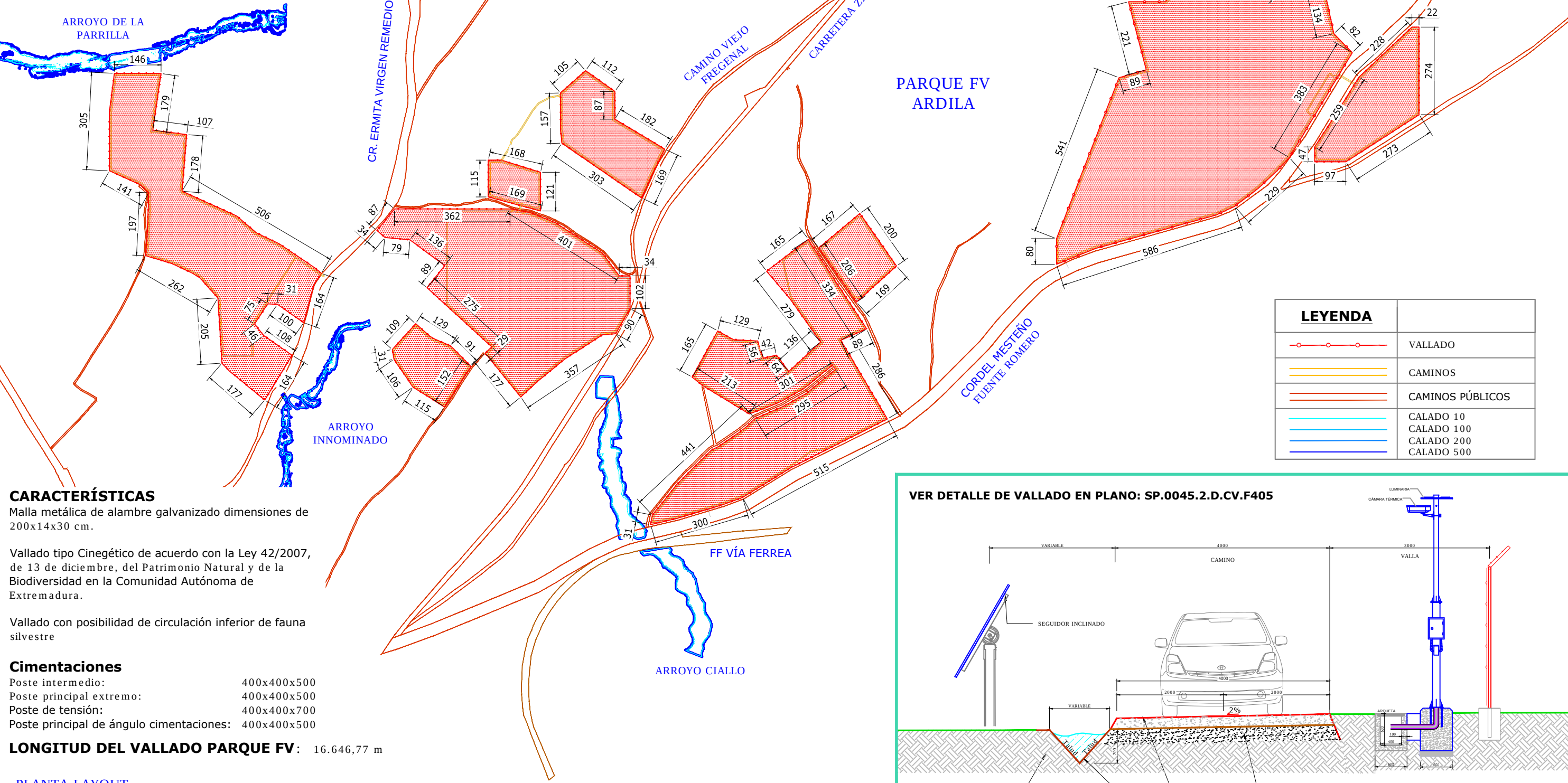
FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

PARQUE FV ARDILA

REGIÓN DE EXTREMADURA

LOCALIZACION

FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA .



CARACTERÍSTICAS

Malla metálica de alambre galvanizado dimensiones de 200x14x30 cm.

Vallado tipo Cinegético de acuerdo con la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

Vallado con posibilidad de circulación inferior de fauna silvestre

Cimentaciones

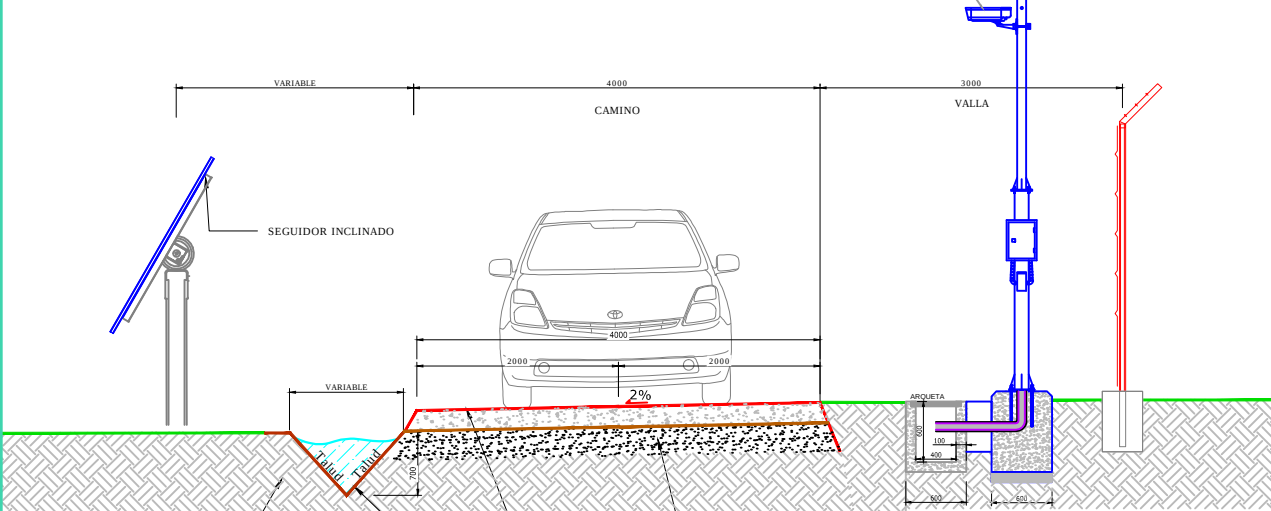
- Poste intermedio: 400x400x500
- Poste principal extremo: 400x400x500
- Poste de tensión: 400x400x700
- Poste principal de ángulo cimentaciones: 400x400x500

LONGITUD DEL VALLADO PARQUE FV: 16.646,77 m

PLANTA LAYOUT

Escala: 1/12500

VER DETALLE DE VALLADO EN PLANO: SP.0045.2.D.CV.F405

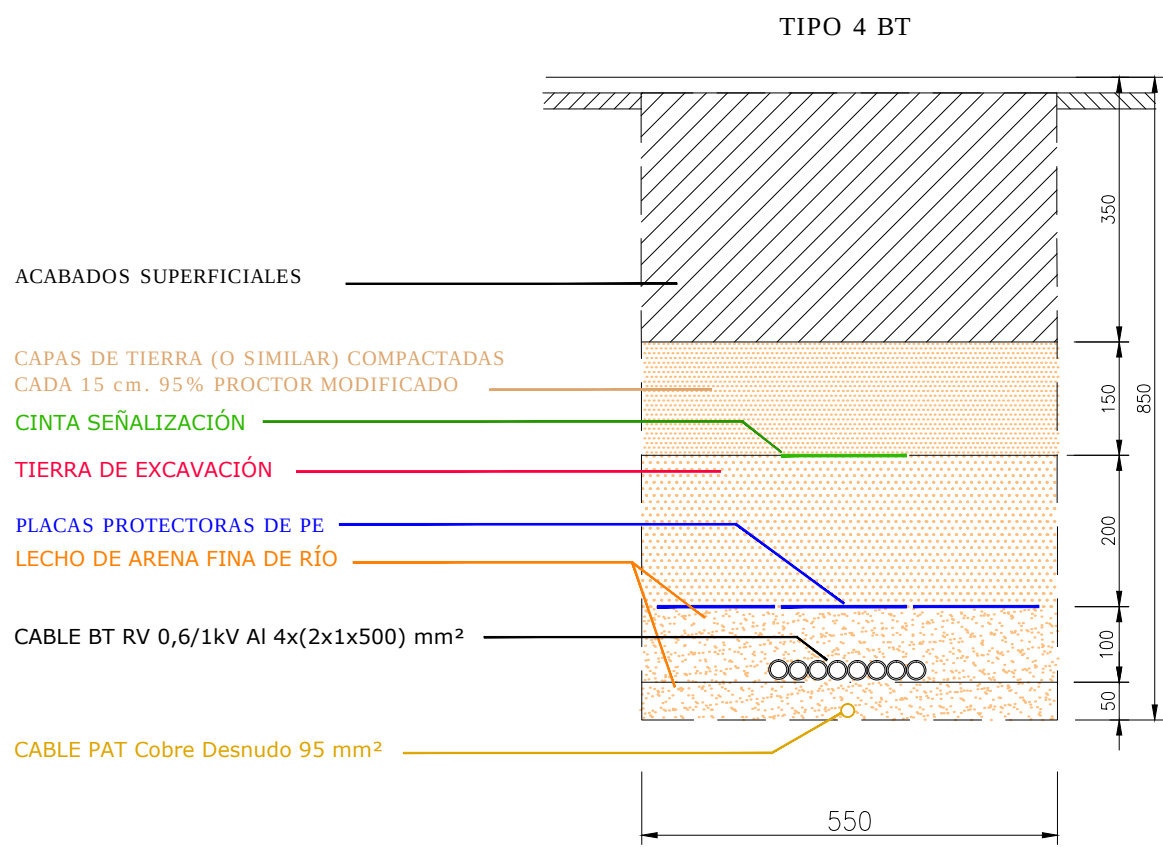
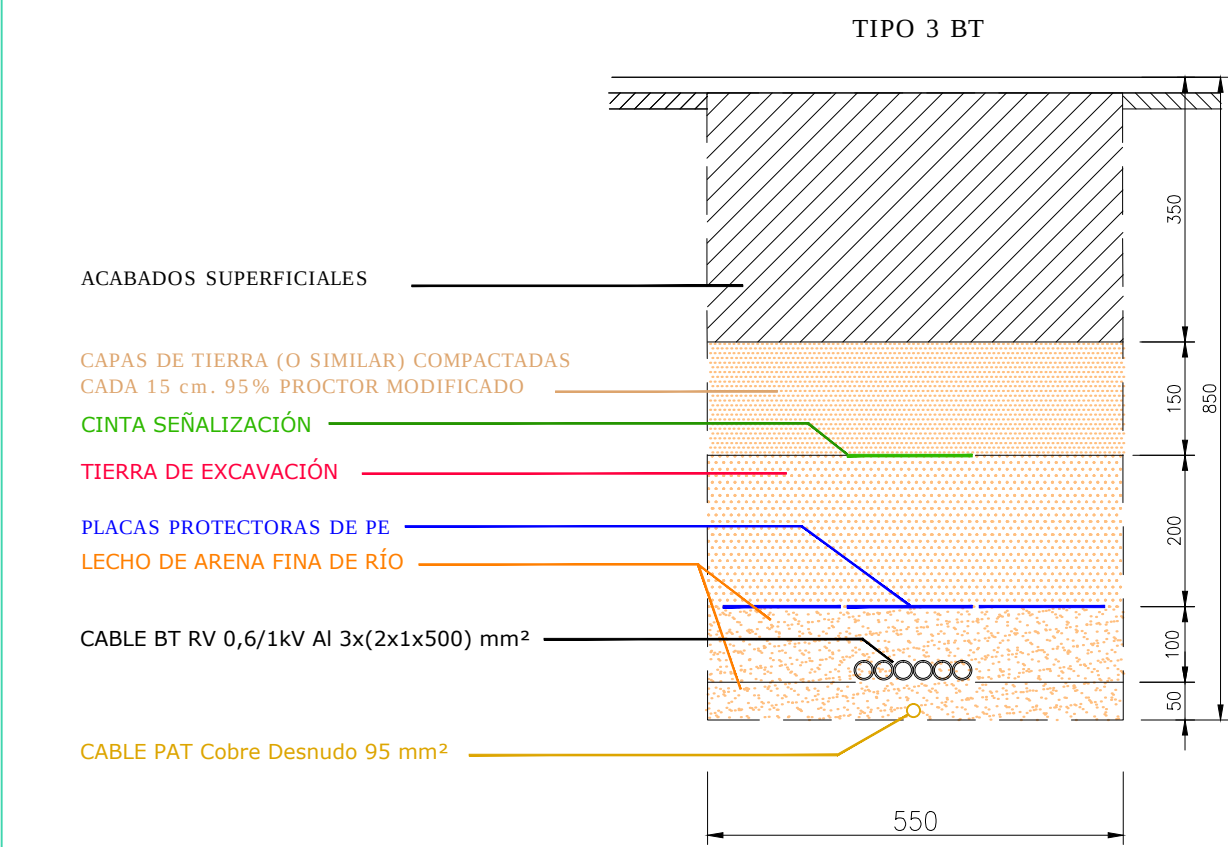
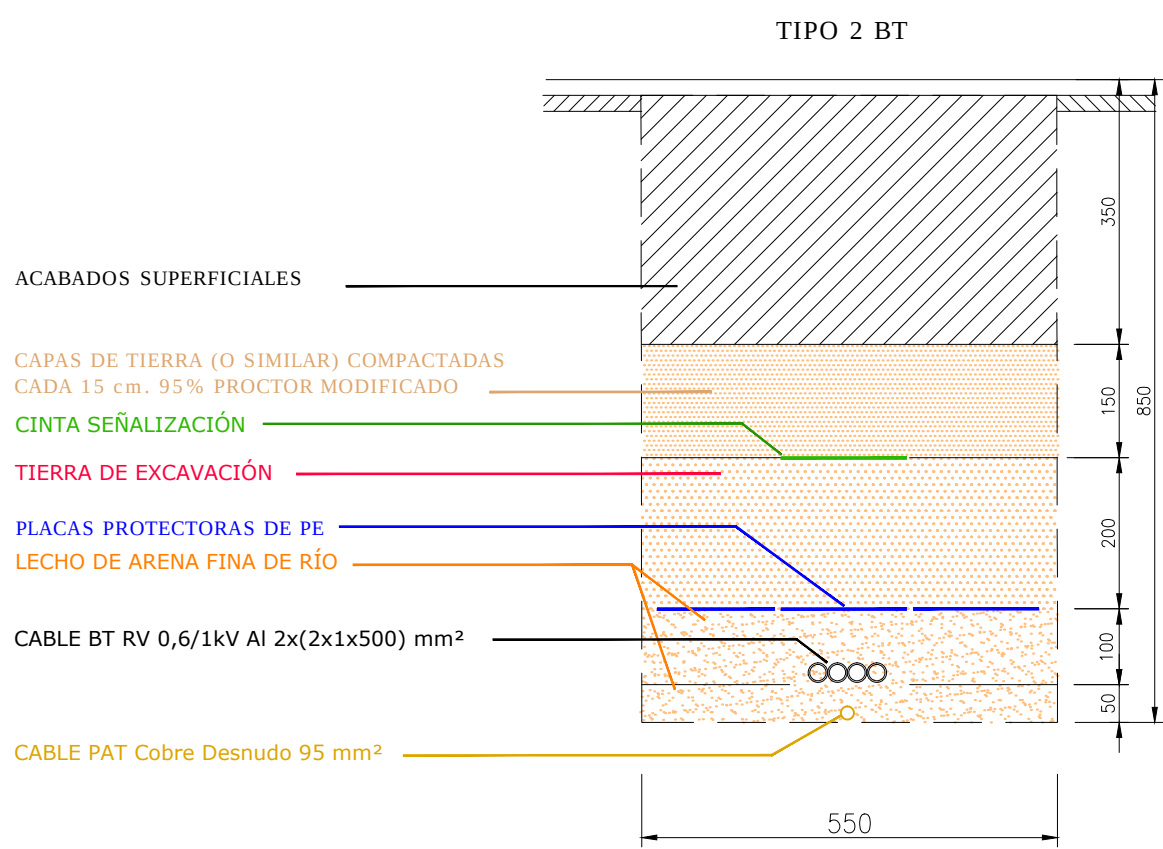
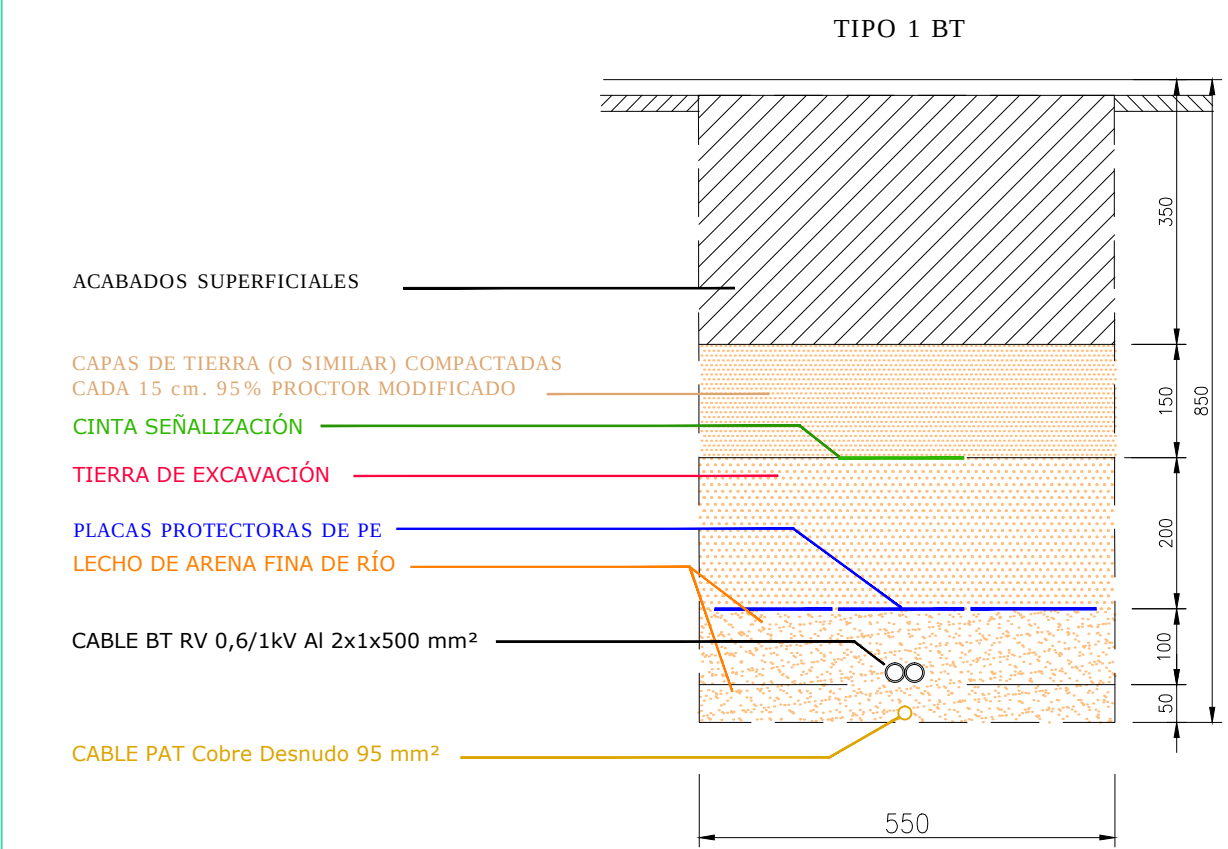


SECCION TIPO

Escala: 1/75

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA				ingenostrum.			
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	MMR	JMJ	JBM							LAYOUT VALLADO				Executing your renewable vision			
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM							SITUACIÓN:				NOMBRE			
												CONTACTO:				FECHA			
																TIPO A3			
																ESCALA			
																VARIAS			
																Nº DE PLANO			
																CV,F401-1A			

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
SECCIONES ZANJAS BT	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:

ingenostrum. Executing your renewable vision		TIPO A3
PROYECTADO	NOMBRE JMJ	FECHA 14/01/2020
DIBUJADO	EGC	14/01/2020
REVISADO	JMJ	23/01/2020
APROBADO	JBM	23/01/2020
Nº DE PLANO CV,F402-0A		ESCALA VARIAS

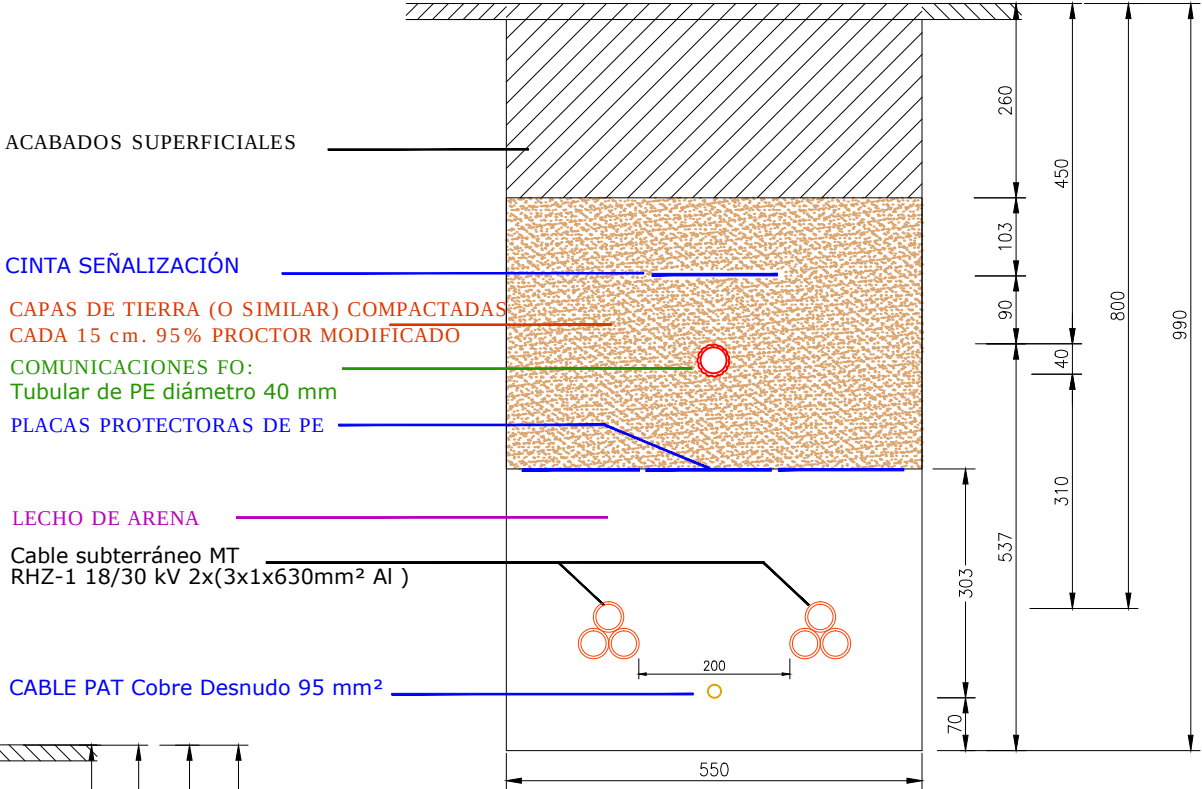
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

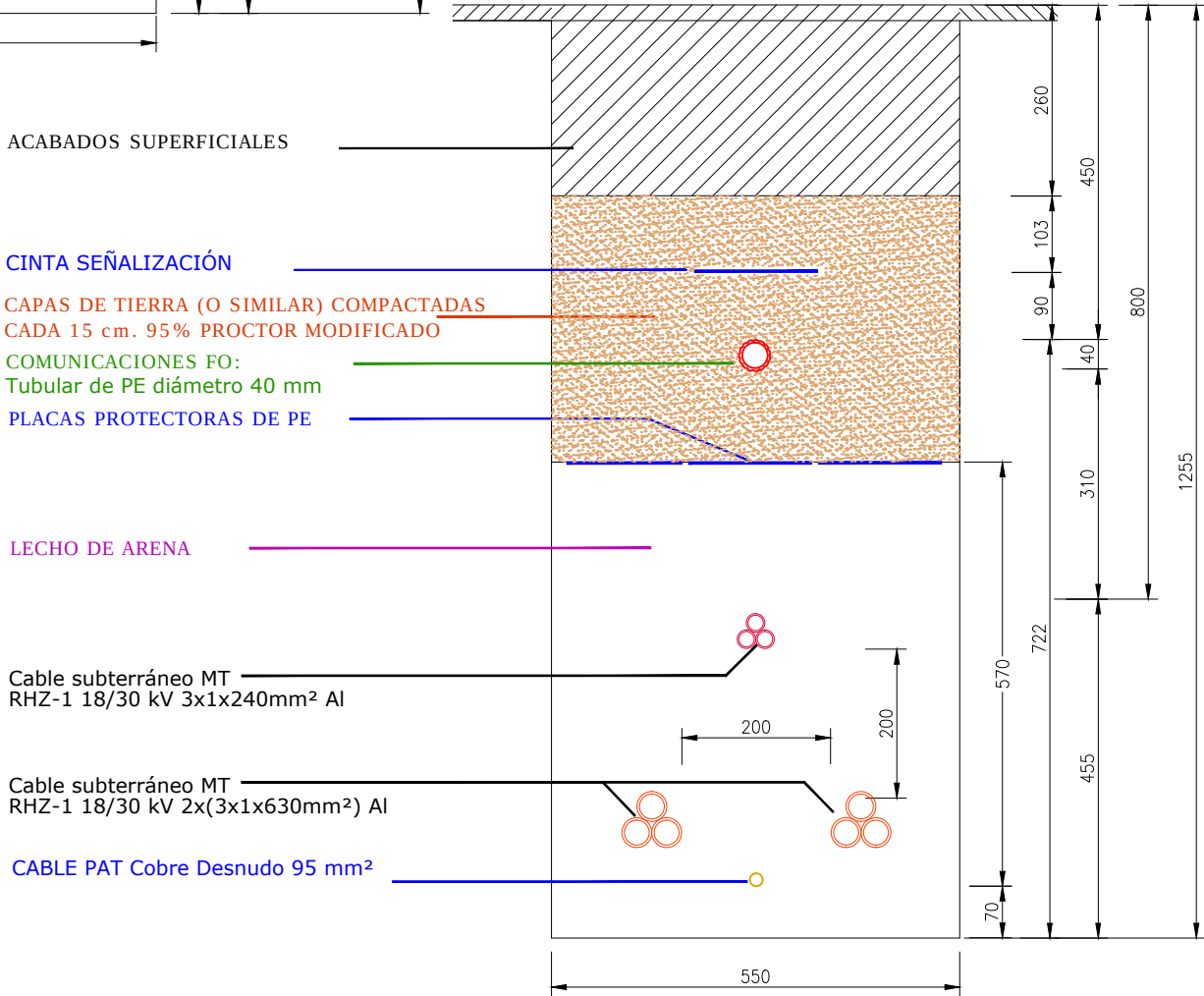
PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
SECCIONES ZANJAS MT	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:

ingenostrum.		Executing your renewable vision	
PROYECTADO	JMJ	FECHA	12/02/2020
DIBUJADO	MMR	FECHA	17/02/2020
REVISADO	JMJ	FECHA	25/02/2020
APROBADO	JBM	FECHA	25/02/2020
Nº DE PLANO		CV.F403-1A 1/3	

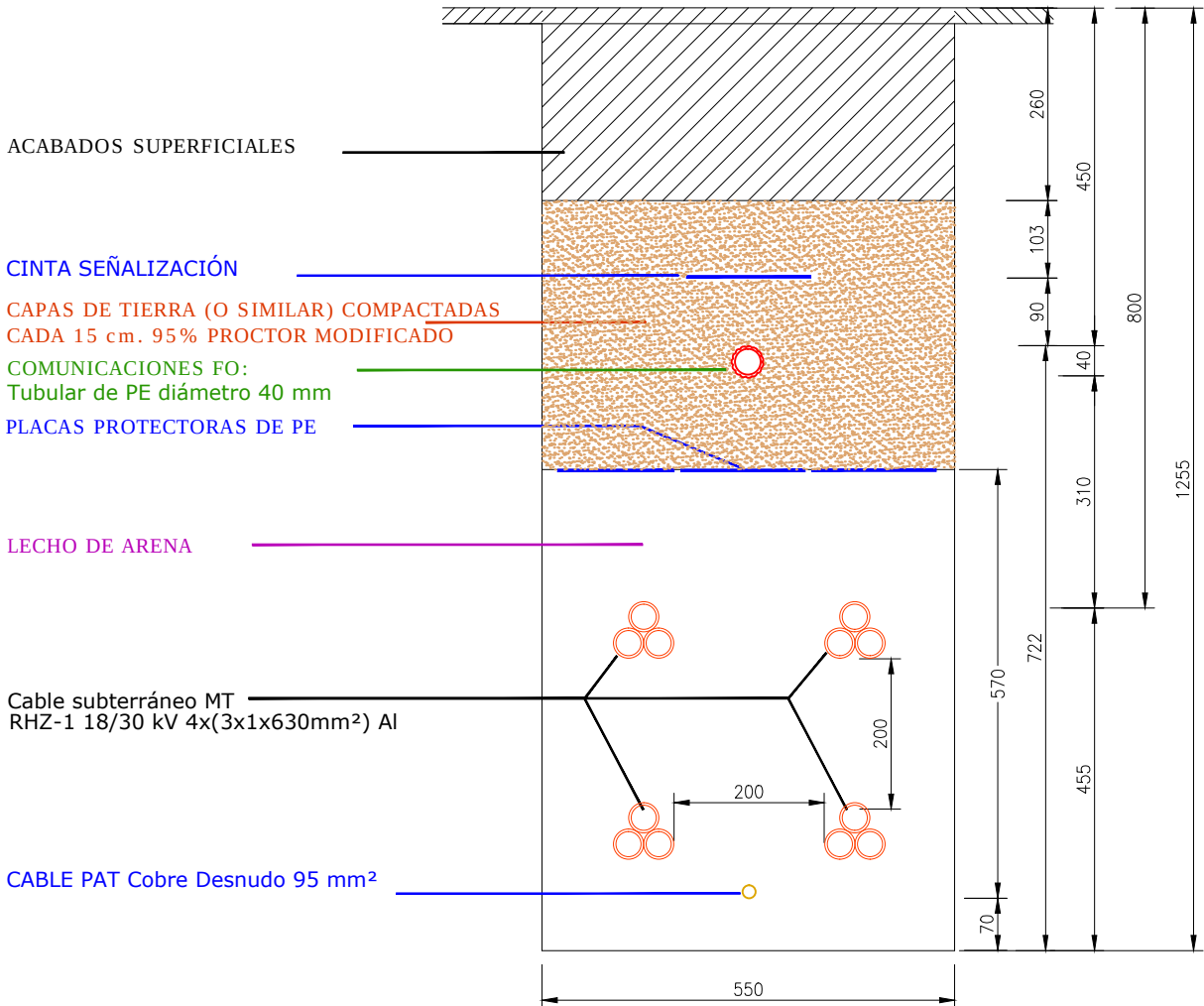
SECCIÓN TIPO 1
MEDIA TENSIÓN Y F.O.
1PE40



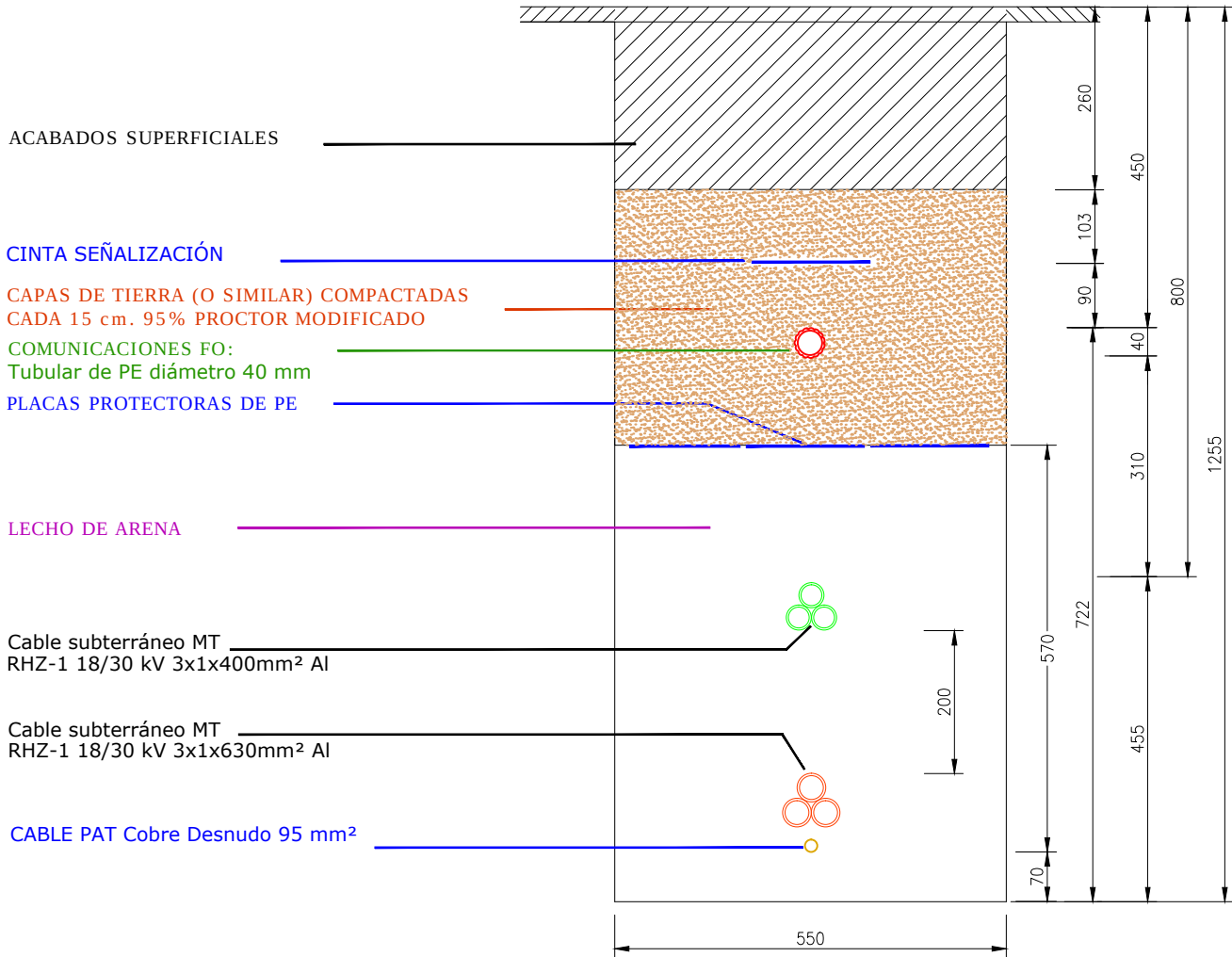
SECCIÓN TIPO 3
MEDIA TENSIÓN Y F.O.
1PE40



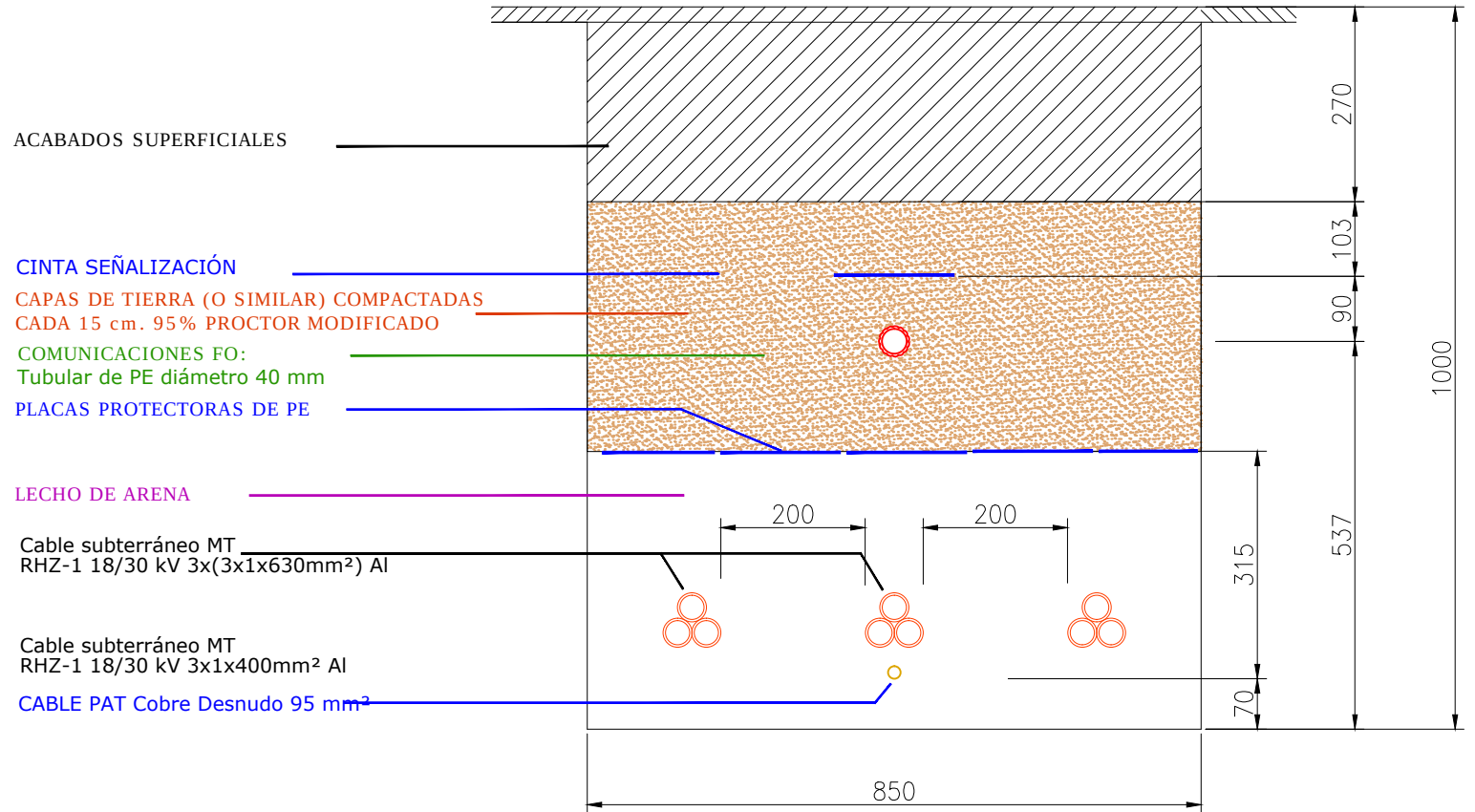
SECCIÓN TIPO 2
MEDIA TENSIÓN Y F.O.
1PE40



SECCIÓN TIPO 4
MEDIA TENSIÓN Y F.O.
1PE40



SECCIÓN TIPO 5
MEDIA TENSIÓN Y F.O.
1PE40



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

SECCIONES ZANJAS MT

SITUACIÓN:

CONTACTO:

ingenostрум.
Executing your **renewable vision**

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JMJ		12/02/2020	
DIBUJADO	MMR	17/02/2020	ESCALA
JMJ		25/02/2020	1 / 10
APROBADO	JBM	25/02/2020	Nº DE PLANO
			CV.F403-1A 2/3

CABLE PAT Cobre Desnudo 95 mm²

[illegible]



ingenostrum.

Executing your **renewable** vision

	NOMBRE	FECHA
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020
DIBUJADO	MMR	17/02/2020
REVISADO	JMJ	25/02/2020
APROBADO	JBM	25/02/2020

TIPO A3

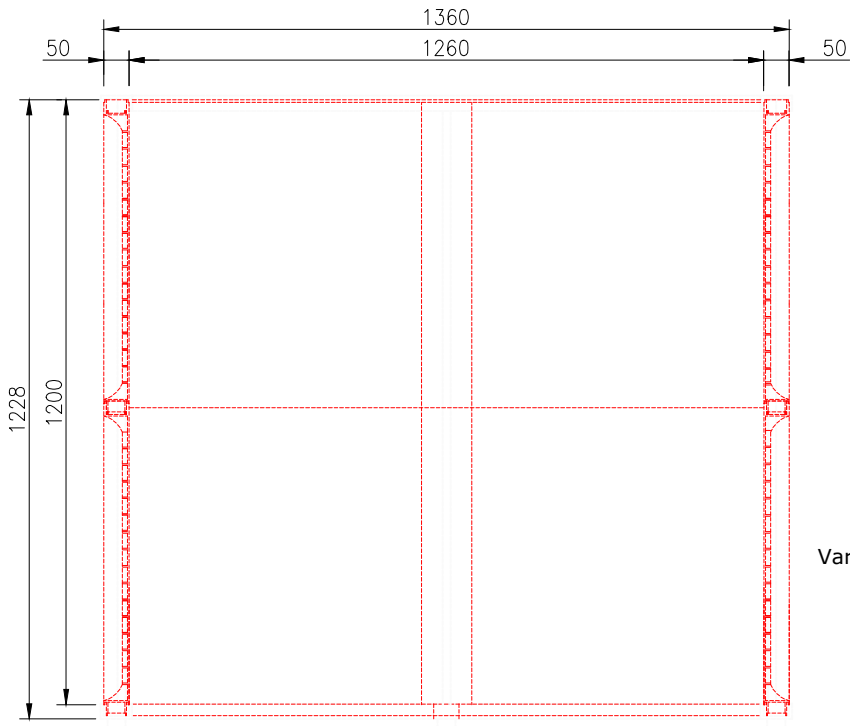
ESCALA
1/10

Nº DE PLANO
CV,F403-1A 3/3

DETALLE ARQUETA TIPO A

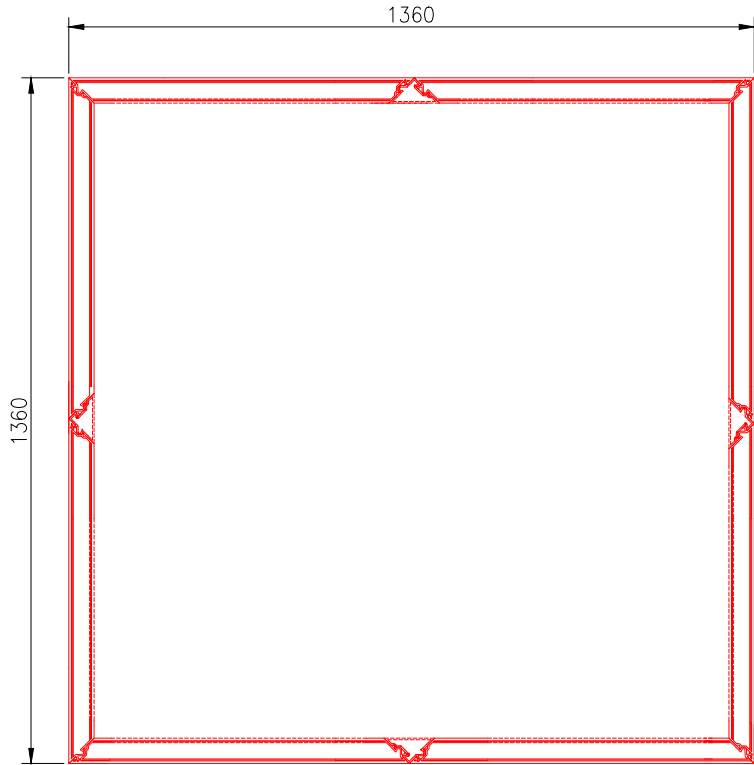
(CIRCUITOS DE MT)

ESCALA 1:15



Varilla roscada Ø 16mm.

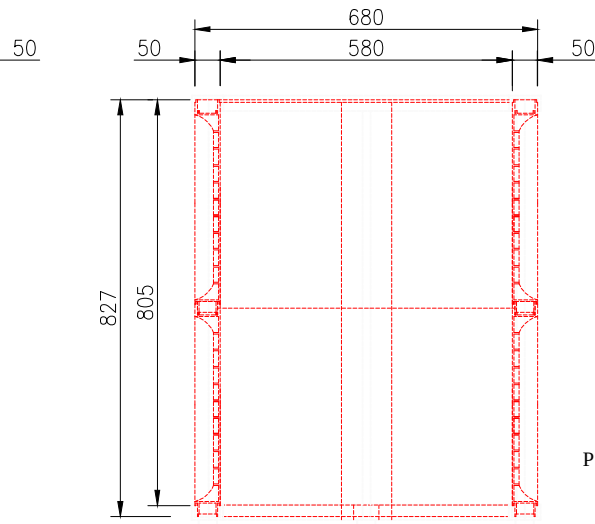
ARQUETA DESMONTABLE MODULAR
1360x1360x1200
POLIPROPILENO REFORZADO



DETALLE ARQUETA TIPO B

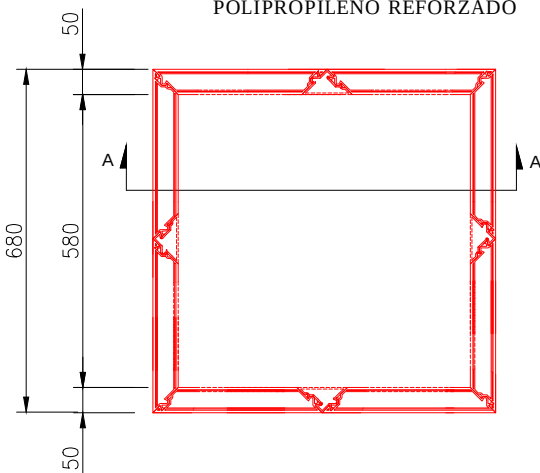
(CIRCUITOS DE CC Y SSAA)

ESCALA 1:15



Varilla roscada Ø 16mm.

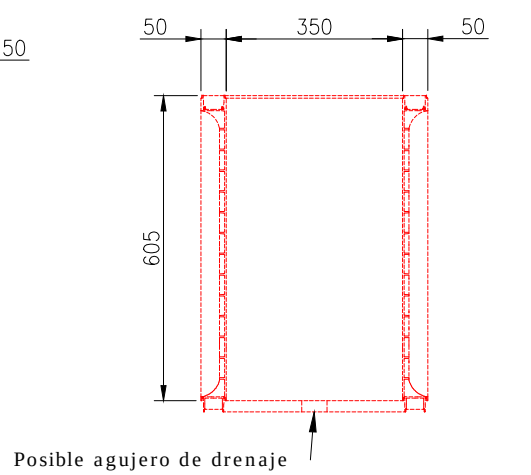
ARQUETA DESMONTABLE MODULAR
680x680x800
POLIPROPILENO REFORZADO



DETALLE ARQUETA TIPO C

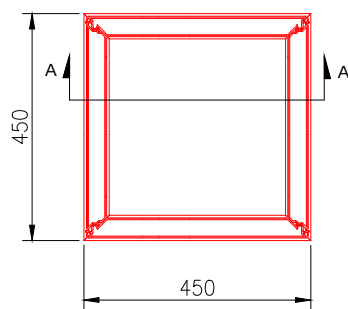
(CIRCUITOS DE COMUNICACIONES Y FO)

ESCALA 1:15



Posible agujero de drenaje

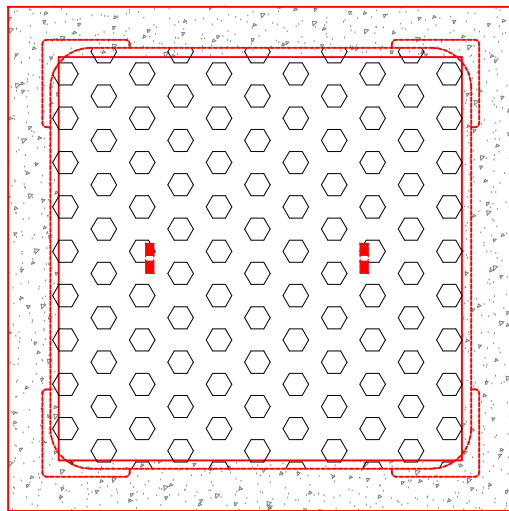
ARQUETA DESMONTABLE MODULAR
450x450x600
POLIPROPILENO REFORZADO



DETALLE TIPO ARQUETA

(TIPO A, TIPO B, TIPO C)

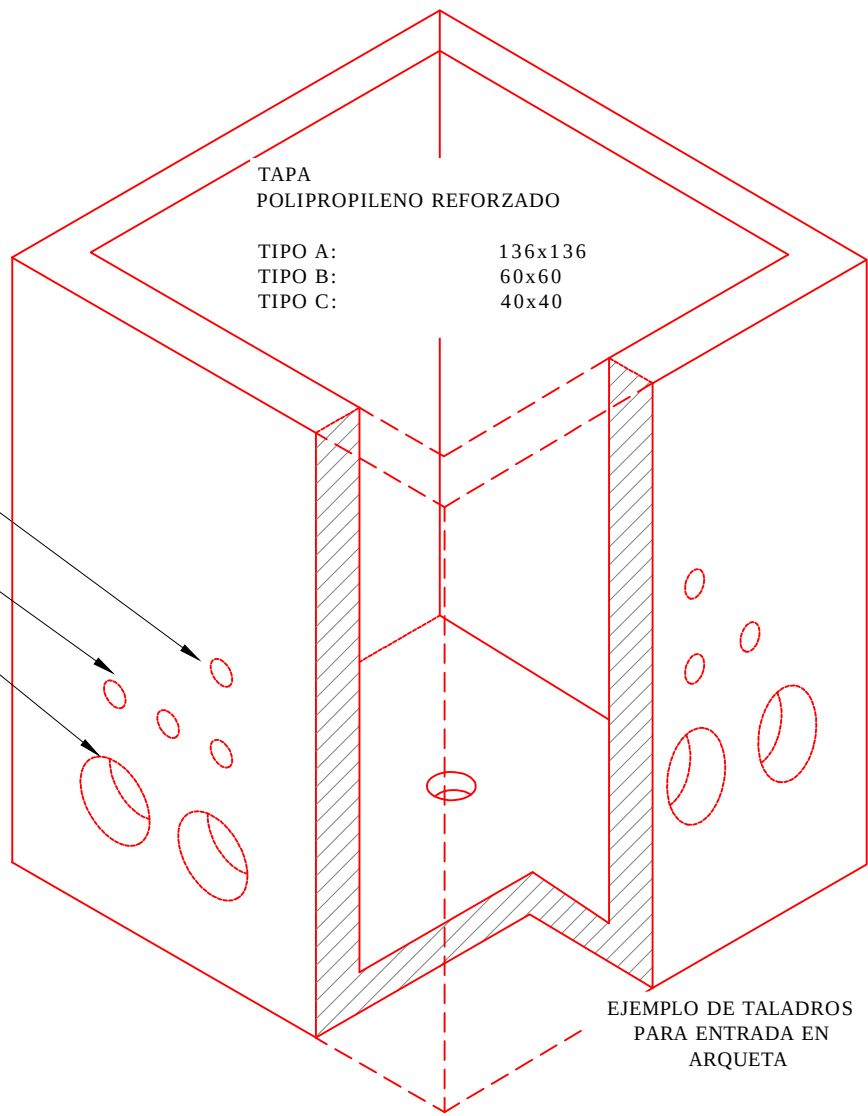
S/E



Orificio Ø 50 mm.

Orificio Ø 50 mm.

Orificio Ø 110 mm.



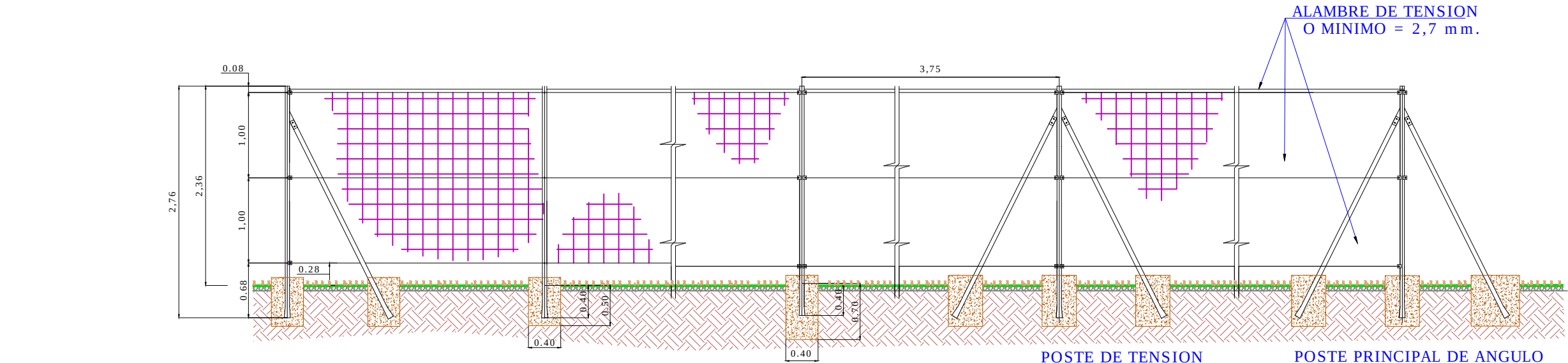
EJEMPLO DE TALADROS
PARA ENTRADA EN
ARQUETA

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA
DETALLE ARQUETAS
SITUACIÓN:
CONTACTO:

ingenostрум.		
Executing your renewable vision		
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA
JMJ	JMJ	11/09/2019
DIBUJADO	MMR	11/09/2019
REVISADO	JMJ	23/01/2020
APROBADO	JBM	23/01/2020
TIPO A3		ESCALA 1:15
Nº DE PLANO		CV.F404-0A



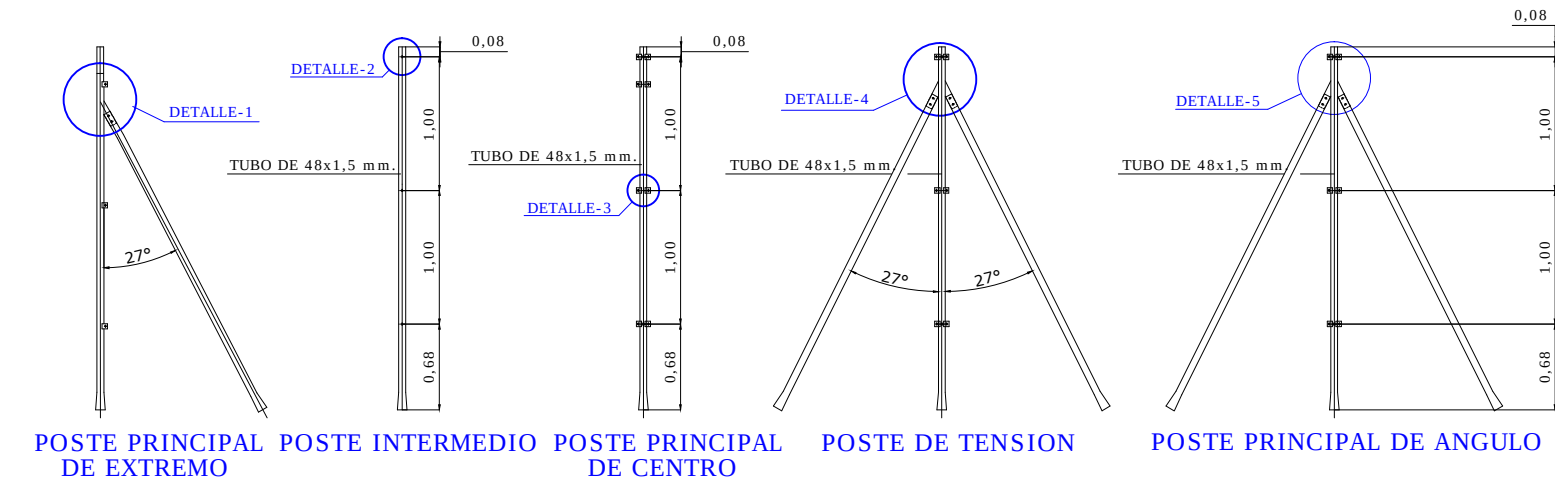
POSTE PRINCIPAL EXTREMO
CIMENTACIONES 400x400x500

POSTE INTERMEDIO
CIMENTACIONES 400x400x500

POSTE PRINCIPAL DE CENTRO
CIMENTACIONES 400x400x700 SUSTITUYE AL POSTE PRINCIPAL TENSOR
EN CAMBIOS DE ALINEACION VERTICAL Y EN CAMBIOS DE ALINEACION HORIZONTAL

POSTE DE TENSION
CIMENTACIONES 400x400x700
NOTA: EL HORMIGON EN MACIZOS
SERA H-200

POSTE PRINCIPAL DE ANGULO
CIMENTACIONES 400x400x500
CON ANGULO MAYOR DE 145



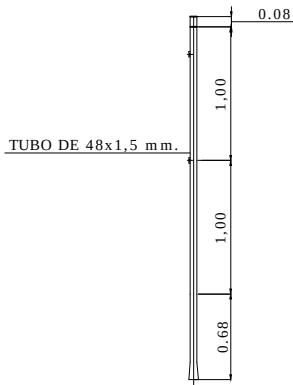
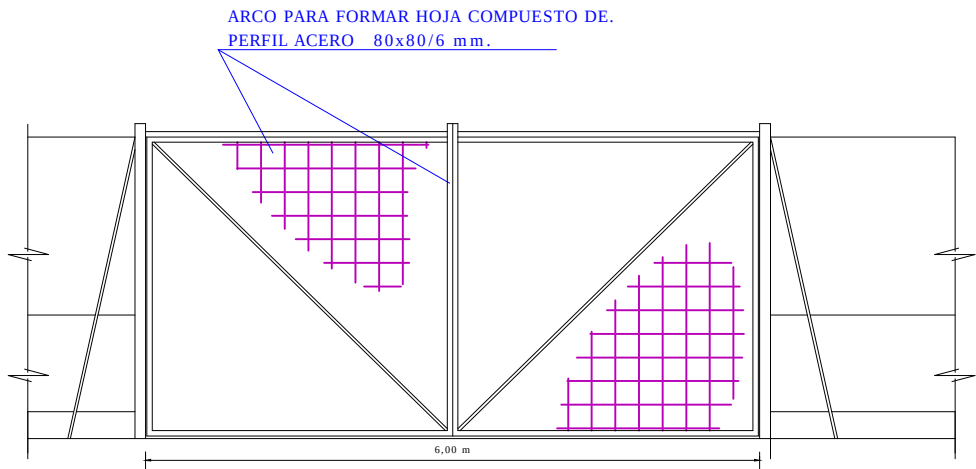
POSTE PRINCIPAL DE EXTREMO

POSTE INTERMEDIO

POSTE PRINCIPAL DE CENTRO

POSTE DE TENSION

POSTE PRINCIPAL DE ANGULO



PERFIL DEL VALLADO TODO EL PERÍMETRO

DETALLE-1
ESCALA 1:2,5

DETALLE-3
ESCALA 1:2,5

DETALLE-4
ESCALA 1:2,5

DETALLE-5
ESCALA 1:2,5

DETALLE-2
ESCALA 1:2,5

Características
Vallado Cinagético.
Malla metálica de alambre galvanizado dimensiones de 200x14x30 cm.

Cimentaciones
Poste intermedio: 400x400x500
Poste principal extremo: 400x400x500
Poste de tensión: 400x400x700
el hormigón en macizos será H-200
Poste principal de ángulo cimentaciones: 400x400x500

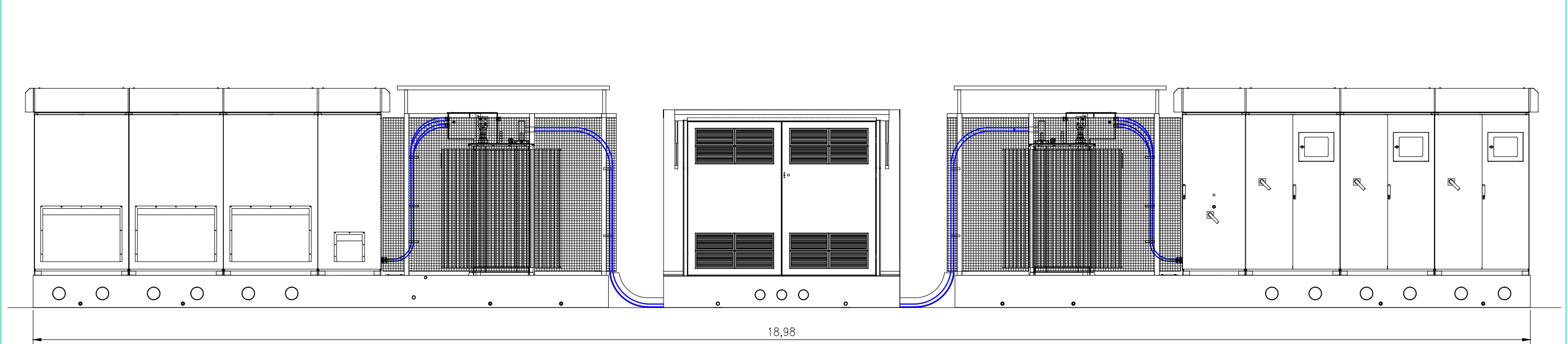
NORMATIVA
RD 314/2006 Código Técnico de la Edificación
Documentos Básicos CTE aplicables: Estructuras de acero, Hormigones, etc.
Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural EHE.

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	SSC	JMJ	JBM

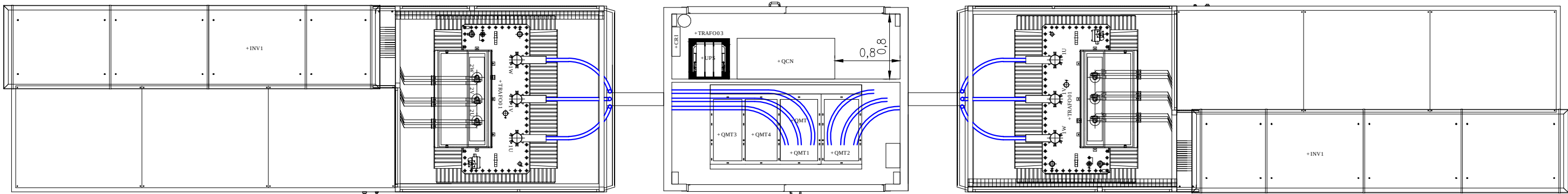
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA
DETALLE VALLA PERIMETRAL
SITUACIÓN:
CONTACTO:

ingenostрум. Executing your renewable vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	JMJ	11/09/2019	ESCALA
REVISADO	SSC	15/01/2020	1:60
APROBADO	JMJ	23/01/2020	Nº DE PLANO
	JBM	23/01/2020	CV.F405-0A



ALZADO
Escala: 1/50



PLANTA
Escala: 1/50

DATOS CEDIDOS POR EL FABRICANTE

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

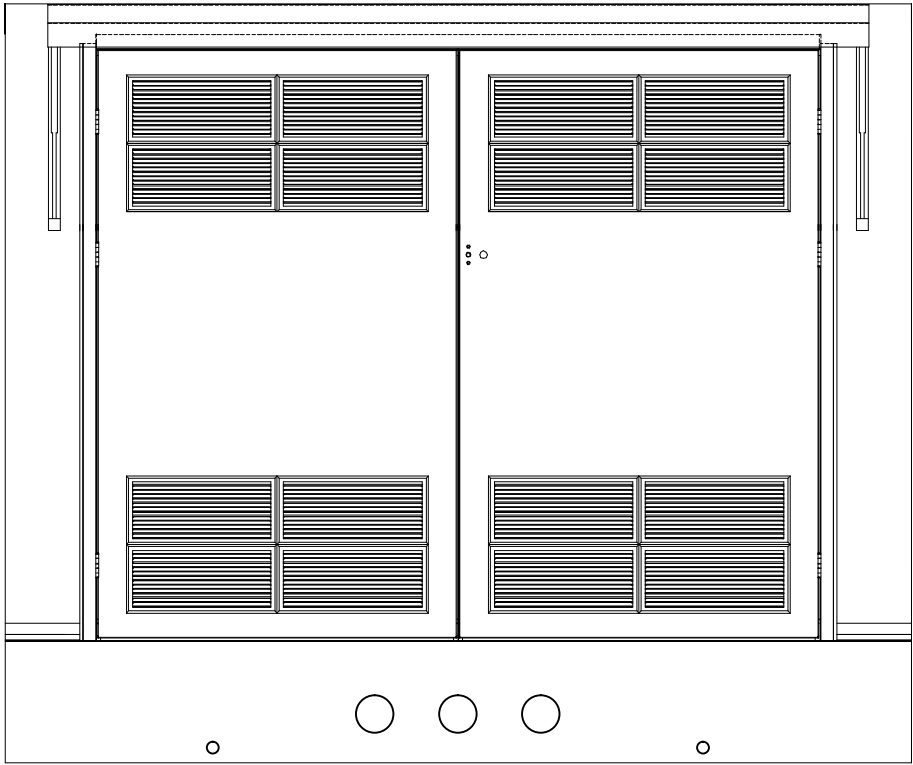
CT - SANTERNO

SITUACIÓN:

CONTACTO:

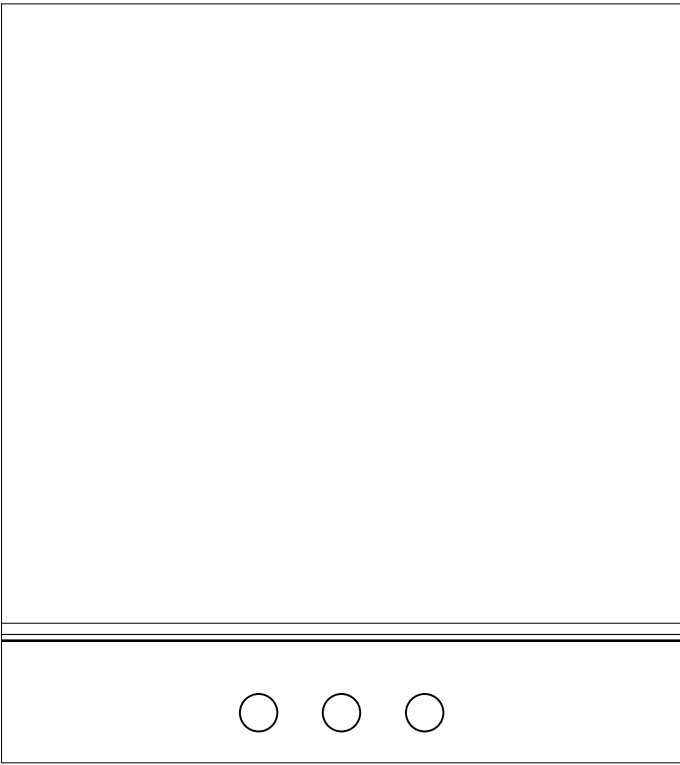
ingenostrum.
Executing your **renewable** vision

NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO JMJ	11/09/2019	ESCALA 1/50
DIBUJADO MMR	11/09/2019	
REVISADO JMJ	23/01/2020	Nº DE PLANO CV.F407-0A 1/3
APROBADO JBM	23/01/2020	



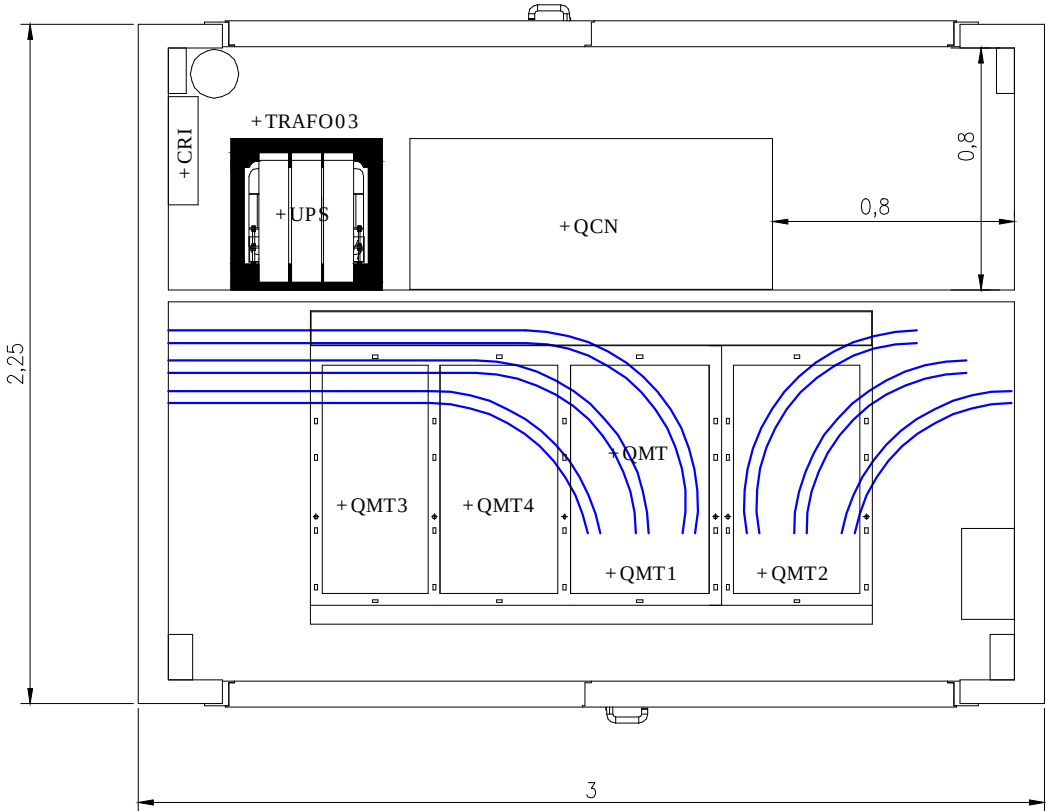
ALZADO

Escala: 1/25



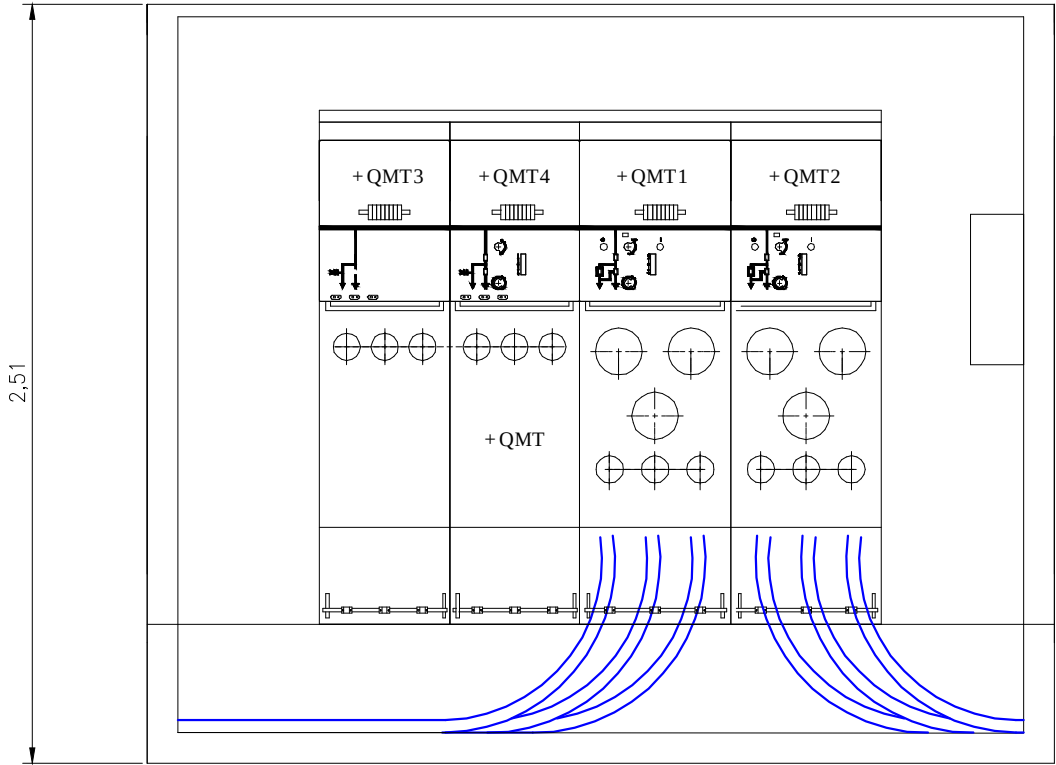
PERFIL

Escala: 1/25



PLANTA

Escala: 1/25



SECCIÓN

Escala: 1/25

DATOS CEDIDOS POR EL FABRICANTE

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

CT - SANTERNO

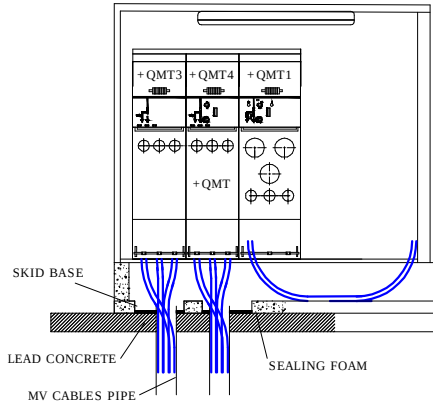
SITUACIÓN:

CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your renewable vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	MMR	11/09/2019	ESCALA
REVISADO	JMJ	23/01/2020	1/50
APROBADO	JBM	23/01/2020	Nº DE PLANO
			CV.F407-0A 2/3

MV CABLE ENTRY OPENINGS FROM BELOW



Openings for MV cable entry, plastic pipes for MV cables will come out from the foundation.
The pipes will be prepared on site before skid arrival.
While hoisting the skid, a layer of sealing foam shall be sprayed all around the pipes area before laying the skid on foundation.
A second layer of sealing foam shall be sprayed from the inside removing the floor around the MV switchgear.

CABIN WALLS ANCHORING TO THE CONCRETE BASEMENT

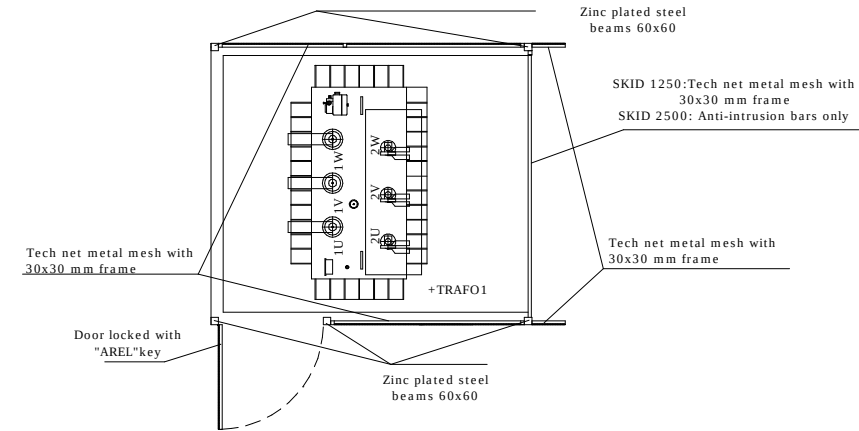
Suggested anchoring by zinc plated steel anchors for masonry (i.e. FISCHER FH-II 10S)
Maximum distance between anchors is 250 mm

OIL CONTAINMENT TANK

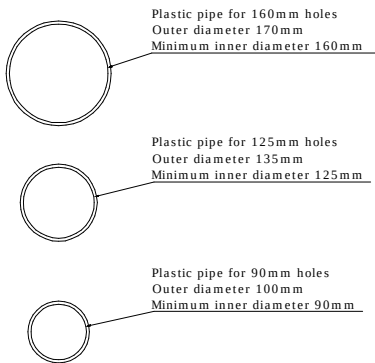
All surfaces, floor, walls, etc. coated with oil and water leakage proof treatment
A certificate shall be provided by the manufacturer for this treatment

Oil containment tank surface[m²]=8.638 m²
Oil containment tank height[m]=0.28 m
Oil containment tank volume[m³]=8.638x0.28=2.418 m³

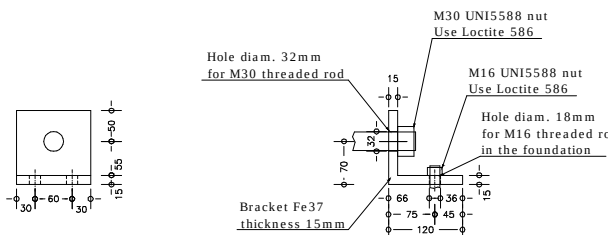
TRANSFORMER PROTECTIVE FRAME



PLASTIC PIPES FOR HOLES



ANCHORING BRACKETS DEATAILS -
Quantity= 4 (OPTION)



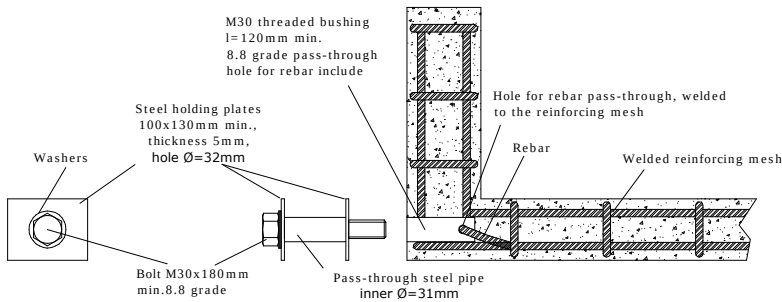
FRONT VIEW

SIDE VIEW

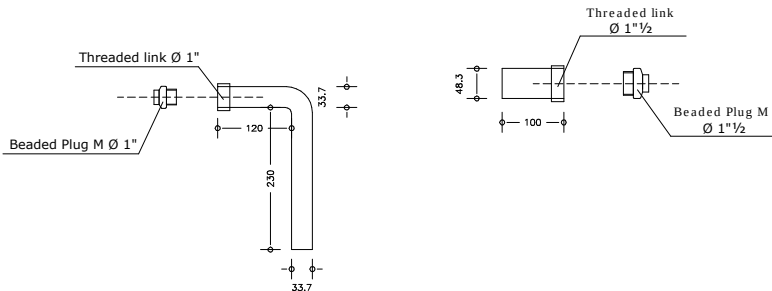
REQUIREMENTS FOR ANCHORING:
-Hole in the foundation depth 150mm diam. 18mm
-Fill the hole with resin type bilti hit-re 500
-Insert M16 threaded rod
-Tighten with suitable M16 nut

Dimensions in "m m"

M30 THREADED BUSHINGS AND LIFTING BOLTS FOR HOISTING

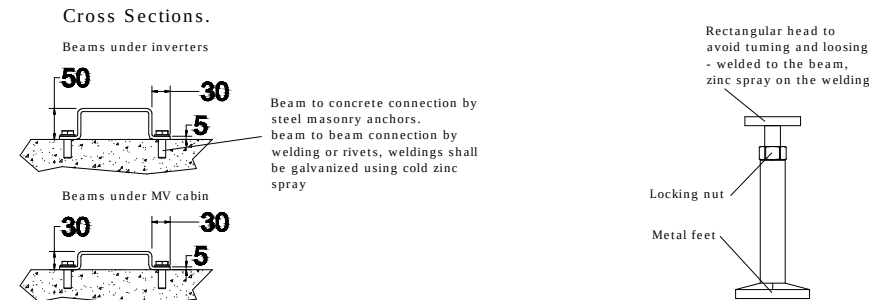


SIPHON AND WATER/OIL OUTLET DETAILS

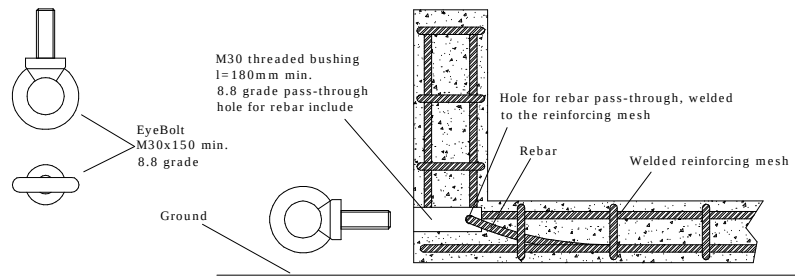


BEAMS AND ADJUSTABLE COLUMN SUPPORTS

Beams made of hot did galvanized steel.



M30 THREADED BUSHINGS AND EYEBOLTS FOR PULLING THE SKID OUT OT THE CONTAINER



DETALLES

Escala: S/E

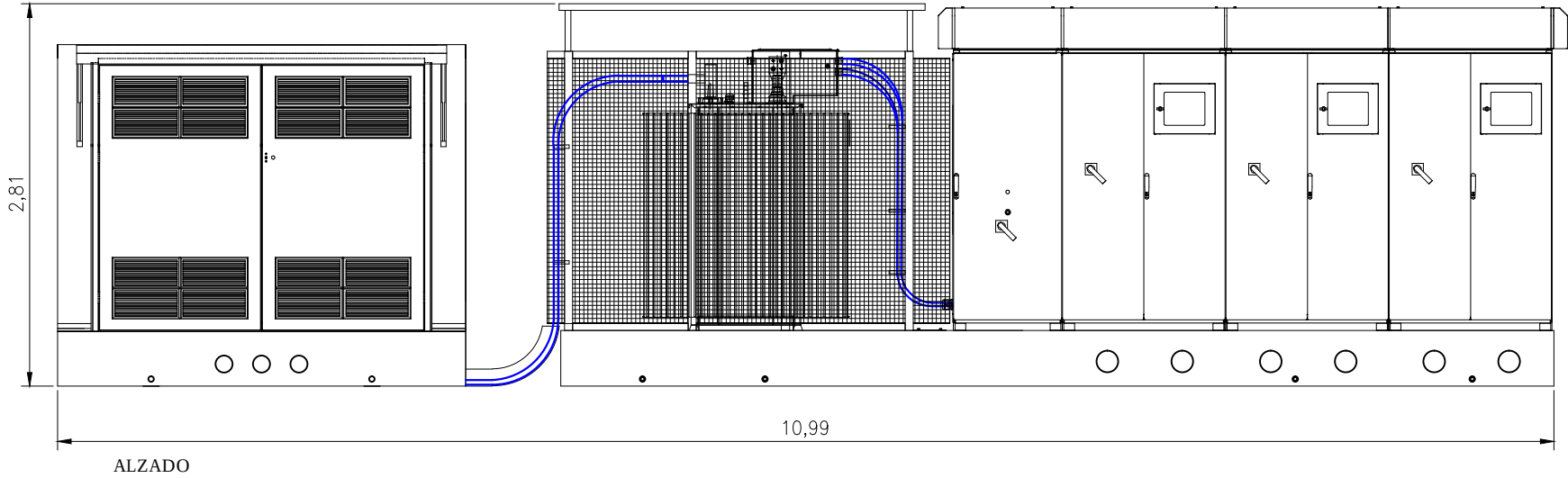
DATOS CEDIDOS POR EL FABRICANTE

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO

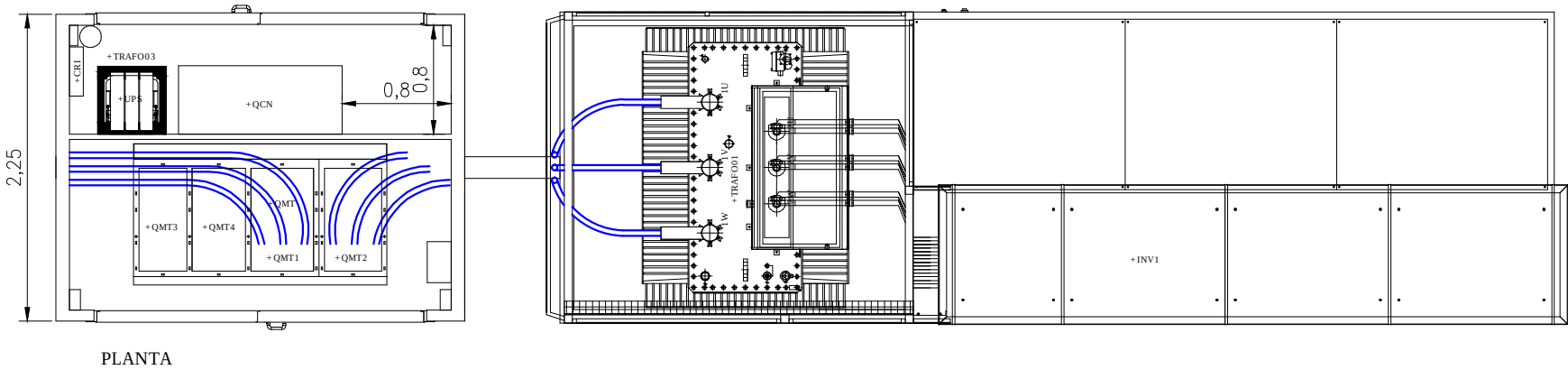
PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA
CT - SANTERNO
SITUACIÓN:
CONTACTO:

ingenostрум. Executing your renewable vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUADO	MMR	11/09/2019	ESCALA
REVISADO	JMJ	11/09/2019	1/50
APROBADO	JBM	23/01/2020	Nº DE PLANO
		23/01/2020	CV-F407-0A 3/3



ALZADO

Escala: 1/50



PLANTA

Escala: 1/50

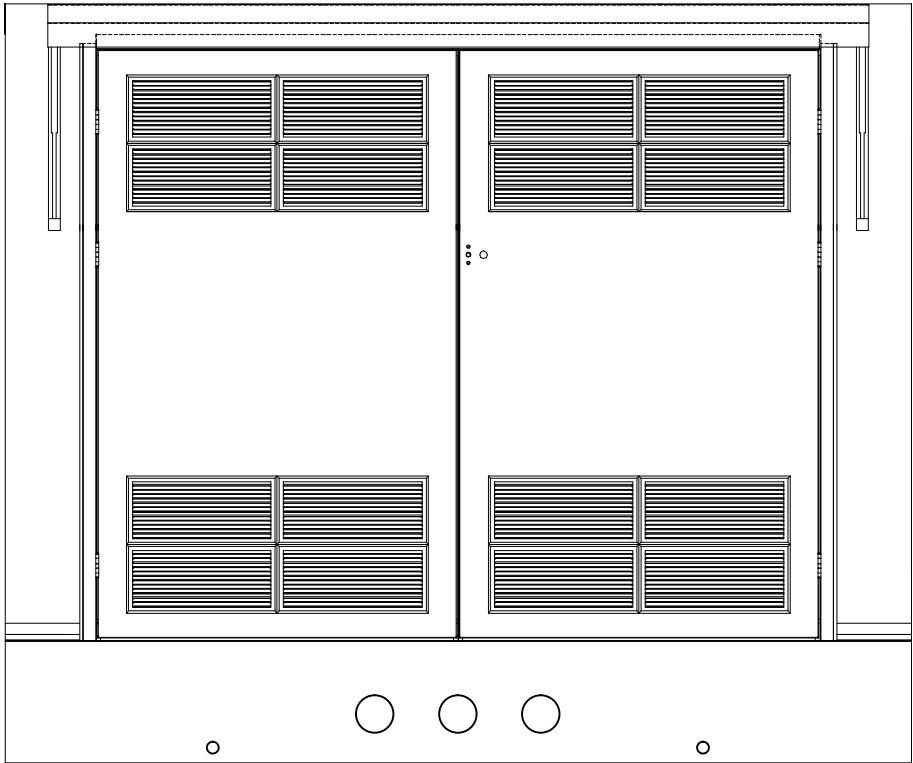
DATOS CEDIDOS POR EL FABRICANTE

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

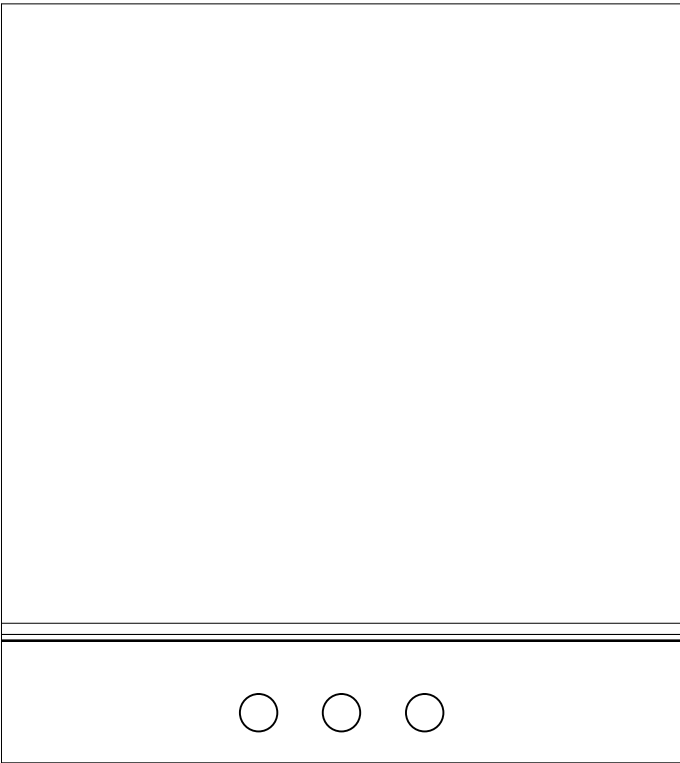
PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA
CT - SANTERNO
SITUACIÓN:
CONTACTO:

ingenostrum. Executing your renewable vision			TIPO A3
PROYECTADO	NOMBRE JMJ	FECHA 08/08/2019	ESCALA 1 / 50
DIBUJADO	MMR	08/08/2019	
REVISADO	JMJ	23/01/2020	
APROBADO	JBM	23/01/2020	Nº DE PLANO CV,F408-0A 1/3



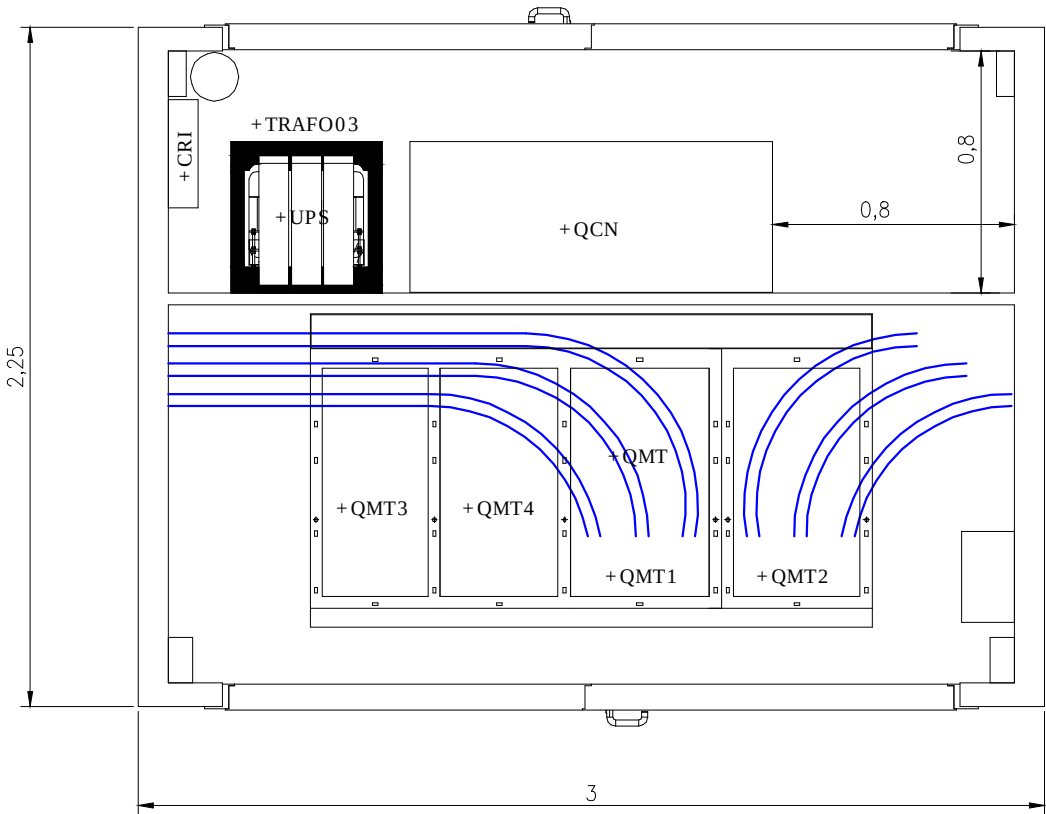
ALZADO

Escala: 1/25



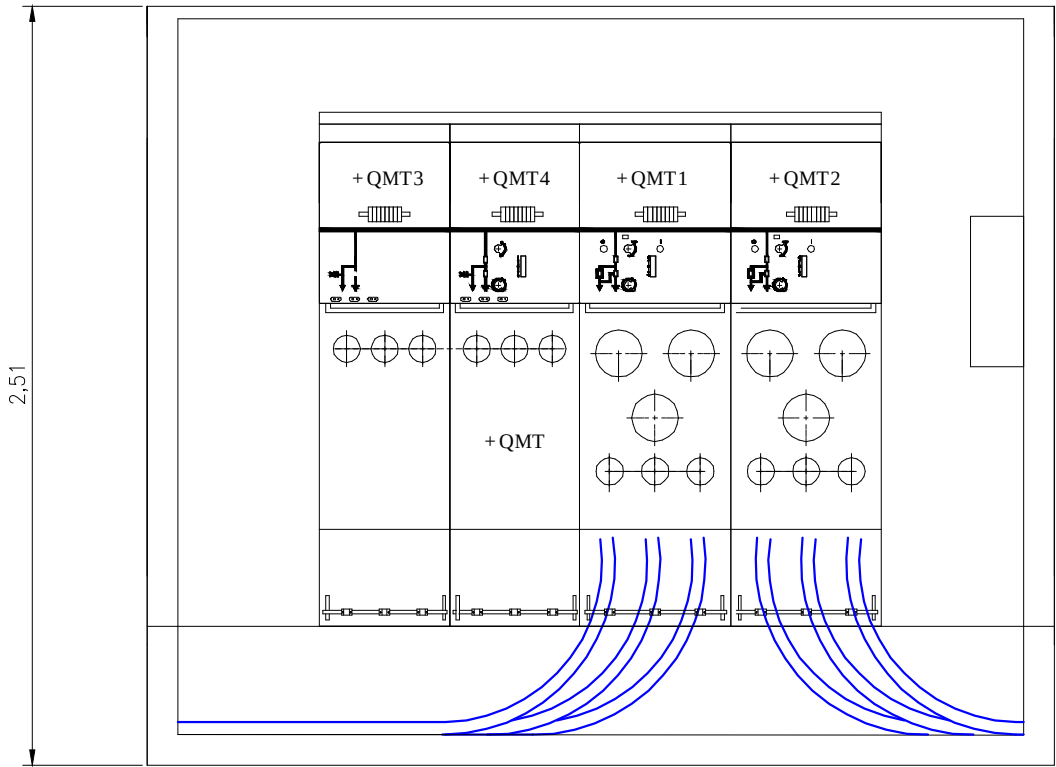
PERFIL

Escala: 1/25



PLANTA

Escala: 1/25



SECCIÓN

Escala: 1/25

DATOS CEDIDOS POR EL FABRICANTE

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	MMR	JMJ	JBM

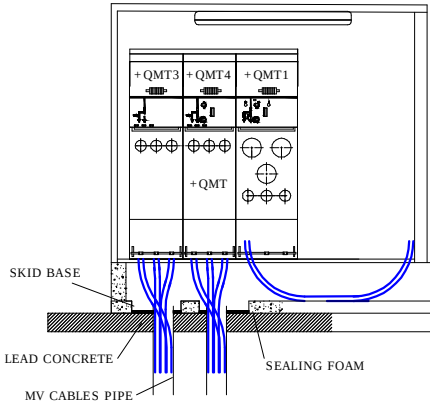
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
CT - SANTERNO	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your renewable vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	MMR	08/08/2019	ESCALA
REVISADO	JMJ	23/01/2020	1/50
APROBADO	JBM	23/01/2020	Nº DE PLANO
CV,F408-0A			2/3

MV CABLE ENTRY OPENINGS FROM BELOW



Openings for MV cable entry, plastic pipes for MV cables will come out from the foundation.
The pipes will be prepared on site before skid arrival.
While hoisting the skid, a layer of sealing foam shall be sprayed all around the pipes area before laying the skid on foundation.
A second layer of sealing foam shall be sprayed from the inside removing the floor around the MV switchgear.

CABIN WALLS ANCHORING TO THE CONCRETE BASEMENT

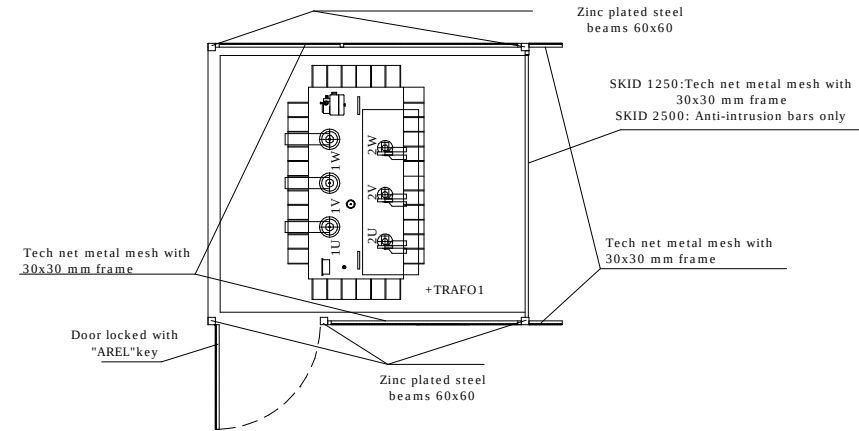
Suggested anchoring by zinc plated steel anchors for masonry (i.e. FISCHER FH-II 10S)
Maximum distance between anchors is 250 mm

OIL CONTAINMENT TANK

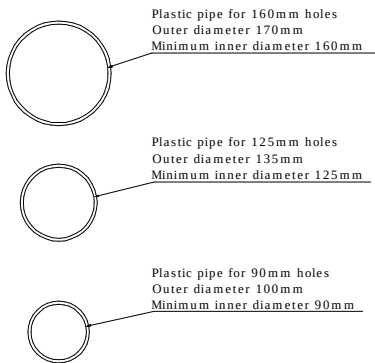
All surfaces, floor, walls, etc. coated with oil and water leakage proof treatment
A certificate shall be provided by the manufacturer for this treatment

Oil containment tank surface[m²]=8.638 m²
Oil containment tank height[m]=0.28 m
Oil containment tank volume[m³]=8.638x0.28=2.418 m³

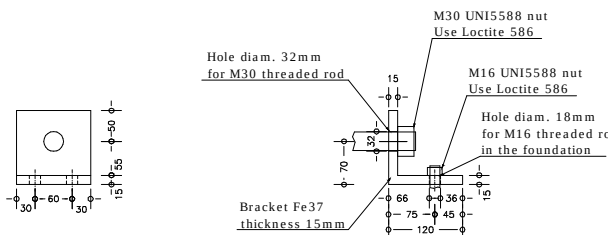
TRANSFORMER PROTECTIVE FRAME



PLASTIC PIPES FOR HOLES



ANCHORING BRACKETS DEATAILS -
Quantity=4 (OPTION)



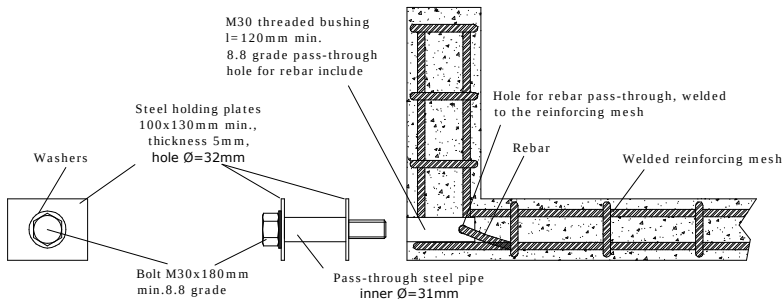
FRONT VIEW

SIDE VIEW

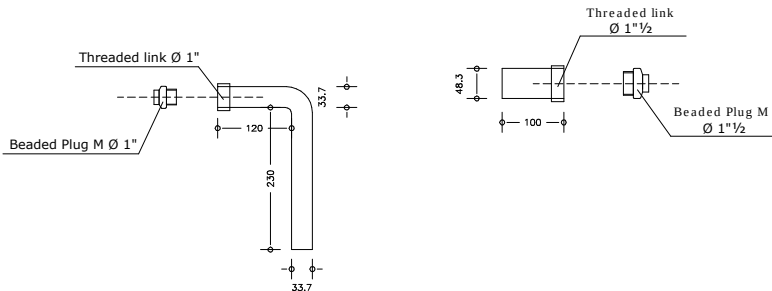
REQUIREMENTS FOR ANCHORING:
-Hole in the foundation depth 150mm diam. 18mm
-Fill the hole with resin type bilti hit-re 500
-Insert M16 threaded rod
-Tighten with suitable M16 nut

Dimensions in "m m"

M30 THREADED BUSHINGS AND LIFTING BOLTS FOR HOISTING

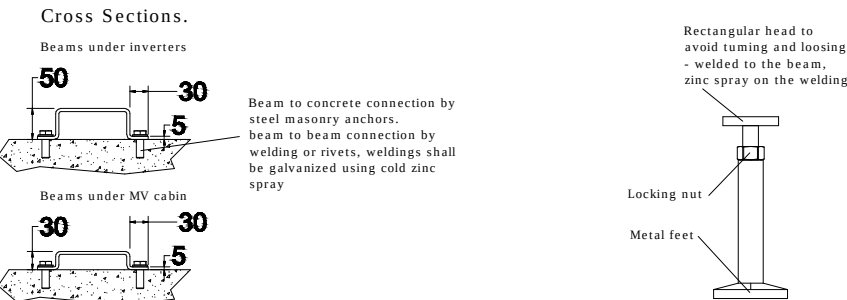


SIPHON AND WATER/OIL OUTLET DETAILS

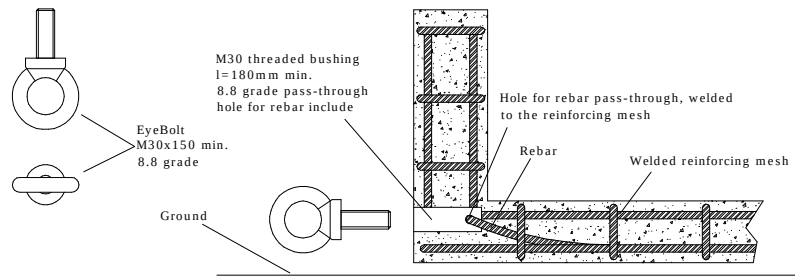


BEAMS AND ADJUSTABLE COLUMN SUPPORTS

Beams made of hot did galvanized steel.



M30 THREADED BUSHINGS AND EYEBOLTS FOR PULLING THE SKID OUT OT THE CONTAINER



DETALLES

Escala: S/E

DATOS CEDIDOS POR EL FABRICANTE

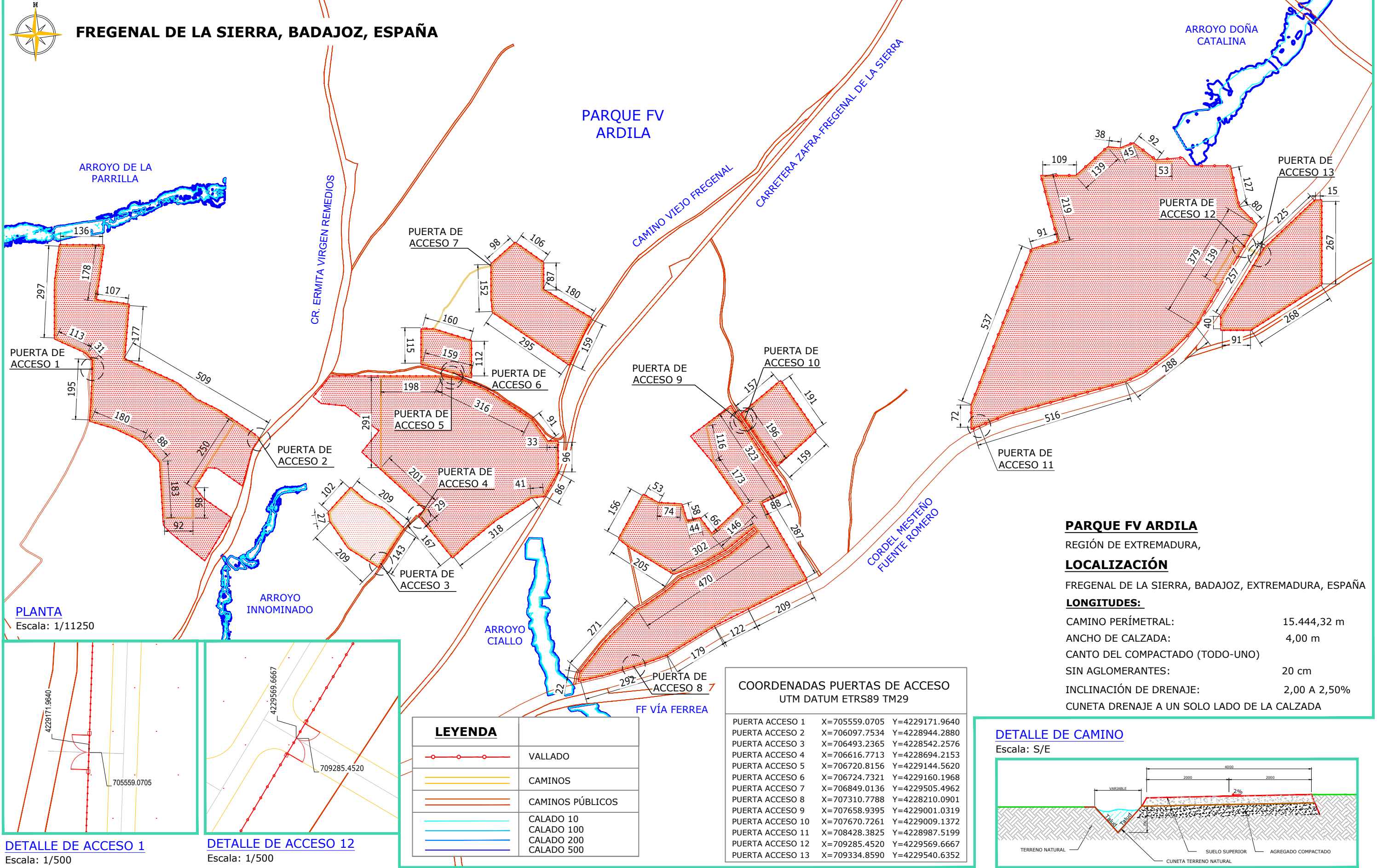
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA
CT - SANTERNO
SITUACIÓN:
CONTACTO:

ingenostrum. Executing your renewable vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JMJ	JMJ	08/08/2019	ESCALA
DIBUADO	MMR	08/08/2019	1/50
REVISADO	JMJ	23/01/2020	Nº DE PLANO
APROBADO	JBM	23/01/2020	CV,F408-0A 3/3

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1.º, 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.CV.F409-1A



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	MMR	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

LAYOUT CAMINOS

SITUACIÓN:

CONTACTO:

ingenostrum.			TIPO A3
Executing your renewable vision			
NOMBRE	FECHA	ESCALA VARIAS	Nº DE PLANO CV.F409-1A
PROYECTADO	JMJ		
DIBUJADO	MMR		
REVISADO	JMJ		
APROBADO	JBM	25/02/2020	

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª, C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.

ARCHIVO: SP.0045.2.D.CV.410-0A

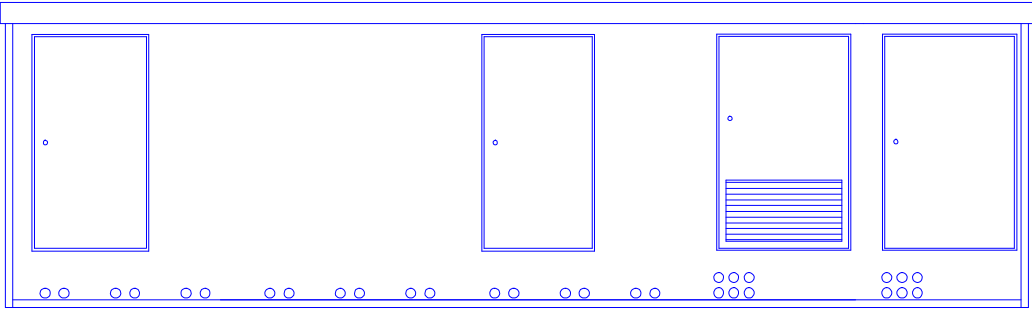
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

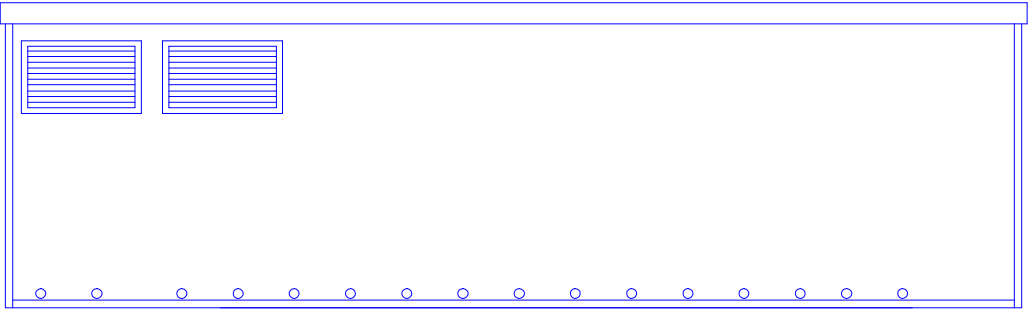
PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA
CENTRO DE SECCIONAMIENTO
SITUACIÓN:
CONTACTO:

ingenostrum.		TIPO A3
Executing your renewable vision		ESCALA S/E
NOMBRE	FECHA	Nº DE PLANO
PROYECTADO	JMJ	15/01/2020
DIBUJADO	EGC	23/01/2020
REVISADO	JMJ	23/01/2020
APROBADO	JBM	23/01/2020
CV.410-0A		

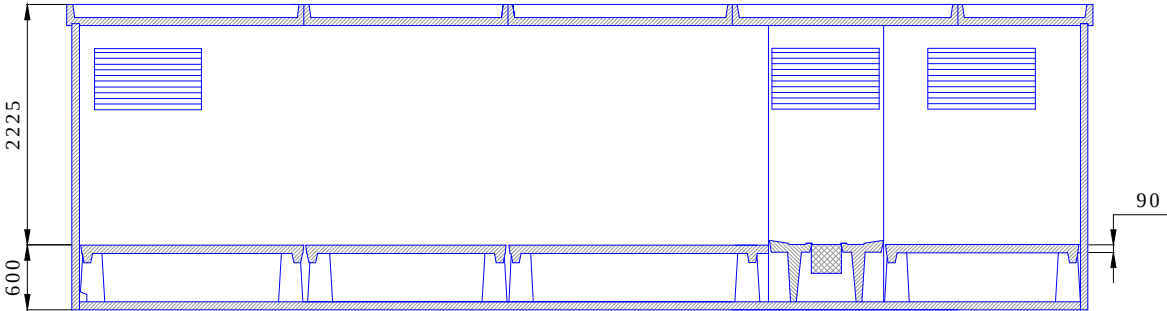
ALZADO EXTERIOR DELANTERO



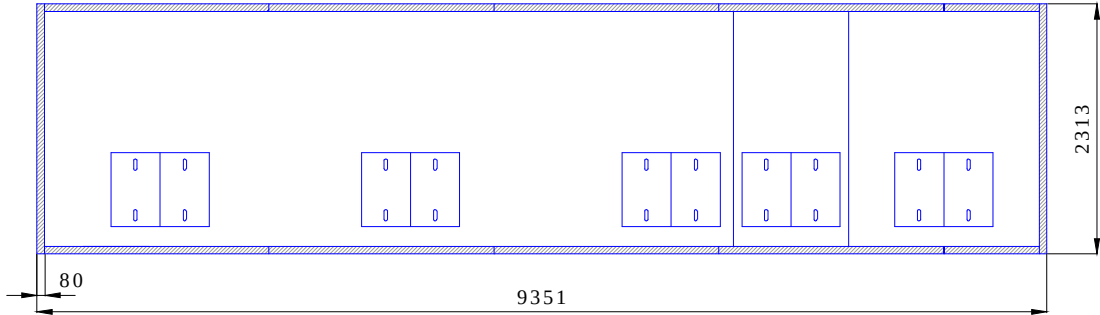
ALZADO EXTERIOR TRASERO



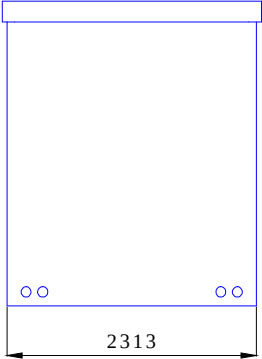
ALZADO INTERIOR



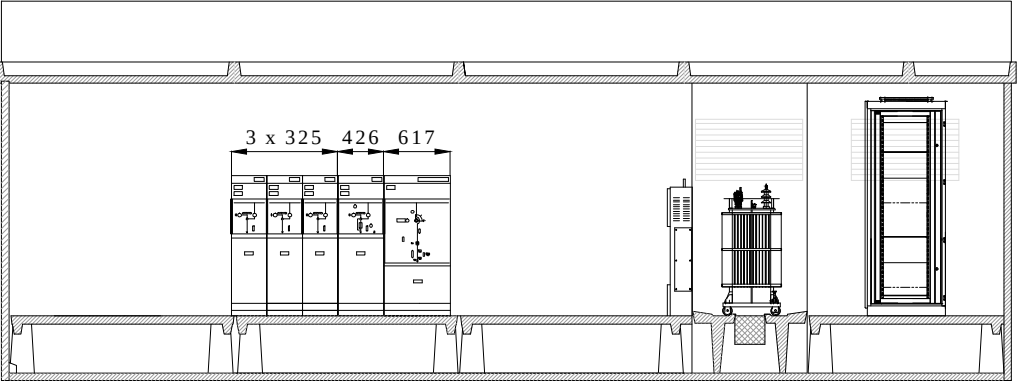
PLANTA



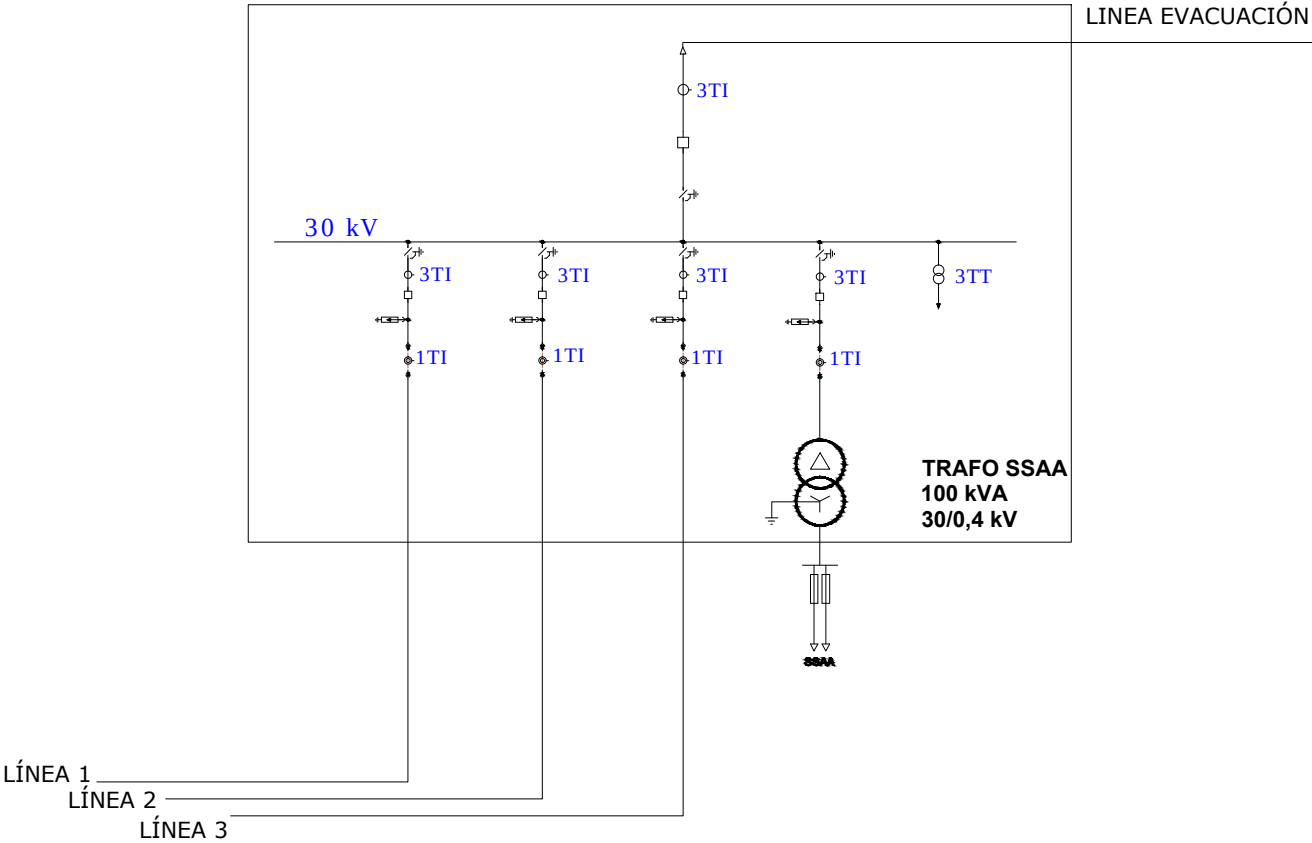
ALZADO EXTERIOR LATERAL

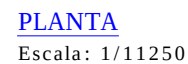


ALZADO INTERIOR



PLANTA CABINAS







Executing your **renewable** vision

	NOMBRE	FECHA
PROYECTADO	MMJ	12/02/2020
DISEÑADO	MMR	14/02/2020
REVISADO	MMJ	25/05/2020
APROBADO	JBM	25/05/2020

TIPO A3

ESCALA
VARIAS

Nº DE PLANO
CV,F411-1A

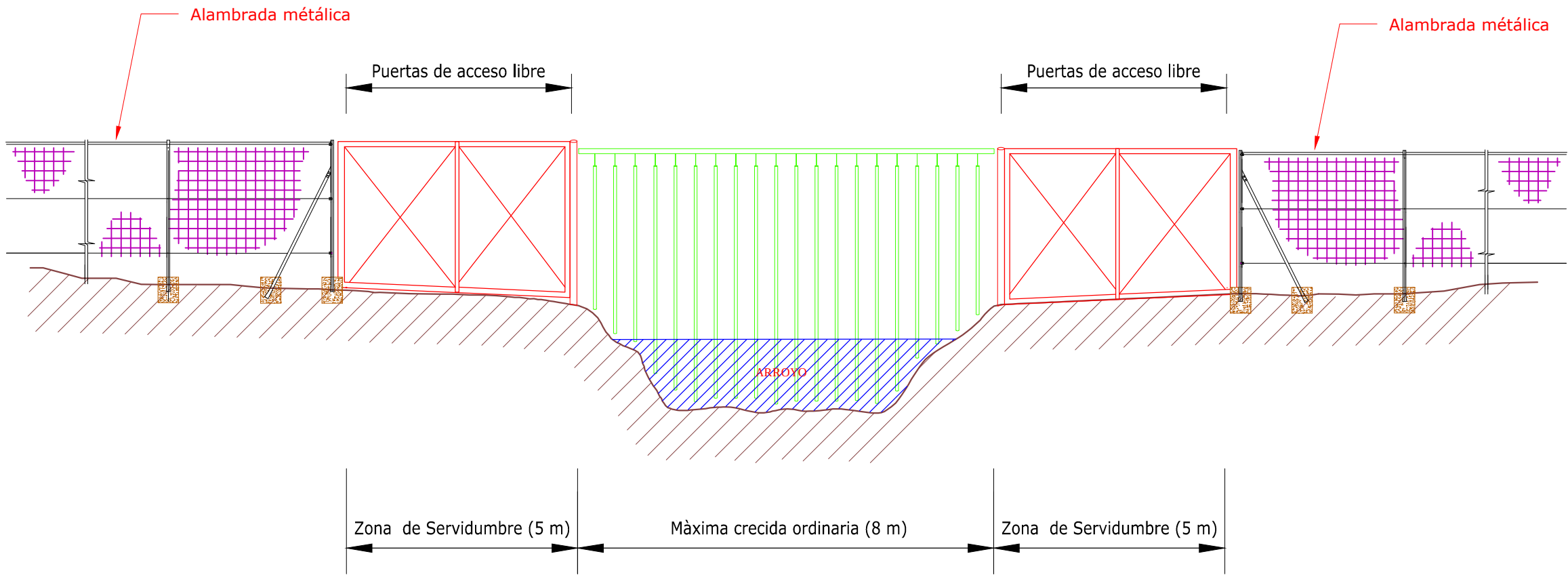
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
DETALLE VALLA SOBRE CAUCE	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your **renewable** vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO
DIBUJADO	MMR	11/09/2019	ESCALA
REVISADO	JMJ	23/01/2020	S/E
APROBADO	JBM	23/01/2020	Nº DE PLANO
			CV,F413-0A



DETALLE TIPO
Escala: S/E

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

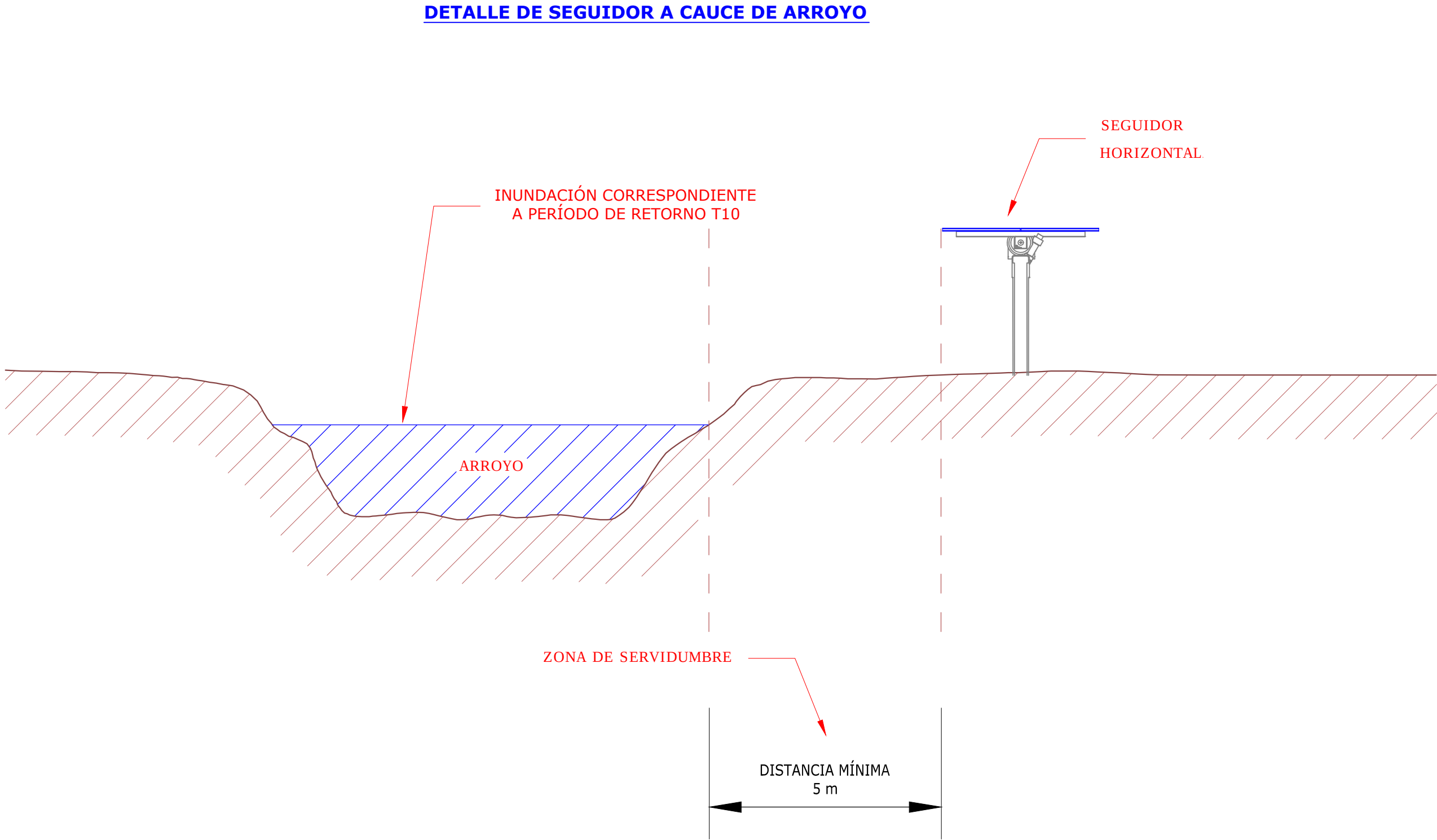
DETALLE DE SEGUIDOR A CAUCE DE ARROYO

SITUACIÓN:

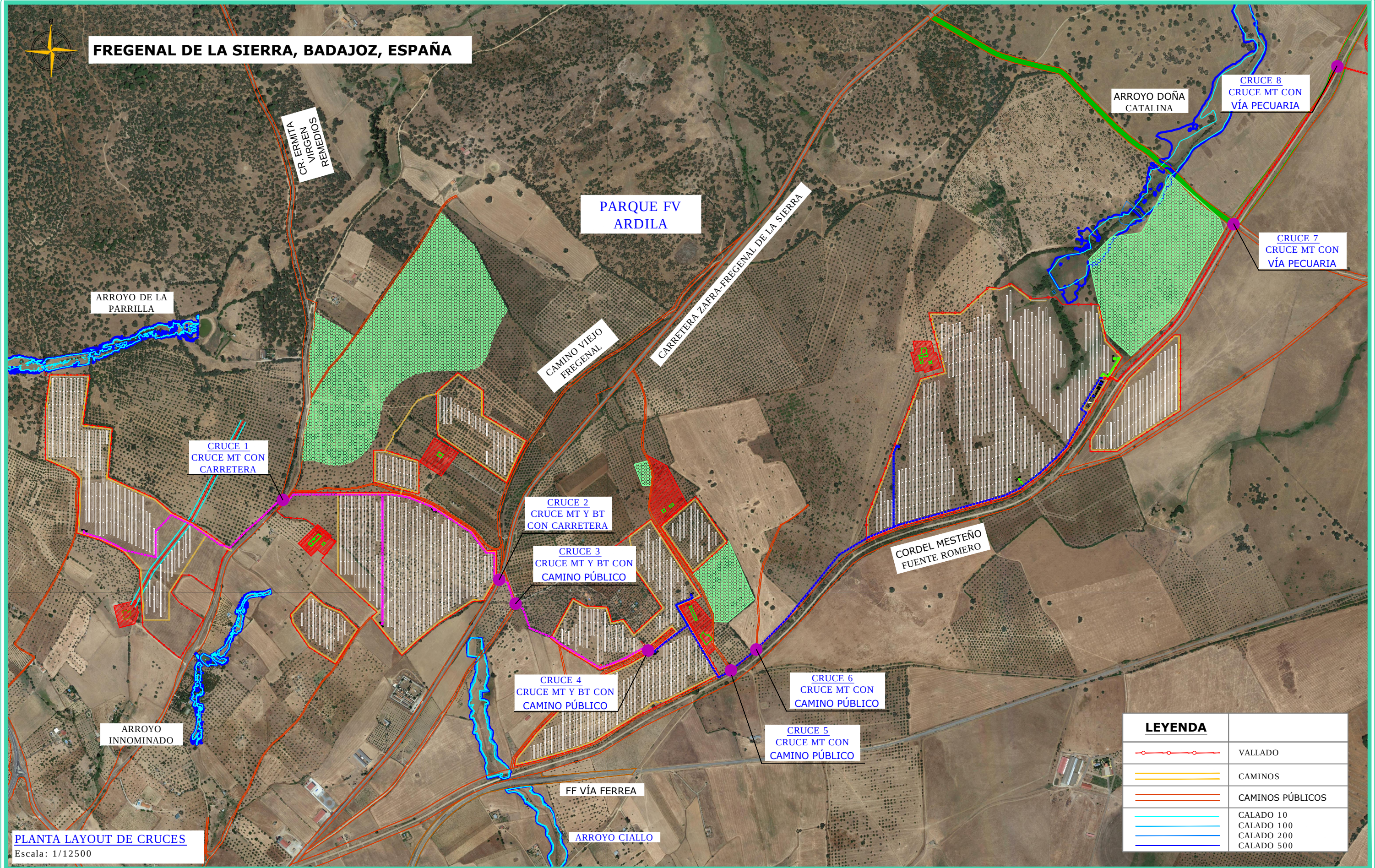
CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your **renewable** vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO
PROYECTADO	JMJ	11/09/2019	A3
DIBUJADO	MMR	11/09/2019	ESCALA
REVISADO	JMJ	23/01/2020	S/E
APROBADO	JBM	23/01/2020	Nº DE PLANO
			CV.F415-0A



INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1º. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.



PLANTA LAYOUT DE CRUCES

Escala: 1/12500

LEYENDA	
	VALLADO
	CAMINOS
	CAMINOS PÚBLICOS
	CALADO 10
	CALADO 100
	CALADO 200
	CALADO 500

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

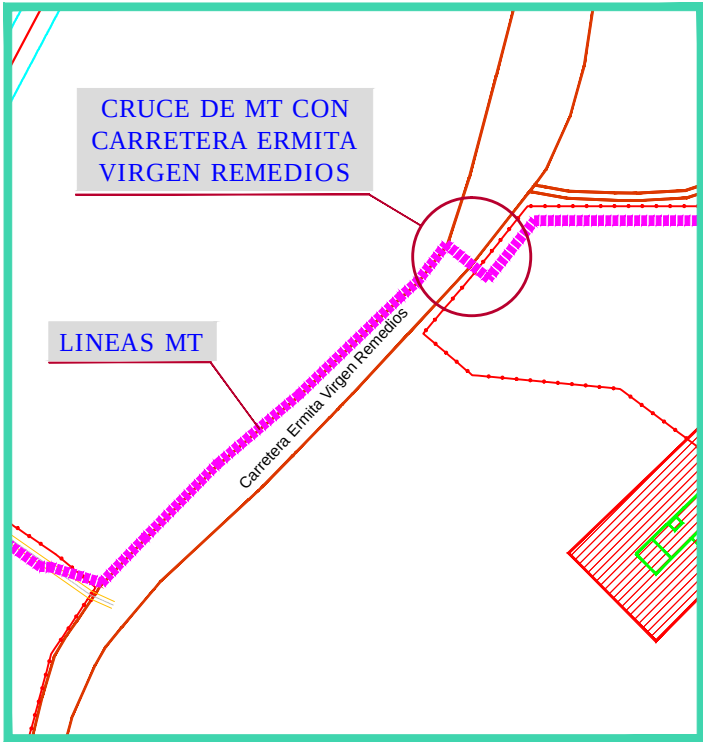
PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
CRUCE ELÉCTRICO MT CON CAMINO PÚBLICO	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:

ingenostрум.		Executing your renewable vision	
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	JMJ	12/02/2020	ESCALA
REVISADO	MMR	19/02/2020	VARIAS
APROBADO	JMJ	20/02/2020	Nº DE PLANO
JBM	20/02/2020	CV,F416-1A 1/5	

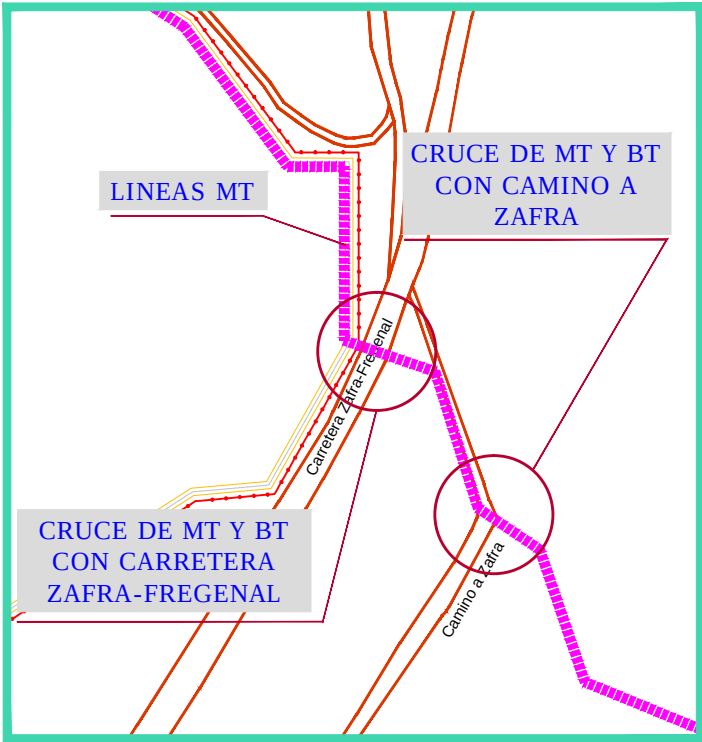
INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1º. 41001 Sevilla - Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.CV.416-1A



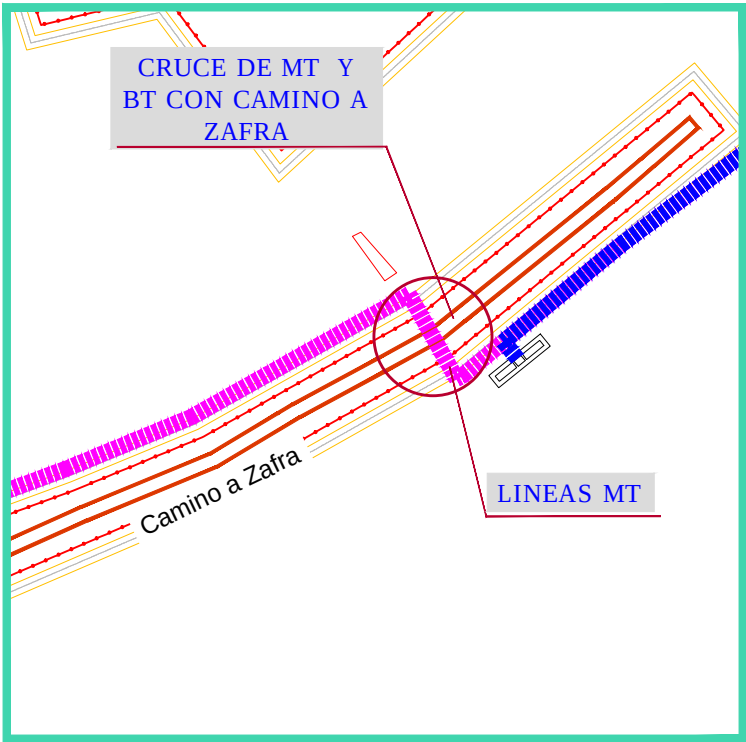
FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA



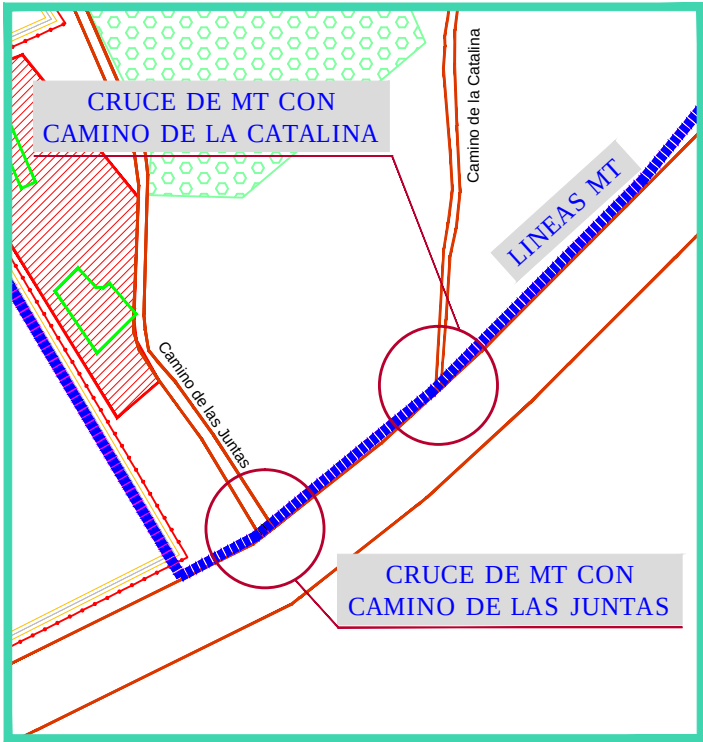
CRUCE 1
Escala: 1:4000



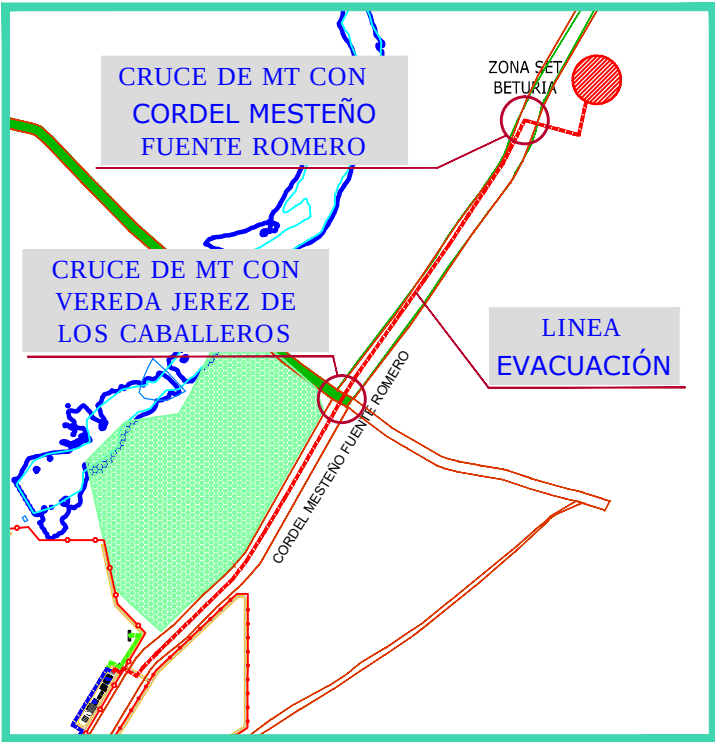
CRUCES 2 Y 3
Escala: 1:4000



CRUCE 4
Escala: 1:4000



CRUCES 5 Y 6
Escala: 1:4000



CRUCES 7 y 8
Escala: 1:15500

COORDENADAS DE INTERSECCIÓN DE CRUCE CANALIZACIÓN MT CON CAMINO PÚBLICO UTM DATUM ETRS89 TM29	
CRUCE DE CANALIZACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN CON:	
REFERENCIA CATASTRAL :	06050A009090010000JT
CRUCE 1 :	X = 706292.7070 Y = 4229124.2802
REFERENCIA CATASTRAL :	06050A052090070000JL
CRUCE 2 :	X = 707075.1396 Y = 4228835.2690
REFERENCIA CATASTRAL :	06050A052090080000JT
CRUCE 3 :	X = 707134.7056 Y = 4228748.5382
REFERENCIA CATASTRAL :	06050A052090060000JP
CRUCE 4 :	X = 707613.5394 Y = 4228579.3333
REFERENCIA CATASTRAL :	06050A052090040000JG
CRUCE 5 :	X = 707912.7067 Y = 4228507.1585
REFERENCIA CATASTRAL :	06050A052090050000JQ
CRUCE 6 :	X = 708004.6481 Y = 4228583.3411
REFERENCIA CATASTRAL :	06050A035090020000JH
CRUCE 7 :	X = 709734.2759 Y = 4230126.2124
REFERENCIA CATASTRAL :	06050A035090010000JU
CRUCE 8 :	X = 710111.0775 Y = 4230688.5398

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
CRUCE ELÉCTRICO MT CON CAMINO PÚBLICO	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:



ingenostrum.

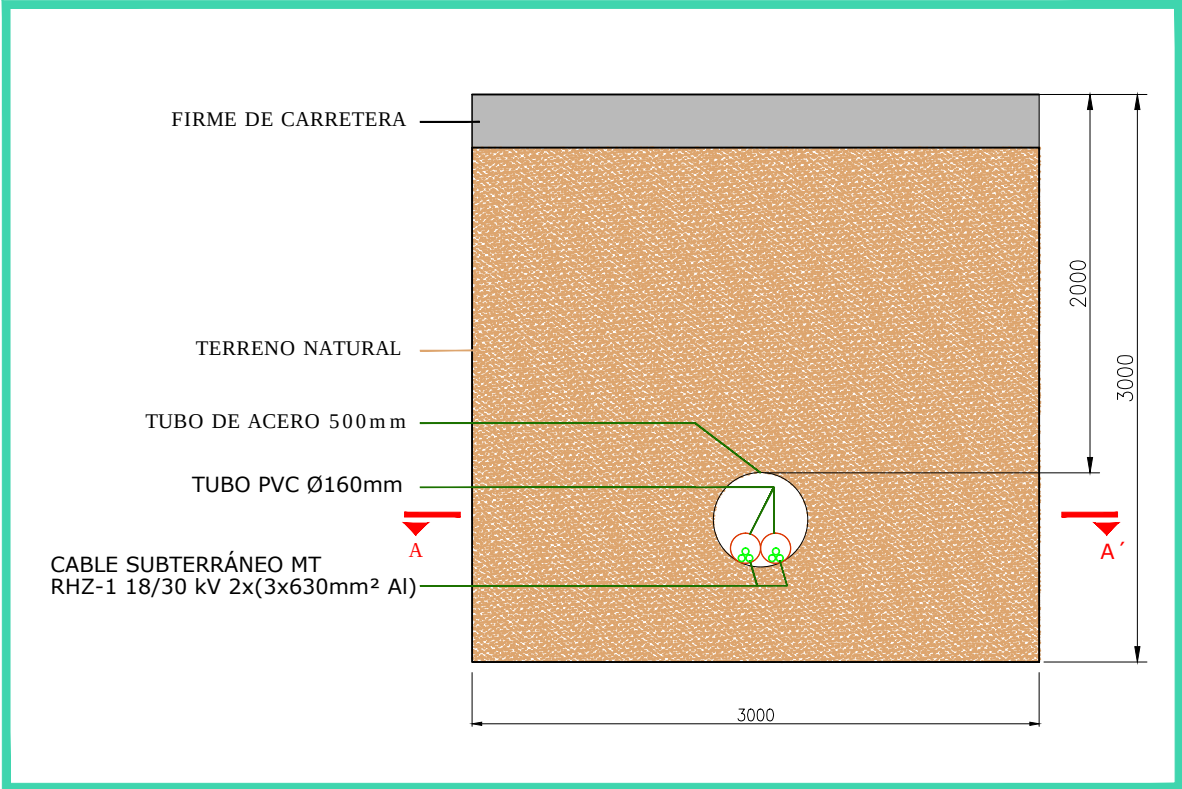
Executing your renewable vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020	ESCALA VARIAS Nº DE PLANO CV.F416-1A 2/5
DIBUJADO	MMR	19/02/2020	
REVISADO	JMJ	20/02/2020	
APROBADO	JBM	20/02/2020	

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla - Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.

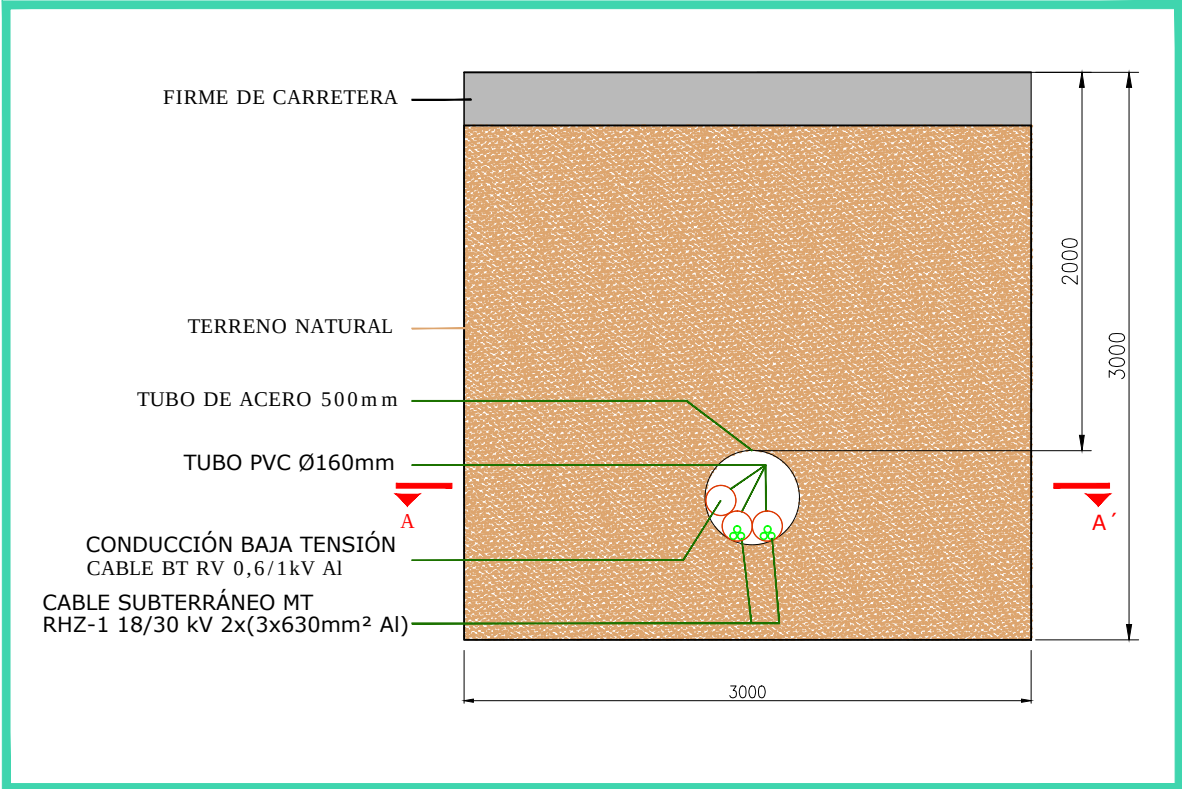


FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA



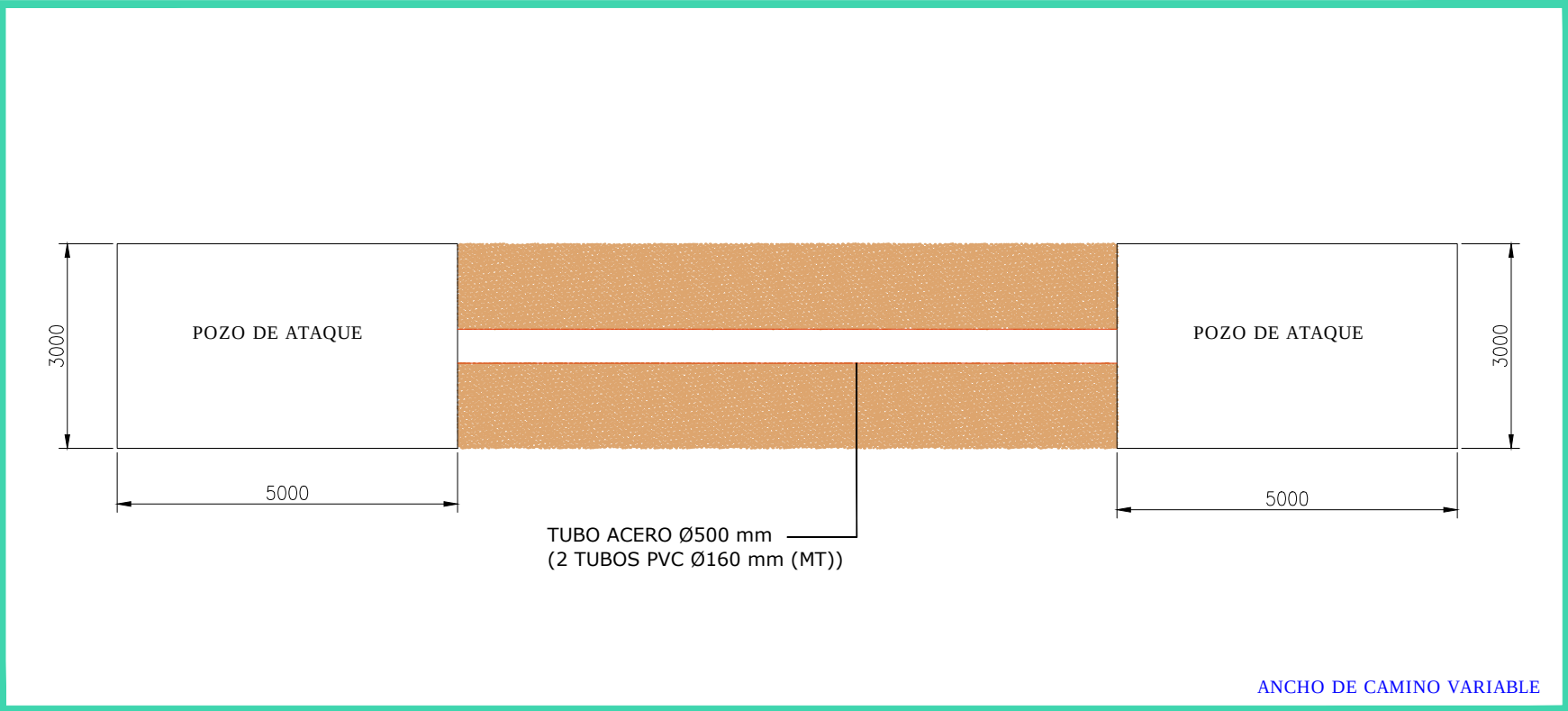
DETALLE 1: CRUCE 1, ZANJA CON TOPO

Escala: 1/15



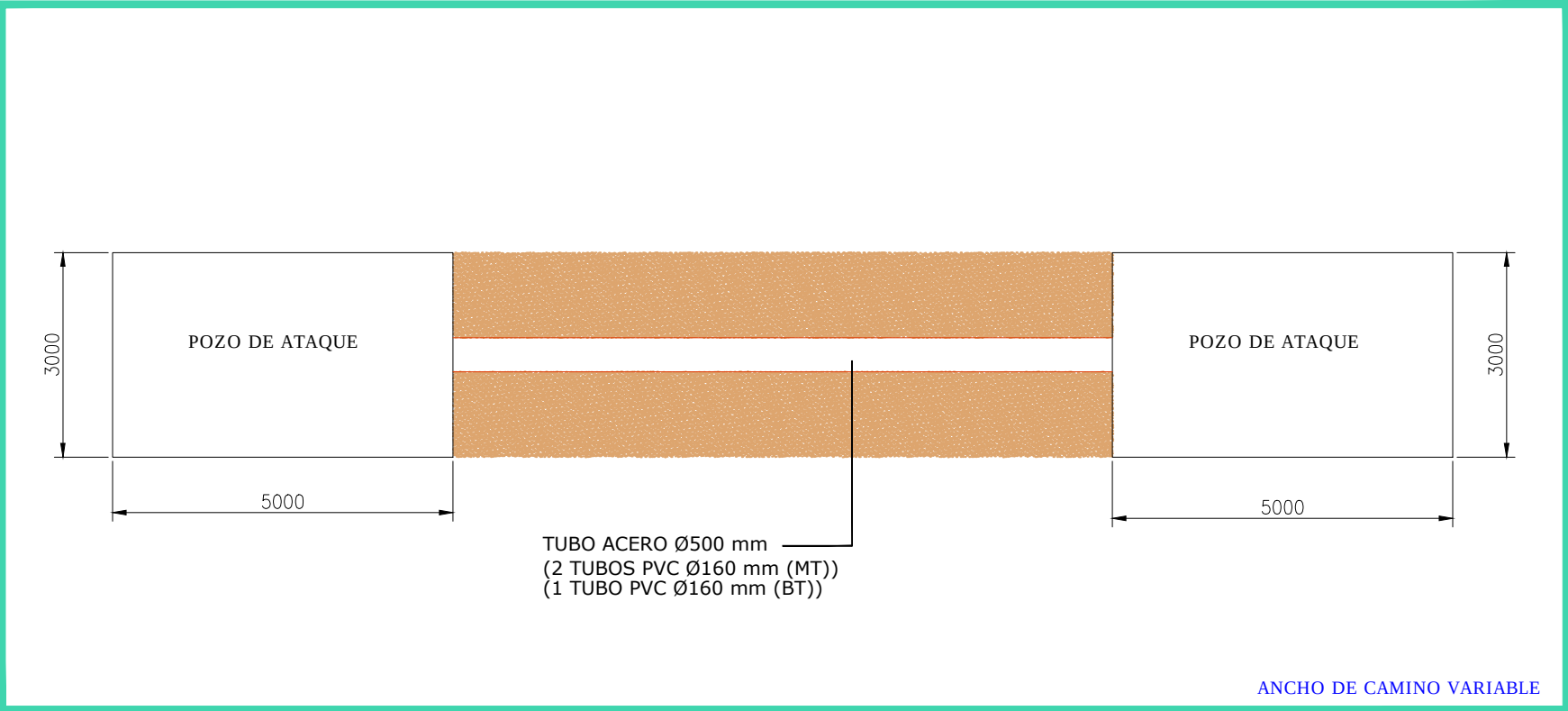
DETALLE 3: CRUCE 2, ZANJA CON TOPO

Escala: 1/15



DETALLE 2: CRUCE 1, SECCIÓN A-A'

Escala: 1/30



DETALLE 4: CRUCE 2, SECCIÓN A-A'

Escala: 1/30

Todas las cotas están en mm

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

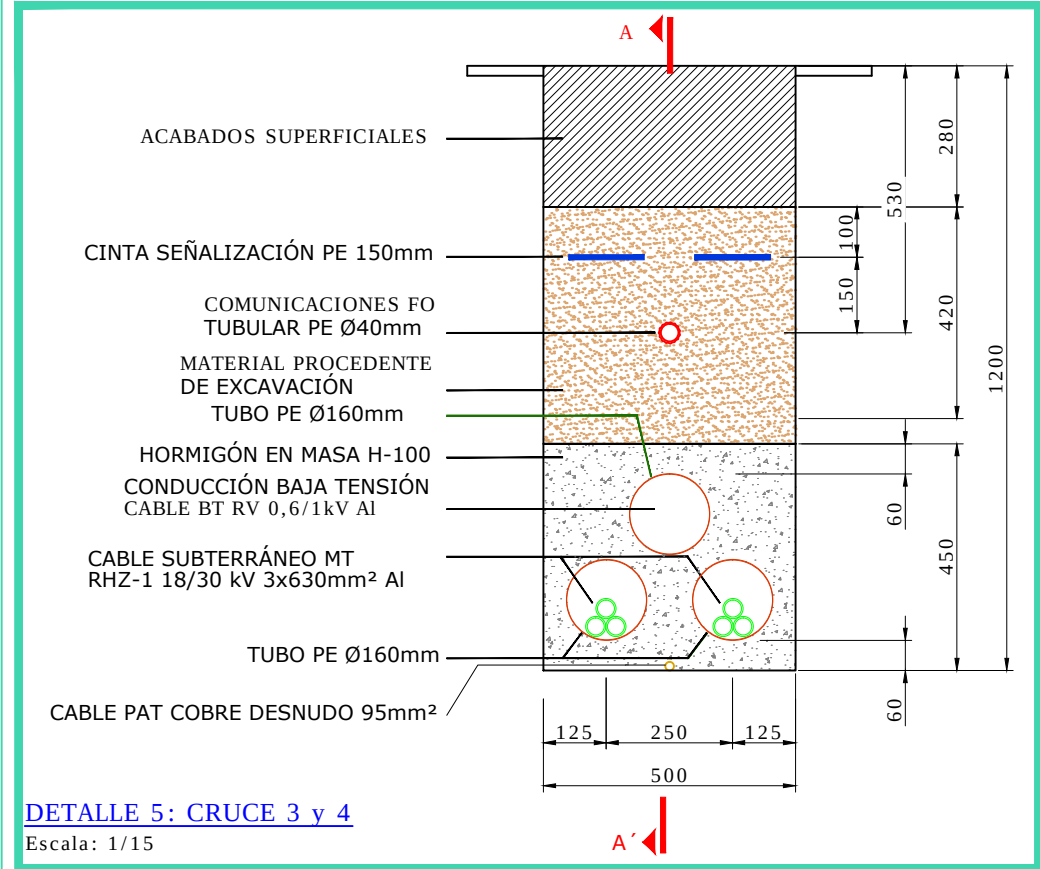
PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA
CRUCE ELÉCTRICO MT CON CAMINO PÚBLICO
SITUACIÓN:
CONTACTO:

ingenostрум.		
Executing your renewable vision		
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA
JMJ	JMJ	12/02/2020
DIBUJADO	MMR	19/02/2020
REVISADO	JMJ	20/02/2020
APROBADO	JBM	20/02/2020
TIPO A3		ESCALA
VARIAS		Nº DE PLANO
CV.F416-1A		3/5

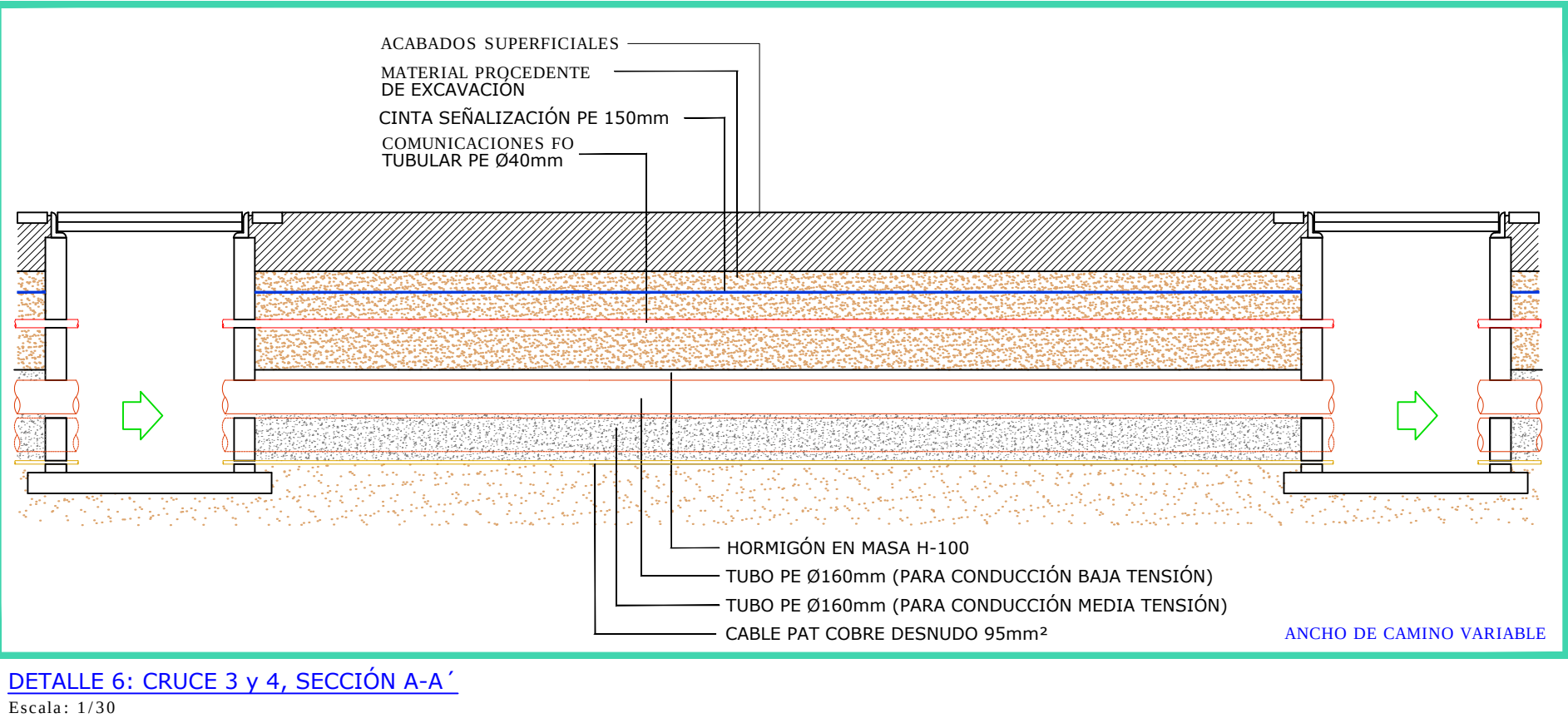
INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla - Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.



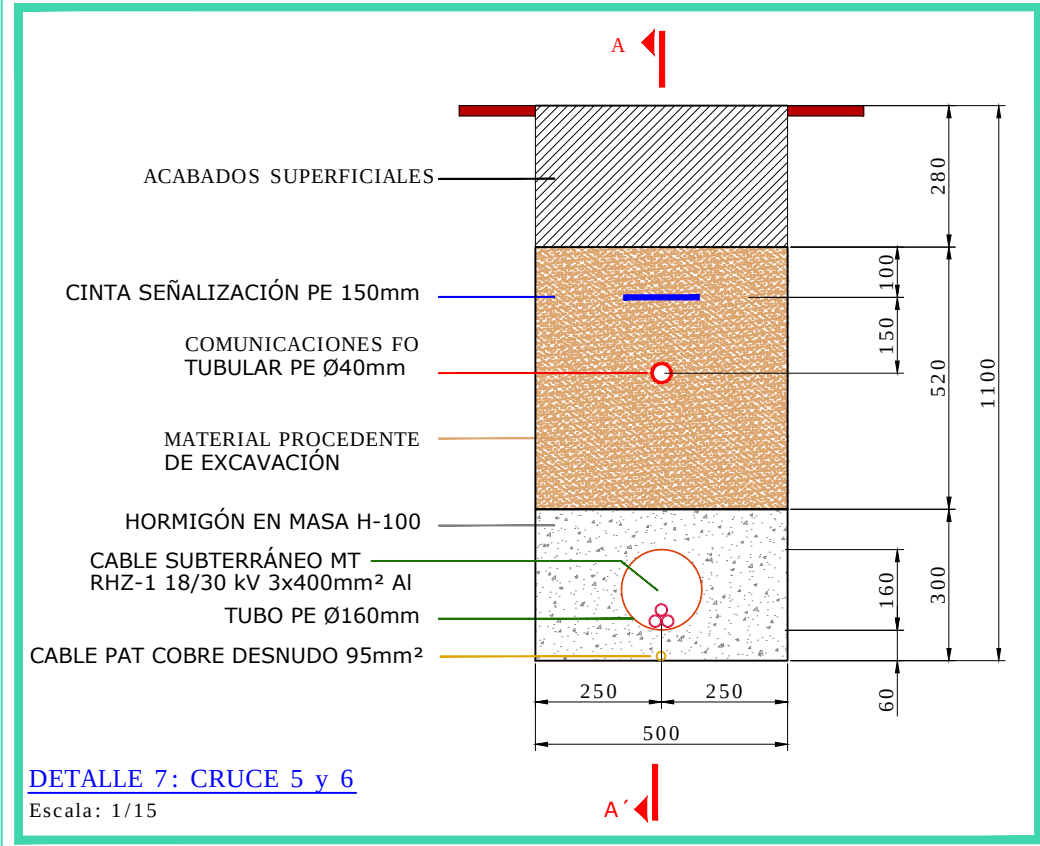
FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA



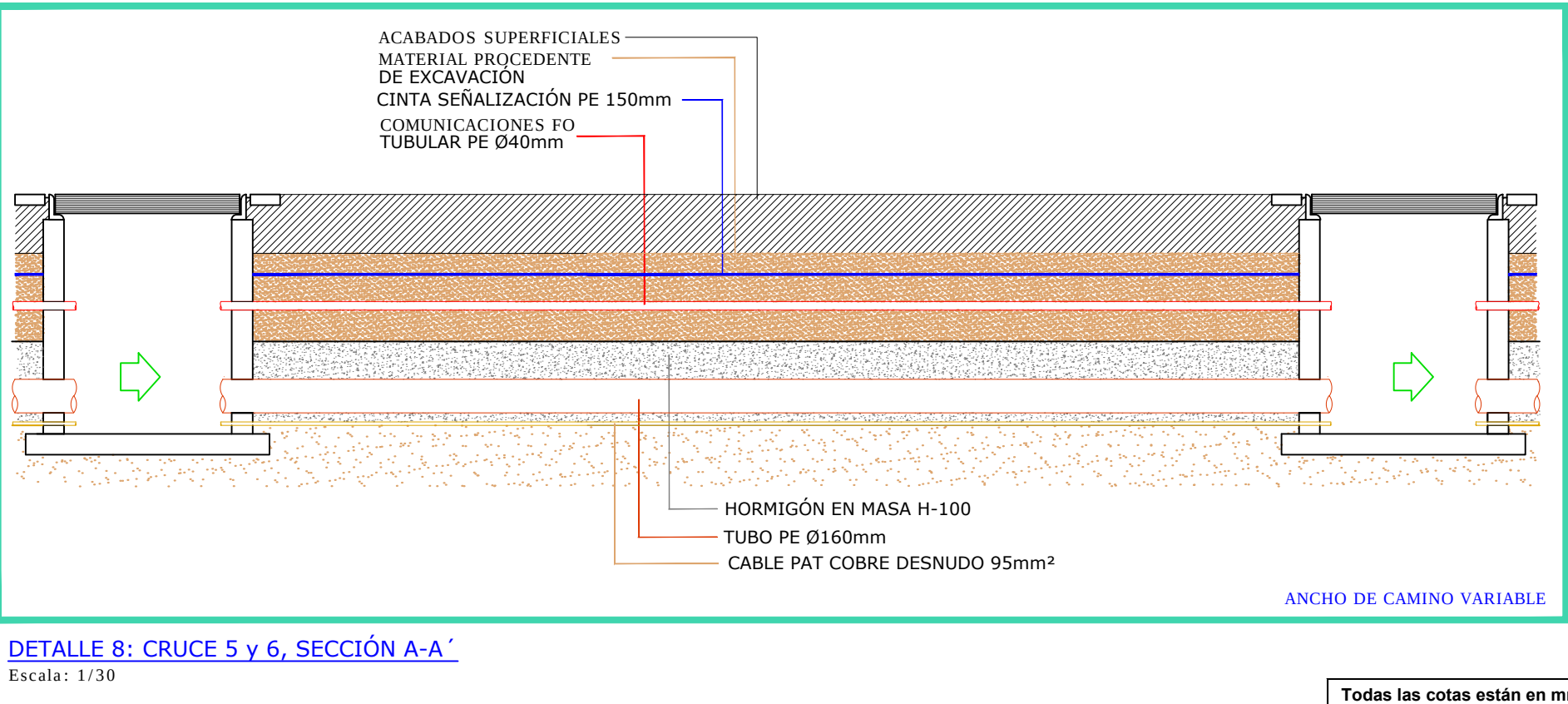
DETALLE 5: CRUCE 3 y 4
Escala: 1/15



DETALLE 6: CRUCE 3 y 4, SECCIÓN A-A'
Escala: 1/30



DETALLE 7: CRUCE 5 y 6
Escala: 1/15



DETALLE 8: CRUCE 5 y 6, SECCIÓN A-A'
Escala: 1/30

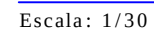
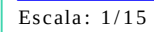
Todas las cotas están en mm

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA
CRUCE ELÉCTRICO MT CON CAMINO PÚBLICO
SITUACIÓN:
CONTACTO:

ingenostрум.		
Executing your renewable vision		
NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020
DIBUJADO	MMR	19/02/2020
REVISADO	JMJ	20/02/2020
APROBADO	JBM	20/02/2020
Nº DE PLANO		ESCALA
CV.F416-1A 4/5		VARIAS





Executing your **renewable** vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020	ESCALA VARIAS
DIBUJADO	MMR	19/02/2020	
REVISADO	JMJ	20/02/2020	
APROBADO	JBM	20/02/2020	

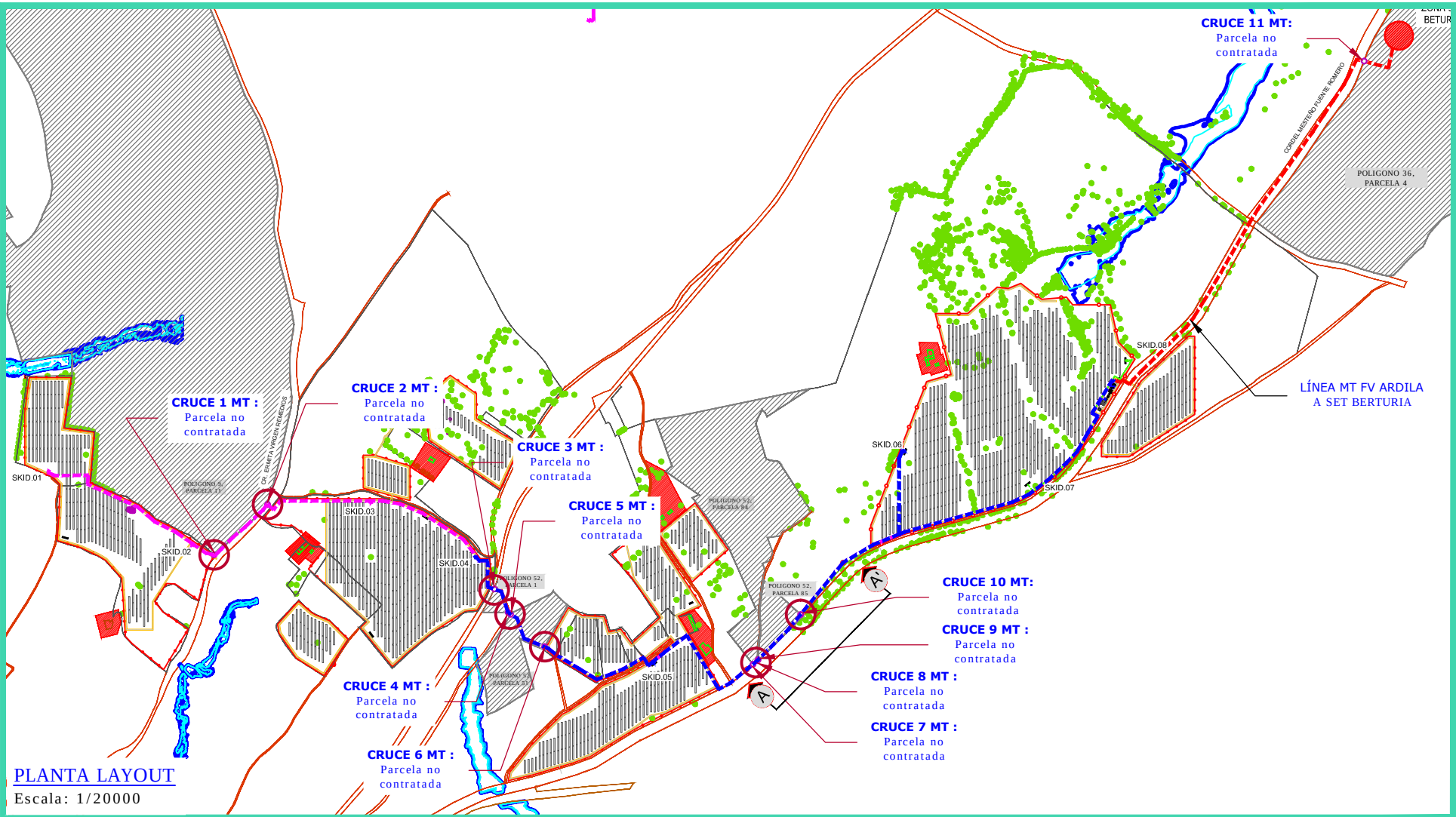
Nº de PLANO

CV,F416-1A 5/5

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1º. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELLECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINantemente PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.CV.F417-1A



FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA



COORDENADAS DE CANALIZACIÓN MT
UTM DATUM ETRS89 TM29

CRUCES DE CANALIZACIÓN ELÉCTRICA DE
MEDIA TENSIÓN
CON PARCELAS NO CONTRATADAS:

COORDENADAS :

CRUCE 1 MT:	X=706099.0323	Y=4228952.5615
CRUCE 2 MT:	X=706286.4877	Y=4229129.3318
CRUCE 3 MT:	X=707081.7877	Y=4228832.7877
CRUCE 4 MT:	X=707129.9830	Y=4228750.8215
CRUCE 5 MT:	X=707138.5975	Y=4228744.3415
CRUCE 6 MT:	X=707258.1108	Y=4228630.5397
CRUCE 7 MT:	X=707988.1588	Y=4228569.1196
CRUCE 8 MT:	X=708003.1407	Y=4228581.8270
CRUCE 9 MT:	X=708006.1560	Y=4228584.8552
CRUCE 10 MT:	X=708154.9984	Y=4228743.5920
CRUCE 11 MT:	X=710129.4846	Y=4230683.4201

LEYENDA

	Parcela no Contratada
	Líneas de evacuación MT

EL TRAZADO DE MT DISCURREN
POR LAS SIGUIENTES
PARCELAS CATASTRALES NO CONTRATADAS:

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: Badajoz
Polígono: 9
Parcela: 11
Referencia catastral: 06050A009000110000JM

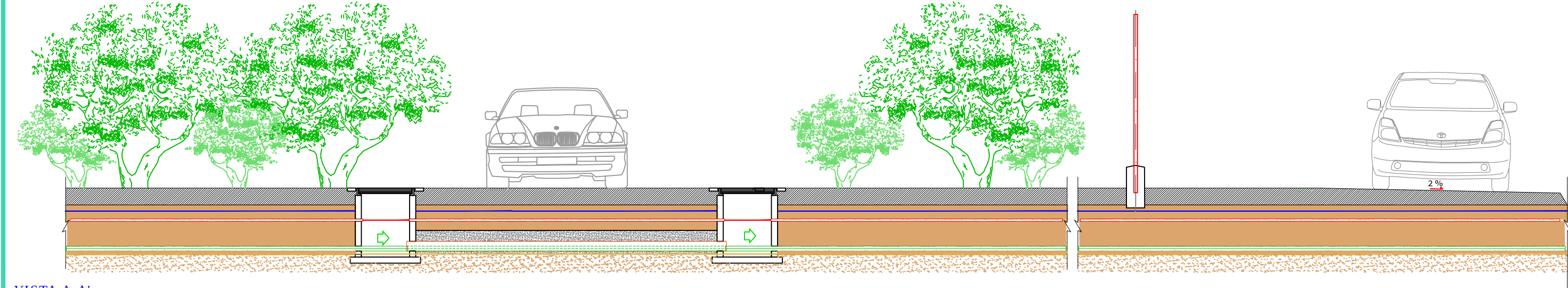
Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: Badajoz
Polígono: 52
Parcela: 1
Referencia catastral: 06050A052000010000JS

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: Badajoz
Polígono: 52
Parcela: 51
Referencia catastral: 06050A052000510000JT

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: Badajoz
Polígono: 52
Parcela: 84
Referencia catastral: 06050A052000840000JF

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: Badajoz
Polígono: 52
Parcela: 85
Referencia catastral: 06050A052000850000JM

Término municipal: Fregenal de la Sierra
Provincia: Badajoz
Polígono: 36
Parcela: 4
Referencia catastral: 06050A036000040000JR



VISTA A-A':

Escala: S/E

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	SSC	JMJ	JBM						
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM						

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

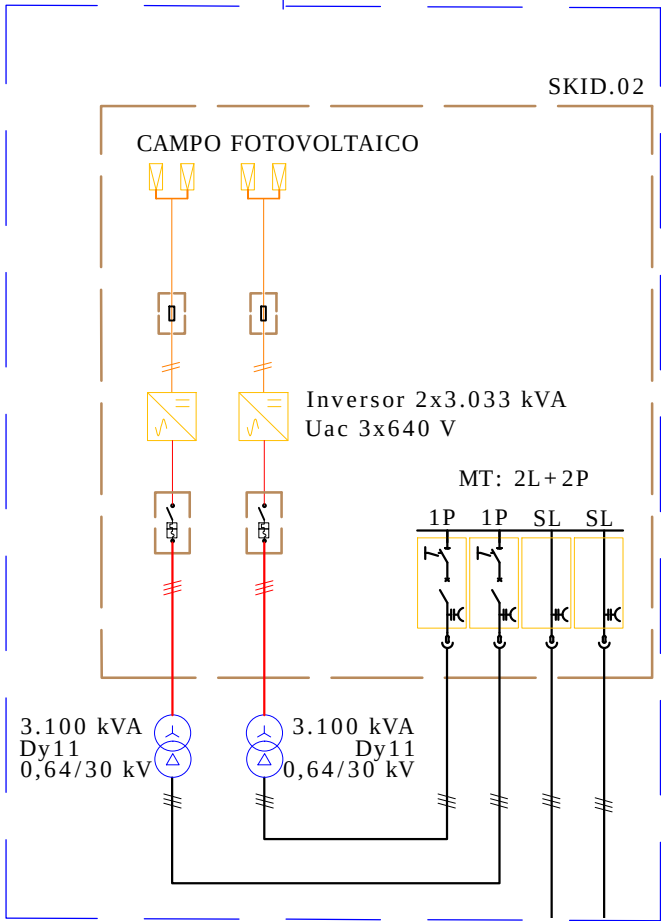
CRUCE ELÉCTRICO MT CON PARCELAS NO CONTRATADAS

SITUACIÓN:

CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your renewable vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO
JMJ	JMJ	12/02/2020	A3
DIBUJADO	MMR	20/02/2020	ESCALA
REVISADO	JMJ	25/02/2020	VARIAS
APROBADO	JBM	25/02/2020	Nº DE PLANO
			CV,F417-1A



VISTA AMPLIADA

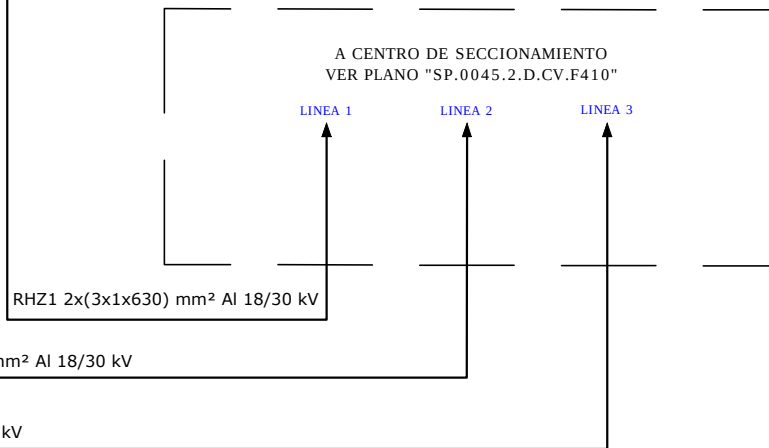
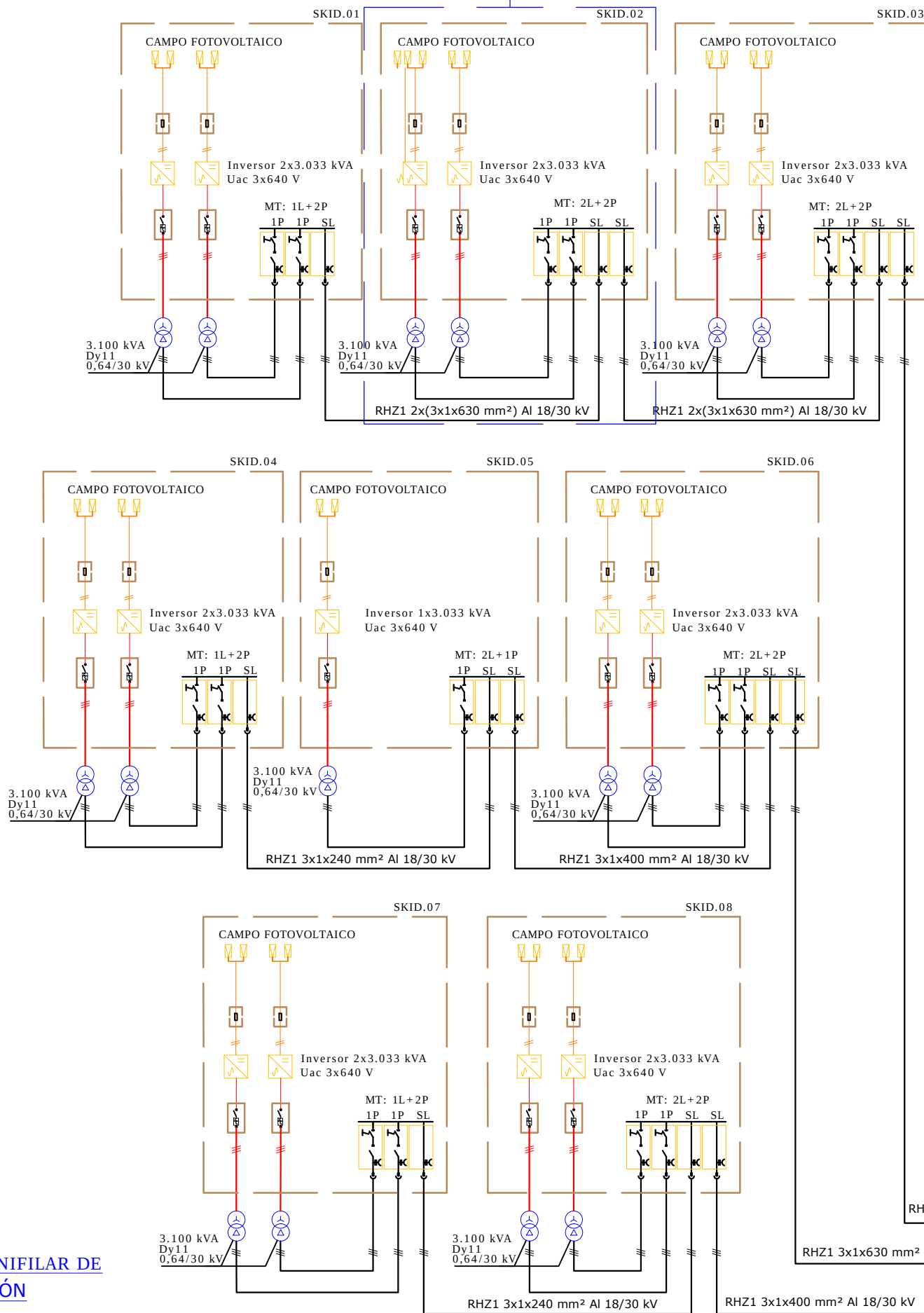
Escala: S/E

EQUIPOS CONTROL Y PROTECCIÓN	
	NOMBRE
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	FUSIBLE
	INTERRUPTOR SECCIONADOR
	TRASFORMADOR
	MATRIZ FOTOVOLTAICA

EQUIPOS CONTROL Y PROTECCIÓN	
	NOMBRE
	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
	TRASFORMADOR DE INTENSIDAD
	INTERRUPTOR
	DESCARGADOR
	TRASFORMADOR
	IMPEDANCIA PUESTA A TIERRA
	SECCIONADOR

DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIA TENSIÓN

Escala: S/E

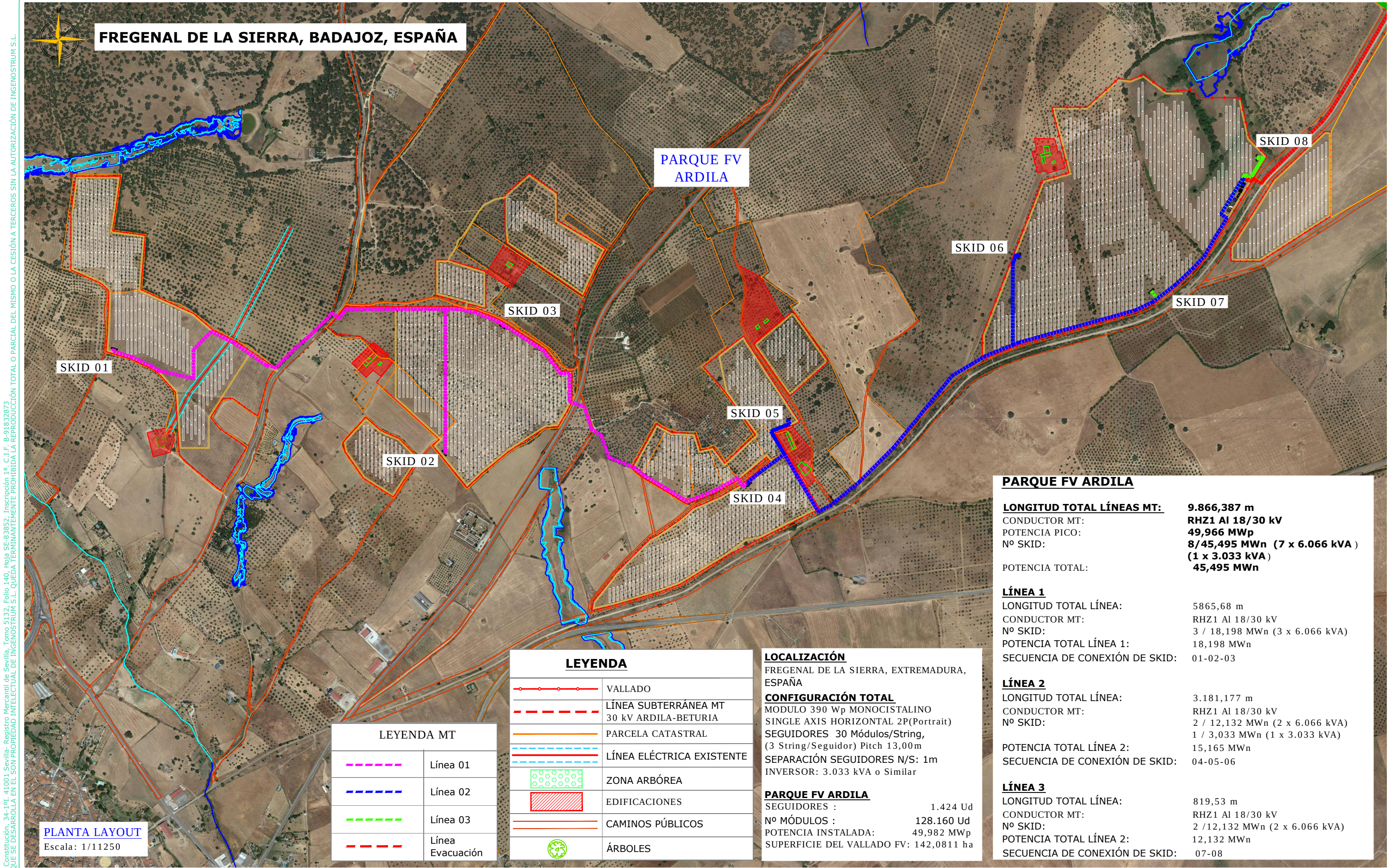


REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	REVISIÓN DE CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA	JMJ	EGC	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
ESQUEMA UNIFILAR DE MT	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:

ingenostrum.	
Executing your renewable vision	
PROYECTADO	NOMBRE
JMJ	JMJ
DIBUJADO	FECHA
EGC	17/02/2020
REVISADO	TIPO A3
JMJ	S/E
APROBADO	Nº DE PLANO
JBM	EL.F401-1A



INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.EL.F402-1A

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	SSC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA
LAYOUT MEDIA TENSIÓN
SITUACIÓN:
CONTACTO:

ingenostrum. Executing your renewable vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JMJ	JMJ	12/02/2020	
DIBUJADO	MMR	17/02/2020	ESCALA 1:11250
REVISADO	JMJ	25/02/2020	
APROBADO	JMB	25/02/2020	Nº DE PLANO EL_F402-1A 1/3



PARQUE FV ARDILA

LÍNEA EVACUACIÓN:

LONGITUD TOTAL LÍNEA: 1643,72 m

CONDUCTOR MT: 2X(3X1X630 mm²) RHZ1 Al 18/30 kV

POTENCIA TOTAL LÍNEA 4: 45,495 MW_n

SECUENCIA DE CONEXIÓN: CS ARDILA- SET BETURIA

Todas la coordenadas están en:
UTM DATUM ETRS89 TM29

CENTRO DE
SECCIONAMIENTO

VEREDA JEREZ DE
LOS CABALLEROS

<u>LEYENDA</u>	
	VALLADO
	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 30 kV ARDILA-BETURIA
	PARCELA CATASTRAL
	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE
	ZONA ARBÓREA
	EDIFICACIONES
	CAMINOS PÚBLICOS
	ÁRBOLES

[illegible]



Executing your **renewable** vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020	ESCALA 1 : 0000 Nº DE PLANO EL-F402-1A 2/3
DIBUJADO	MMR	17/02/2020	
REVISADO	JMJ	25/02/2020	
APROBADO	JMB	25/02/2020	

COORDENADAS LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN

LEYENDA MT COORDENADAS		LEYENDA MT COORDENADAS	
■ ■ ■ ■ ■	LÍNEA 01	■ ■ ■ ■ ■	LÍNEA 01
X=705577.7910 Y=4229012.1182 X=705575.4066 Y=4229004.1680 X=705635.0342 Y=4228986.2843 X=705697.5654 Y=4228957.0022 X=705724.2427 Y=4228941.1319 X=705835.4578 Y=4228916.1707 X=705835.4578 Y=4229009.8187 X=705892.4172 Y=4229068.7837 X=705965.8051 Y=4229032.7708 X=706071.0814 Y=4228959.2544 X=706076.6751 Y=4228958.9880 X=706103.6350 Y=4228950.7064 X=706126.6867 Y=4228974.6937 X=706164.8183 Y=4229013.5042 X=706208.3146 Y=4229050.5086 X=706261.9194 Y=4229102.1321 X=706270.6871 Y=4229109.9627 X=706285.9498 Y=4229129.6170 X=706308.3147 Y=4229111.7736 X=706332.6409 Y=4229142.2639 X=706654.5651 Y=4229142.2639 X=706654.5651 Y=4228677.7286 X=706651.2955 Y=4228674.9226 X=706652.2758 Y=4228673.6020 X=706654.5651 Y=4228677.7286 X=706654.5651 Y=4229142.2639 X=706690.4098 Y=4229142.2639 X=706750.8668 Y=4229131.4835 X=706828.0991 Y=4229100.5141 X=706842.9726 Y=4229090.9418 X=706839.8208 Y=4229086.2824 X=706841.8862 Y=4229084.9532 X=706845.0912 Y=4229089.5784 X=706901.0735 Y=4229053.5496 X=706974.0479 Y=4229006.5851		X=707028.9676 Y=4228932.5908 X=707058.8089 Y=4228932.5908 X=707058.8089 Y=4228840.6745 X=707106.9278 Y=4228824.1591 X=707129.5703 Y=4228751.9831 X=707162.2969 Y=4228730.0287 X=707186.1184 Y=4228660.0416 X=707270.7831 Y=4228625.3467 X=707297.8726 Y=4228603.3306 X=707378.1352 Y=4228554.6515 X=707440.4361 Y=4228516.5571 X=707491.8869 Y=4228535.5298 X=707533.6774 Y=4228552.7914 X=707605.6728 Y=4228593.3087 X=707621.4182 Y=4228565.3361 X=707623.7321 Y=4228566.6385 X=707676.7279 Y=4228610.4273 X=707757.3114 Y=4228670.2001 X=707860.6354 Y=4228495.1003 X=707868.2556 Y=4228482.1931 X=707907.8704 Y=4228503.1869 X=708000.9329 Y=4228579.6100 X=708112.7158 Y=4228691.8733 X=708303.9633 Y=4228925.8013 X=708409.5380 Y=4228988.4690 X=708520.2894 Y=4229033.2417 X=708898.6803 Y=4229138.1829 X=708954.9316 Y=4229164.5338 X=709028.1680 Y=4229220.1347 X=709087.0848 Y=4229275.4414 X=709124.2327 Y=4229314.9850 X=709161.8026 Y=4229380.7308 X=709196.8366 Y=4229438.6431 X=709177.1092 Y=4229450.5772 X=709247.5515 Y=4229565.6447 X=709254.4002 Y=4229561.5016	

LEYENDA MT COORDENADAS	
■ ■ ■ ■ ■	LÍNEA 02
X=707641.5308 Y=4228572.1300 X=707637.0424 Y=4228577.7001 X=707676.7279 Y=4228610.4273 X=707757.2730 Y=4228670.1949 X=707713.9720 Y=4228743.8072 X=707774.9165 Y=4228768.7596 X=707769.2407 Y=4228781.8257 X=707767.6868 Y=4228781.1376 X=707773.3626 Y=4228768.0715 X=707713.9720 Y=4228743.8072 X=707868.2556 Y=4228482.1931 X=707907.8704 Y=4228503.1869 X=708000.9329 Y=4228579.6100 X=708112.7158 Y=4228691.8733 X=708303.9633 Y=4228925.8013 X=708409.5380 Y=4228988.4690 X=708500.5154 Y=4229025.1706 X=708500.5154 Y=4229290.6342 X=708510.7241 Y=4229316.9301 X=708520.2079 Y=4229313.3087 X=708521.2937 Y=4229316.1053 X=708511.8302 Y=4229319.7793 X=708500.5154 Y=4229290.6342 X=708500.5154 Y=4229025.1706 X=708520.2894 Y=4229033.2417 X=708898.6803 Y=4229138.1829 X=708954.9316 Y=4229164.5338 X=709028.1680 Y=4229220.1347 X=709087.0848 Y=4229275.4414 X=709124.2327 Y=4229314.9850 X=709161.8026 Y=4229380.7308 X=709196.8366 Y=4229438.6431 X=709177.1092 Y=4229450.5772 X=709247.5516 Y=4229565.6448 X=709254.4002 Y=4229561.5016	

LEYENDA MT COORDENADAS	
■ ■ ■ ■ ■	LÍNEA 03
X=708951.4209 Y=4229200.1125 X=708969.8395 Y=4229175.8518 X=709028.1680 Y=4229220.1347 X=709087.0848 Y=4229275.4414 X=709124.2327 Y=4229314.9850 X=709161.8026 Y=4229380.7308 X=709196.8366 Y=4229438.6431 X=709177.1092 Y=4229450.5772 X=709256.1208 Y=4229579.6426 X=709273.8799 Y=4229568.6319 X=709315.8094 Y=4229635.3089 X=709294.9801 Y=4229635.3089 X=709294.9801 Y=4229632.3089 X=709313.9229 Y=4229632.3089 X=709273.8799 Y=4229568.6319 X=709256.1208 Y=4229579.6426 X=709247.5474 Y=4229565.6380 X=709254.4002 Y=4229561.5016	

Todas la coordenadas están en:
UTM DATUM ETRS89 TM29

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	SSC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

LAYOUT MEDIA TENSIÓN

SITUACIÓN:

CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your **renewable vision**

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3 ESCALA S/E Nº DE PLANO EL_F402-1A 3/3
DIBUJADO	MMR	17/02/2020	
REVISADO	JMJ	25/02/2020	
APROBADO	JMB	25/02/2020	

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	SSC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

[illegible]

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
LAYOUT FIBRA ÓPTICA	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:



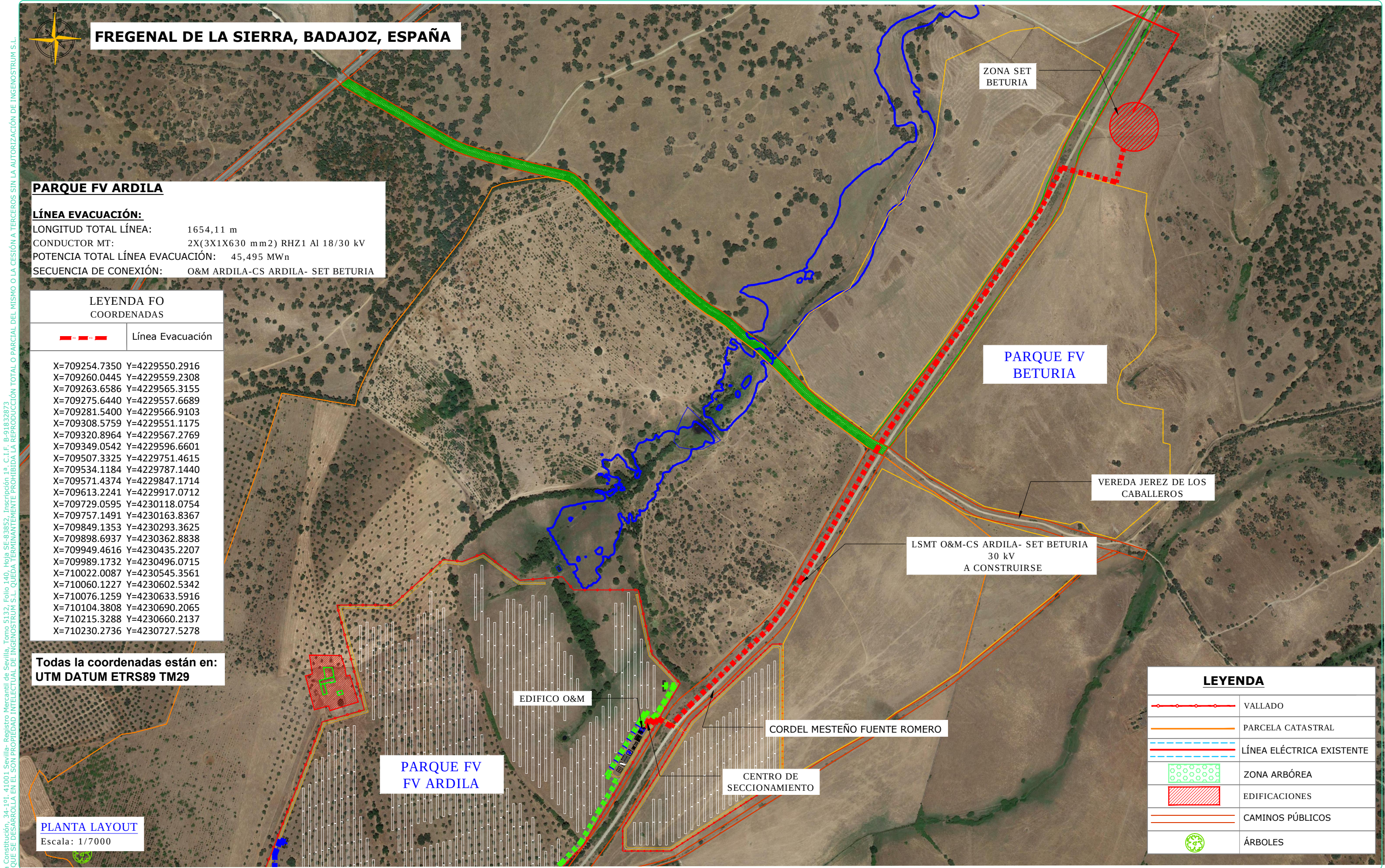
Executing your **renewable** vision

	NOMBRE	FECHA
PROYECTADO	MMJ	12/02/2020
DISEÑADO	MMR	17/02/2020
REVISADO	MMJ	25/02/2020
APROBADO	JMB	25/02/2020

TIPO A3

ESCALA
1:11250

Nº DE PLANO
EL-F402-1A 1/



INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.EL.F402-1A

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	SSC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

LAYOUT FIBRA ÓPTICA

SITUACIÓN:

CONTACTO:

ingenostрум.
Executing your renewable vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO
DIBUJADO	MMR	15/01/2020	ESCALA
REVISADO	JMJ	25/02/2020	1:7000
APROBADO	JMB	25/02/2020	Nº DE PLANO
			EL_F402-1A 2/3

COORDENADAS LÍNEAS DE FIBRA ÓPTICA

LEYENDA FO COORDENADAS		LEYENDA FO COORDENADAS	
	LÍNEA 01		LÍNEA 01
X=705577.7910 Y=4229012.1182 X=705575.4066 Y=4229004.1680 X=705635.0342 Y=4228986.2843 X=705697.5654 Y=4228957.0022 X=705724.2427 Y=4228941.1319 X=705835.4578 Y=4228916.1707 X=705835.4578 Y=4229009.8187 X=705892.4172 Y=4229068.7837 X=705965.8051 Y=4229032.7708 X=706071.0814 Y=4228959.2544 X=706076.6751 Y=4228958.9880 X=706103.6350 Y=4228950.7064 X=706126.6867 Y=4228974.6937 X=706164.8183 Y=4229013.5042 X=706208.3146 Y=4229050.5086 X=706261.9194 Y=4229102.1321 X=706270.6871 Y=4229109.9627 X=706285.9498 Y=4229129.6170 X=706308.3147 Y=4229111.7736 X=706332.6409 Y=4229142.2639 X=706654.5651 Y=4229142.2639 X=706654.5651 Y=4228677.7286 X=706651.2955 Y=4228674.9226 X=706652.2758 Y=4228673.6020 X=706654.5651 Y=4228677.7286 X=706654.5651 Y=4229142.2639 X=706690.4098 Y=4229142.2639 X=706750.8668 Y=4229131.4835 X=706828.0991 Y=4229100.5141 X=706842.9726 Y=4229090.9418 X=706839.8208 Y=4229086.2824 X=706841.8862 Y=4229084.9532 X=706845.0912 Y=4229089.5784 X=706901.0735 Y=4229053.5496 X=706974.0479 Y=4229006.5851 X=707028.9676 Y=4228932.5908		X=707058.8089 Y=4228932.5908 X=707058.8089 Y=4228840.6745 X=707106.9278 Y=4228824.1591 X=707129.5703 Y=4228751.9831 X=707162.2969 Y=4228730.0287 X=707186.1184 Y=4228660.0416 X=707270.7831 Y=4228625.3467 X=707297.8726 Y=4228603.3306 X=707378.1352 Y=4228554.6515 X=707440.4361 Y=4228516.5571 X=707491.8869 Y=4228535.5298 X=707533.6774 Y=4228552.7914 X=707605.6728 Y=4228593.3087 X=707621.4182 Y=4228565.3361 X=707623.7321 Y=4228566.6385 X=707676.7279 Y=4228610.4273 X=707757.3114 Y=4228670.2001 X=707860.6354 Y=4228495.1003 X=707868.2556 Y=4228482.1931 X=707907.8704 Y=4228503.1869 X=708000.9329 Y=4228579.6100 X=708112.7158 Y=4228691.8733 X=708303.9633 Y=4228925.8013 X=708409.5380 Y=4228988.4690 X=708520.2894 Y=4229033.2417 X=708898.6803 Y=4229138.1829 X=708954.9316 Y=4229164.5338 X=709028.1680 Y=4229220.1347 X=709087.0848 Y=4229275.4414 X=709124.2327 Y=4229314.9850 X=709161.8026 Y=4229380.7308 X=709196.8366 Y=4229438.6431 X=709177.1092 Y=4229450.5772 X=709244.7484 Y=4229561.0659 X=709255.1223 Y=4229554.7671 X=709252.9941 Y=4229551.3256	

LEYENDA FO COORDENADAS	
	LÍNEA 02
X=707641.5308 Y=4228572.1300 X=707637.0424 Y=4228577.7001 X=707676.7279 Y=4228610.4273 X=707757.2730 Y=4228670.1949 X=707713.9720 Y=4228743.8072 X=707774.9165 Y=4228768.7596 X=707769.2407 Y=4228781.8257 X=707767.6868 Y=4228781.1376 X=707773.3626 Y=4228768.0715 X=707713.9720 Y=4228743.8072 X=707868.2556 Y=4228482.1931 X=707907.8704 Y=4228503.1869 X=708000.9329 Y=4228579.6100 X=708112.7158 Y=4228691.8733 X=708303.9633 Y=4228925.8013 X=708409.5380 Y=4228988.4690 X=708500.5154 Y=4229025.1706 X=708500.5154 Y=4229290.6342 X=708510.7241 Y=4229316.9301 X=708520.2079 Y=4229313.3087 X=708521.2937 Y=4229316.1053 X=708511.8302 Y=4229319.7793 X=708500.5154 Y=4229290.6342 X=708500.5154 Y=4229025.1706 X=708520.2894 Y=4229033.2417 X=708898.6803 Y=4229138.1829 X=708954.9316 Y=4229164.5338 X=709028.1680 Y=4229220.1347 X=709087.0848 Y=4229275.4414 X=709124.2327 Y=4229314.9850 X=709161.8026 Y=4229380.7308 X=709196.8366 Y=4229438.6431 X=709177.1092 Y=4229450.5772 X=709244.7485 Y=4229561.0660 X=709255.1101 Y=4229554.7474 X=709253.0569 Y=4229551.3899	

LEYENDA FO COORDENADAS	
	LÍNEA 03
X=708951.4209 Y=4229200.1125 X=708969.8395 Y=4229175.8518 X=709028.1680 Y=4229220.1347 X=709087.0848 Y=4229275.4414 X=709124.2327 Y=4229314.9850 X=709161.8026 Y=4229380.7308 X=709196.8366 Y=4229438.6431 X=709177.1092 Y=4229450.5772 X=709256.1208 Y=4229579.6426 X=709273.8799 Y=4229568.6319 X=709315.8094 Y=4229635.3089 X=709294.9801 Y=4229635.3089 X=709294.9801 Y=4229632.3089 X=709313.9229 Y=4229632.3089 X=709273.8799 Y=4229568.6319 X=709256.1208 Y=4229579.6426 X=709244.7470 Y=4229561.0457 X=709255.0928 Y=4229554.7191 X=709253.0569 Y=4229551.3899	

Todas la coordenadas están en:
UTM DATUM ETRS89 TM29

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	SSC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

LAYOUT FIBRA ÓPTICA

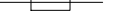
SITUACIÓN:

CONTACTO:



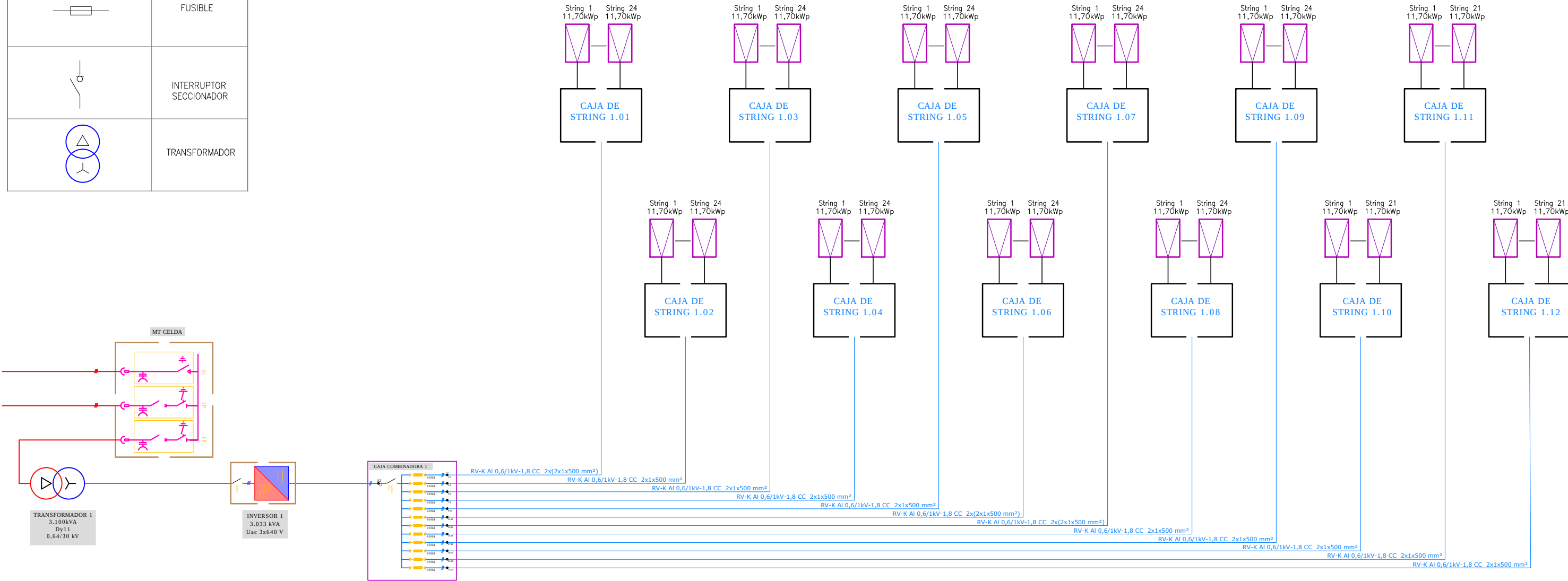
Executing your **renewable** vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020	
DIBUJADO	MMR	15/01/2020	ESCALA S/E
REVISADO	JMJ	25/02/2020	
APROBADO	JMB	25/02/2020	Nº DE PLANO EL_F402-1A 3/3

SIMBOLOGIA	
	INTERRUPTOR AUTOMATICO
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	PV PARARRAYOS
	FUSIBLE
	INTERRUPTOR SECCIONADOR
	TRANSFORMADOR

INVERSOR 1		
Cajas/inversor	Strings	Potencia kWp
Caja String 1 -CT	24	280,80
Caja String 2 -CT	24	280,80
Caja String 3 -CT	24	280,80
Caja String 4 -CT	24	280,80
Caja String 5 -CT	24	280,80
Caja String 6 -CT	24	280,80
Caja String 7 -CT	24	280,80
Caja String 8 -CT	24	280,80
Caja String 9 -CT	24	280,80
Caja String 10 -CT	21	245,70
Caja String 11 -CT	21	245,70
Caja String 12 -CT	21	245,70

SKID TIPO DE 1 INVERSOR: (SKID 5)



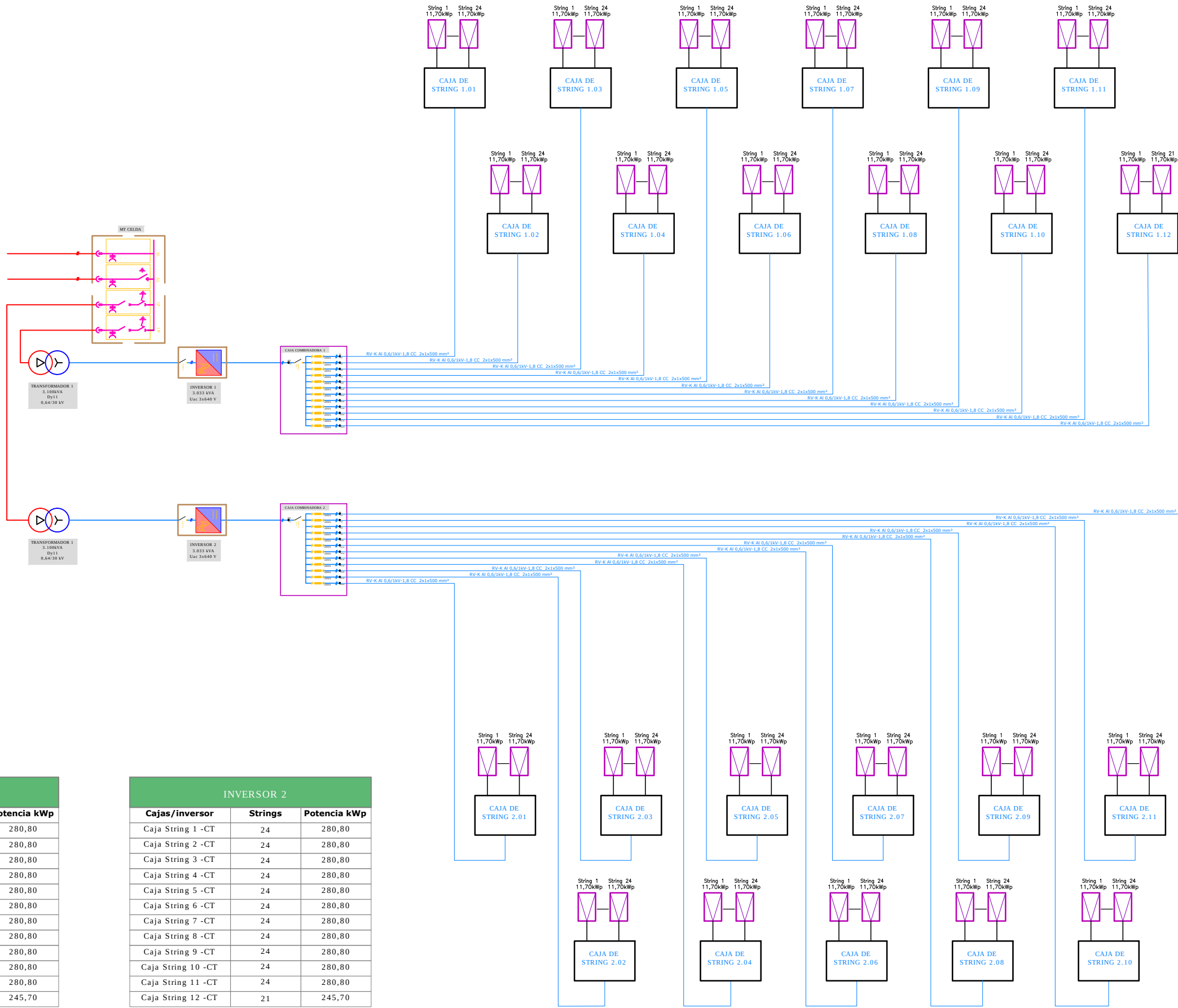
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	REVISIÓN DE CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA	JMJ	EGC	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
DIAGRAMA UNIFILAR - SKID DE 1 INVERSOR DE 3.033 kVA	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:

ingenostрум. Executing your renewable vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO
JMJ	JMJ	17/02/2020	A3
DIBUJADO	EGC	17/02/2020	ESCALA
JMJ	JMJ	25/02/2020	S/E
APROBADO	JBM	25/02/2020	Nº DE PLANO
			CV,F404-1A 1/5

SKID TIPO DE 2 INVERSORES: (SKID 2)



SIMBOLOGIA		
	INTERRUPTOR AUTOMATICO	
	INVERSOR FOTOVOLTAICO	
	PV PARARRAYOS	
	FUSIBLE	
	INTERRUPTOR SECCIONADOR	
	TRANSFORMADOR	

INVERSOR 1		
Cajas/inversor	Strings	Potencia kWp
Caja String 1 -CT	24	280,80
Caja String 2 -CT	24	280,80
Caja String 3 -CT	24	280,80
Caja String 4 -CT	24	280,80
Caja String 5 -CT	24	280,80
Caja String 6 -CT	24	280,80
Caja String 7 -CT	24	280,80
Caja String 8 -CT	24	280,80
Caja String 9 -CT	24	280,80
Caja String 10 -CT	24	280,80
Caja String 11 -CT	24	280,80
Caja String 12 -CT	21	245,70

INVERSOR 2		
Cajas/inversor	Strings	Potencia kWp
Caja String 1 -CT	24	280,80
Caja String 2 -CT	24	280,80
Caja String 3 -CT	24	280,80
Caja String 4 -CT	24	280,80
Caja String 5 -CT	24	280,80
Caja String 6 -CT	24	280,80
Caja String 7 -CT	24	280,80
Caja String 8 -CT	24	280,80
Caja String 9 -CT	24	280,80
Caja String 10 -CT	24	280,80
Caja String 11 -CT	24	280,80
Caja String 12 -CT	21	245,70

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
00	REVISIÓN DE CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA	JMJ	EGC	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
DIAGRAMA UNIFILAR - SKID DE 2 INVERSORES DE 3.033 kVA	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:

ingenostрум. Executing your renewable vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JMJ		17/02/2020	
DIBUJADO			ESCALA
EGC		17/02/2020	S/E
REVISADO			
JMJ		25/02/2020	
APROBADO			Nº DE PLANO
JBM		25/02/2020	CV,F404-1A 2/5

ARCHIVO: SP.0045.2.D.EL.F404-1A

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	REVISIÓN DE CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA	JMJ	EGC	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

DIAGRAMA UNIFILAR BT

SITUACIÓN:

CONTACTO:



Executing your **renewable** vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO
DIBUJADO	JMJ	17/02/2020	A3
REVISADO	EGC	17/02/2020	ESCALA
APROBADO	JMJ	25/02/2020	S/E
	JBM	25/02/2020	Nº DE PLANO
			CV,F404-1A 3/5

	Inversores (UD)	Potencia Inversor (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings 24 Entradas (UD)	Cajas Strings 21 Entradas (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.01	1	3.033	92	8.280	3.229,20	276	8	4	12
	1	3.033	92	8.280	3.229,20	276	8	4	12
SKID.02	1	3.033	95	8.550	3.334,50	285	11	1	12
	1	3.033	95	8.550	3.334,50	285	11	1	12
SKID.03	1	3.033	94	8.460	3.299,40	282	10	2	12
	1	3.033	95	8.550	3.334,50	285	11	1	12
SKID.04	1	3.033	94	8.460	3.299,40	282	10	2	12
	1	3.033	95	8.550	3.334,50	285	11	1	12
SKID.05	1	3.033	93	8.370	3.264,30	279	9	3	12
SKID.06	1	3.033	96	8.640	3.369,60	288	12	0	12
	1	3.033	97	8.730	3.404,70	291	6	7	13
SKID.07	1	3.033	97	8.730	3.404,70	291	6	7	13
	1	3.033	97	8.730	3.404,70	291	6	7	13
SKID.08	1	3.033	96	8.640	3.369,60	288	12	0	12
	1	3.033	96	8.640	3.369,60	288	12	0	12
TOTAL FV ARDILA	15	45.495	1.424	128.160	49.982,40	4.272	143	40	183

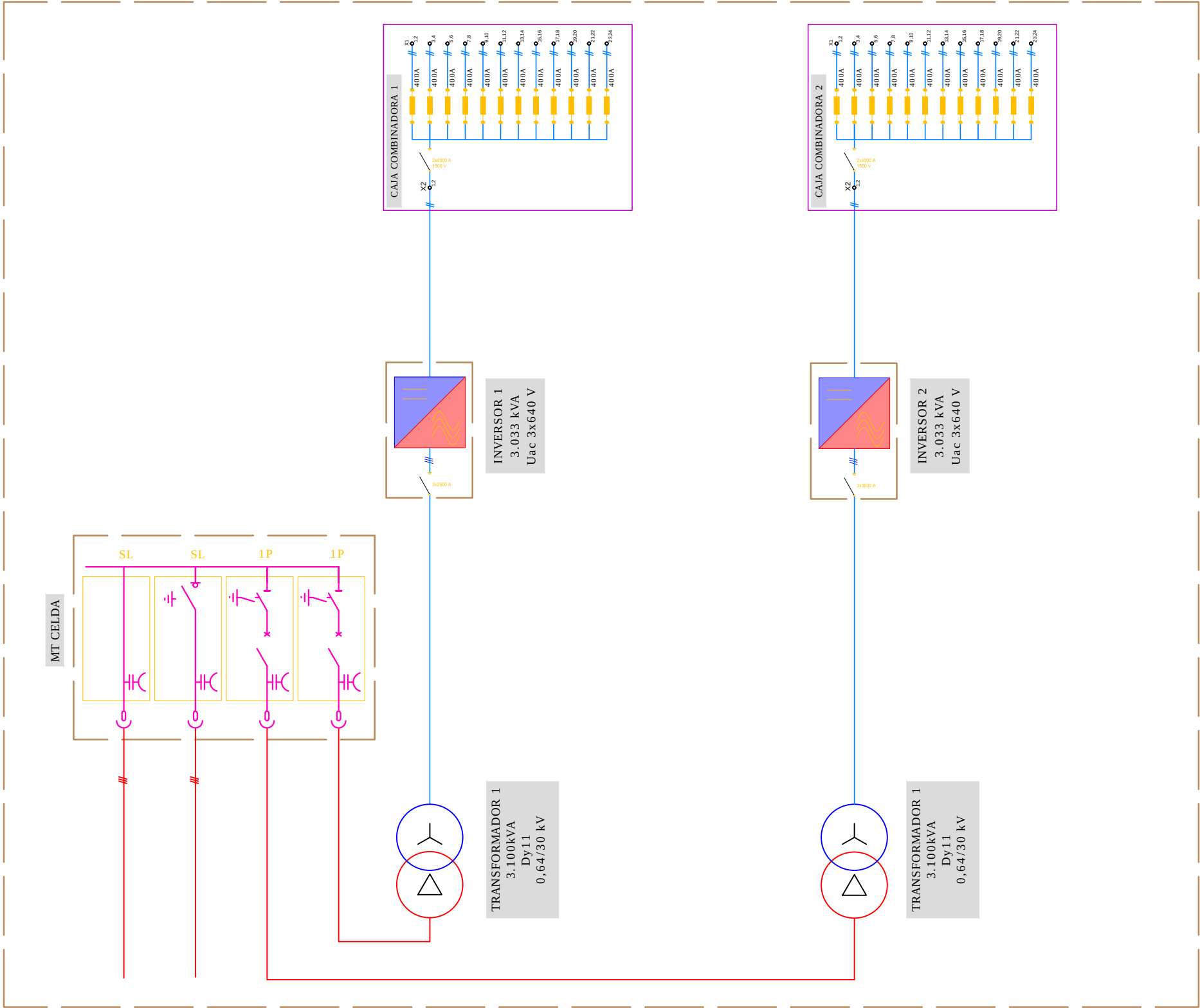
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	REVISIÓN DE CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA	JMJ	EGC	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA	
DIAGRAMA UNIFILAR BT	
SITUACIÓN:	
	CONTACTO:

ingenostрум. Executing your renewable vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO
JMJ	JMJ	17/02/2020	A3
DIBUJADO	EGC	17/02/2020	ESCALA
REVISADO	JMJ	25/02/2020	S/E
APROBADO	JBM	25/02/2020	Nº DE PLANO
CV,F404-1A			4/5

SKID TIPO DE 6.066 kVA



ARCHIVO: SP.0045.2.D.EL.F404-1A

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	REVISIÓN DE CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA	JMJ	EGC	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

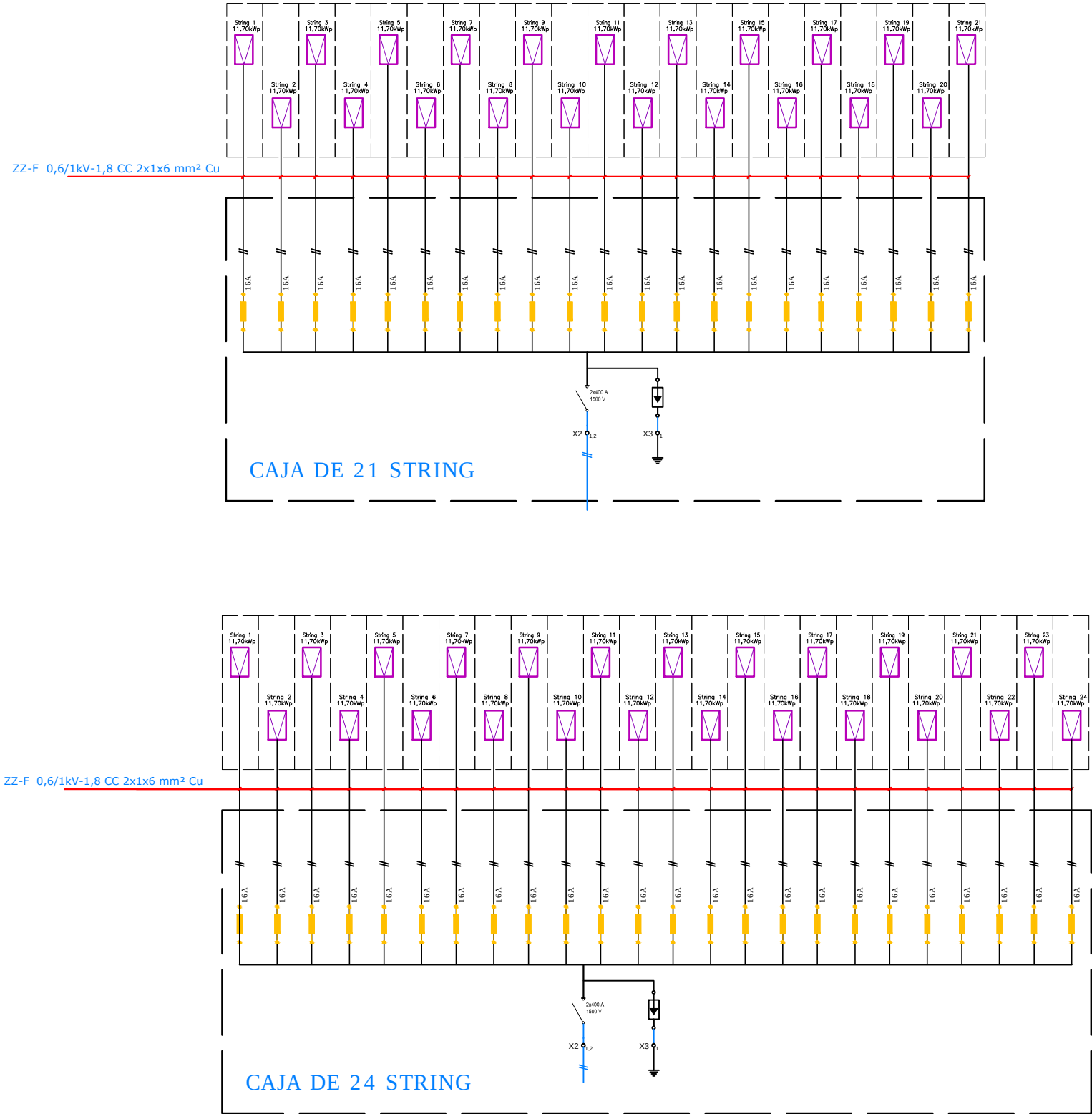
PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

DIAGRAMA UNIFILAR BT

SITUACIÓN:

CONTACTO:

ingenostrum. Executing your renewable vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO
JMJ	JMJ	17/02/2020	A3
DIBUJADO	EGC	17/02/2020	ESCALA
REVISADO	JMJ	25/02/2020	S/E
APROBADO	JBM	25/02/2020	Nº DE PLANO
			CV,F404-1A 5/5

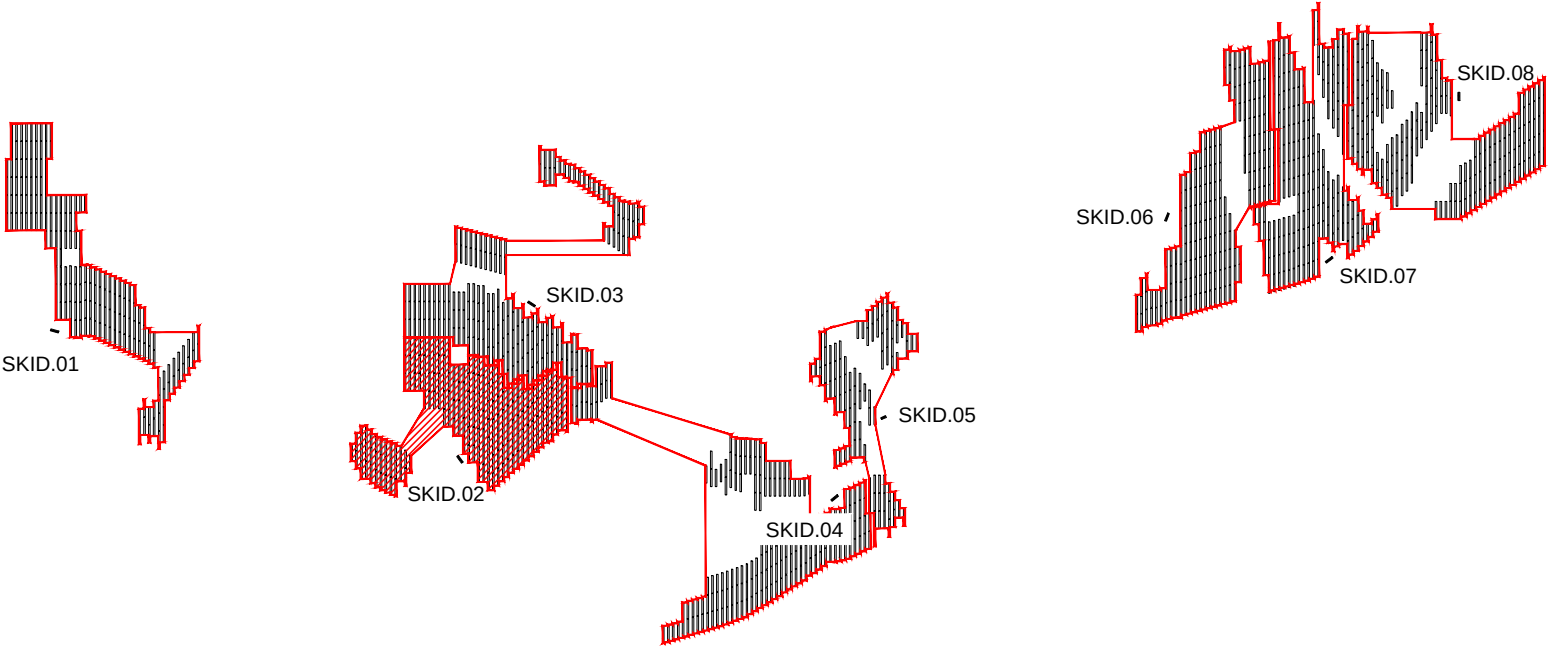


INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.E.L.F406-1A



FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA

LEYENDA	
	LIMITES DE GRUPO



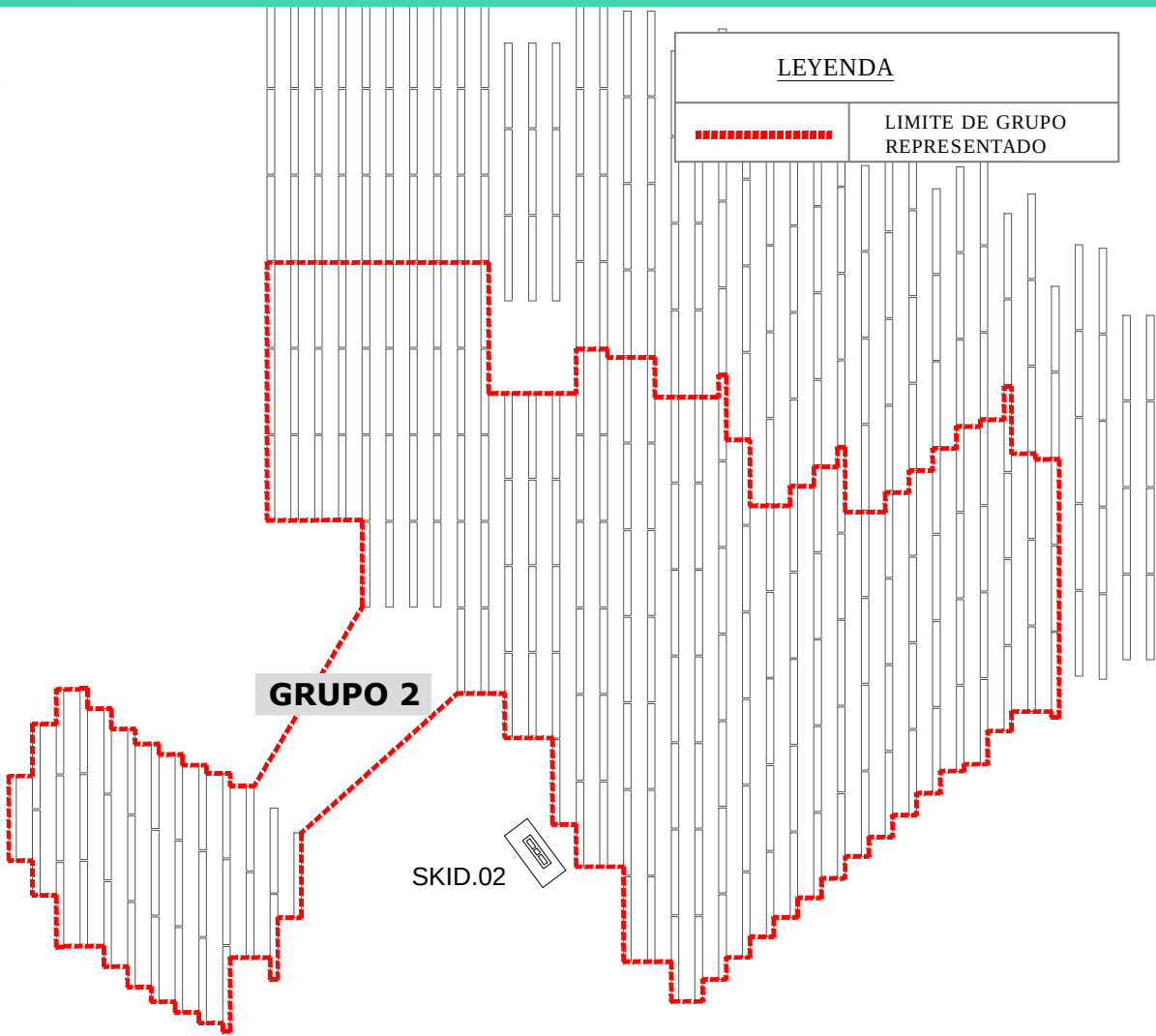
LOCALIZACIÓN DE BLOQUES

Escala: 1/20000

	Inversores (UD)	Potencia Nominal (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.01	2	6.066	184	16.560	6.458,40	552	24
SKID.02	2	6.066	190	17.100	6.669,00	570	24
SKID.03	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24
SKID.04	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24
SKID.05	1	3.033	93	8.370	3.264,30	279	12
SKID.06	2	6.066	193	17.370	6.774,30	579	25
SKID.07	2	6.066	194	17.460	6.809,40	582	26
SKID.08	2	6.066	192	17.280	6.739,20	576	24
TOTAL FV ARDILA	15	45.495	1.424	128.160	49.982,40	4.272	183



LEYENDA	
	LIMITE DE GRUPO REPRESENTADO



GRUPO 2

Escala: 1/4000

	Inversores (UD)	Potencia Inversor (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.02 (GRUPO 2)	1	3.033	95	8.550	3.334,50	285	12
	1	3.033	95	8.550	3.334,50	285	12
Total	2	6.066	190	17.100	6.669,00	570	24

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

GRUPO 2 BT

SITUACIÓN:

CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your **renewable** vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO
DIBUJADO	MMR	17/02/2020	ESCALA
REVISADO	JMJ	25/02/2020	VARIAS
APROBADO	JMB	25/02/2020	Nº DE PLANO
			EL.F406-1A-2/8

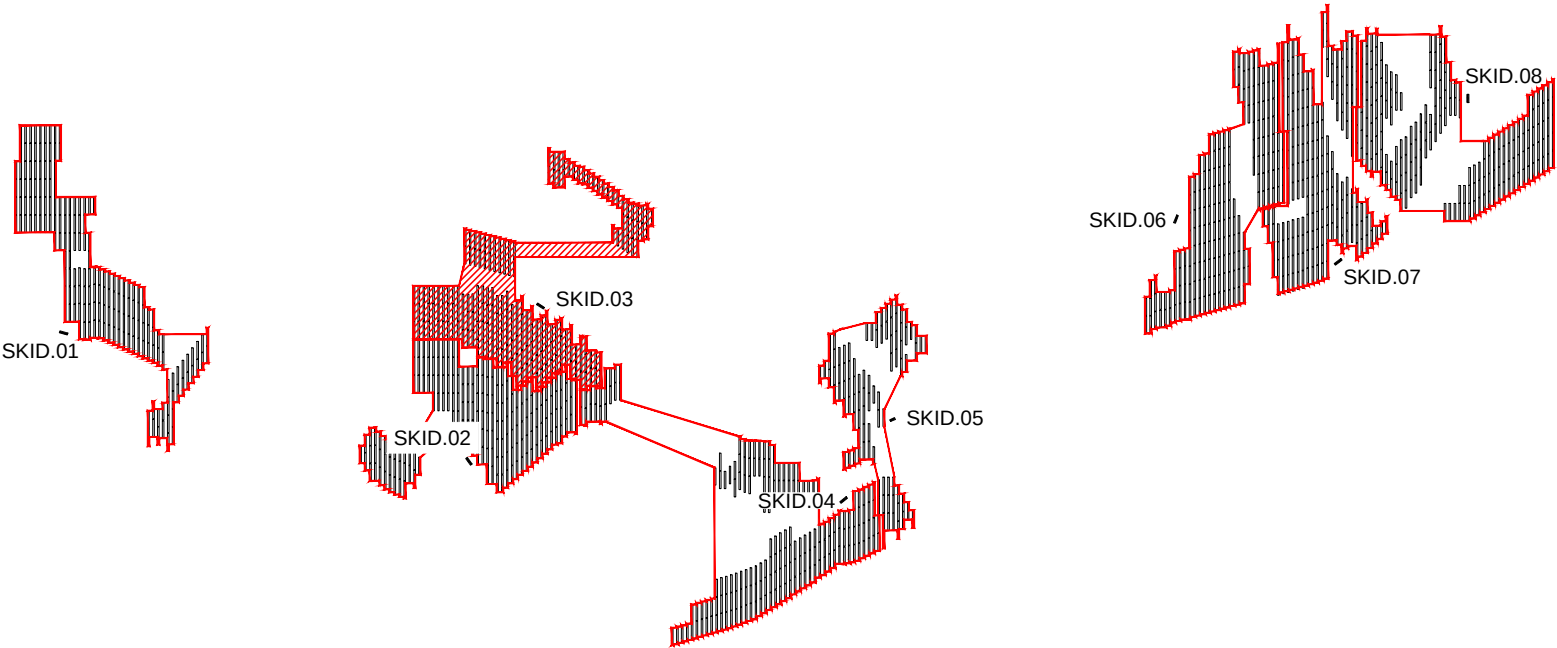
INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.E.L.F406-1A



FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA

LEYENDA

LIMITES DE GRUPO



LOCALIZACIÓN DE BLOQUES

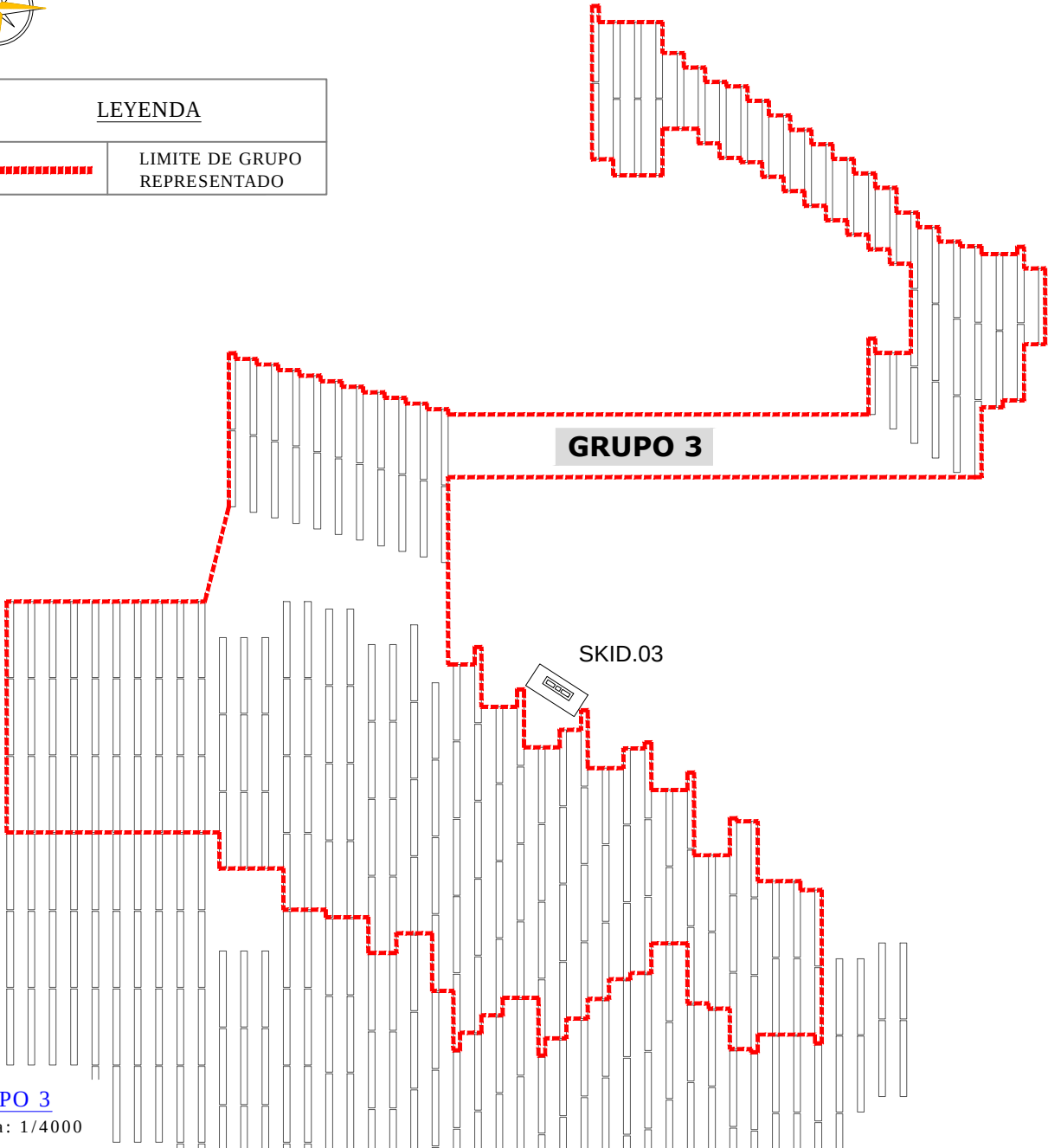
Escala: 1/20000

	Inversores (UD)	Potencia Nominal (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.01	2	6.066	184	16.560	6.458,40	552	24
SKID.02	2	6.066	190	17.100	6.669,00	570	24
SKID.03	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24
SKID.04	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24
SKID.05	1	3.033	93	8.370	3.264,30	279	12
SKID.06	2	6.066	193	17.370	6.774,30	579	25
SKID.07	2	6.066	194	17.460	6.809,40	582	26
SKID.08	2	6.066	192	17.280	6.739,20	576	24
TOTAL FV ARDILA	15	45.495	1.424	128.160	49.982,40	4.272	183



LEYENDA

LIMITE DE GRUPO REPRESENTADO



GRUPO 3

Escala: 1/4000

	Inversores (UD)	Potencia Inversor (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.03 (GRUPO 3)	1	3.033	94	8.460	3.299,40	282	12
	1	3.033	95	8.550	3.334,50	285	12
Total	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

GRUPO 3 BT

SITUACIÓN:

CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your renewable vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020	ESCALA VARIAS
DIBUJADO	MMR	17/02/2020	
REVISADO	JMJ	25/02/2020	Nº DE PLANO EL.F406-1A-3/8
APROBADO	JMB	25/02/2020	

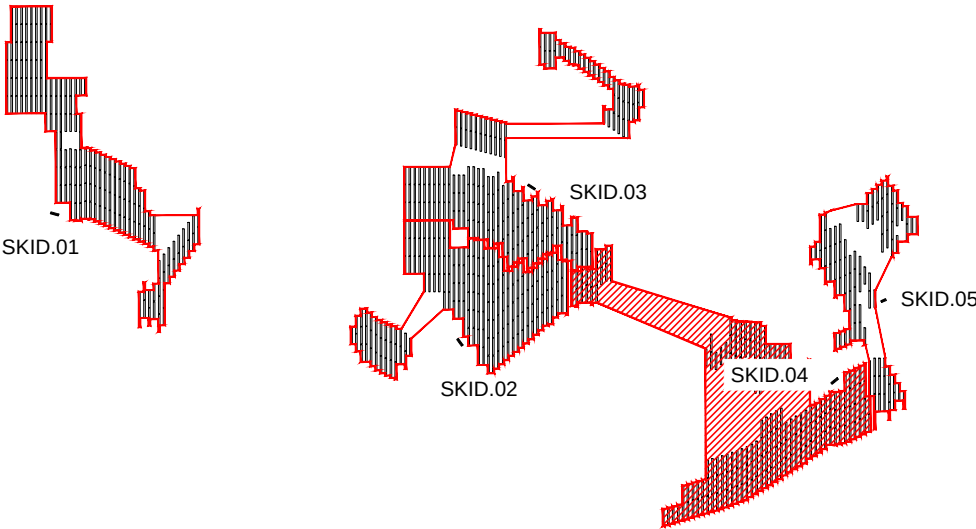
INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.E.L.F406-1A



FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA

LEYENDA

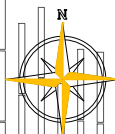
LIMITES DE GRUPO



LOCALIZACIÓN DE BLOQUES

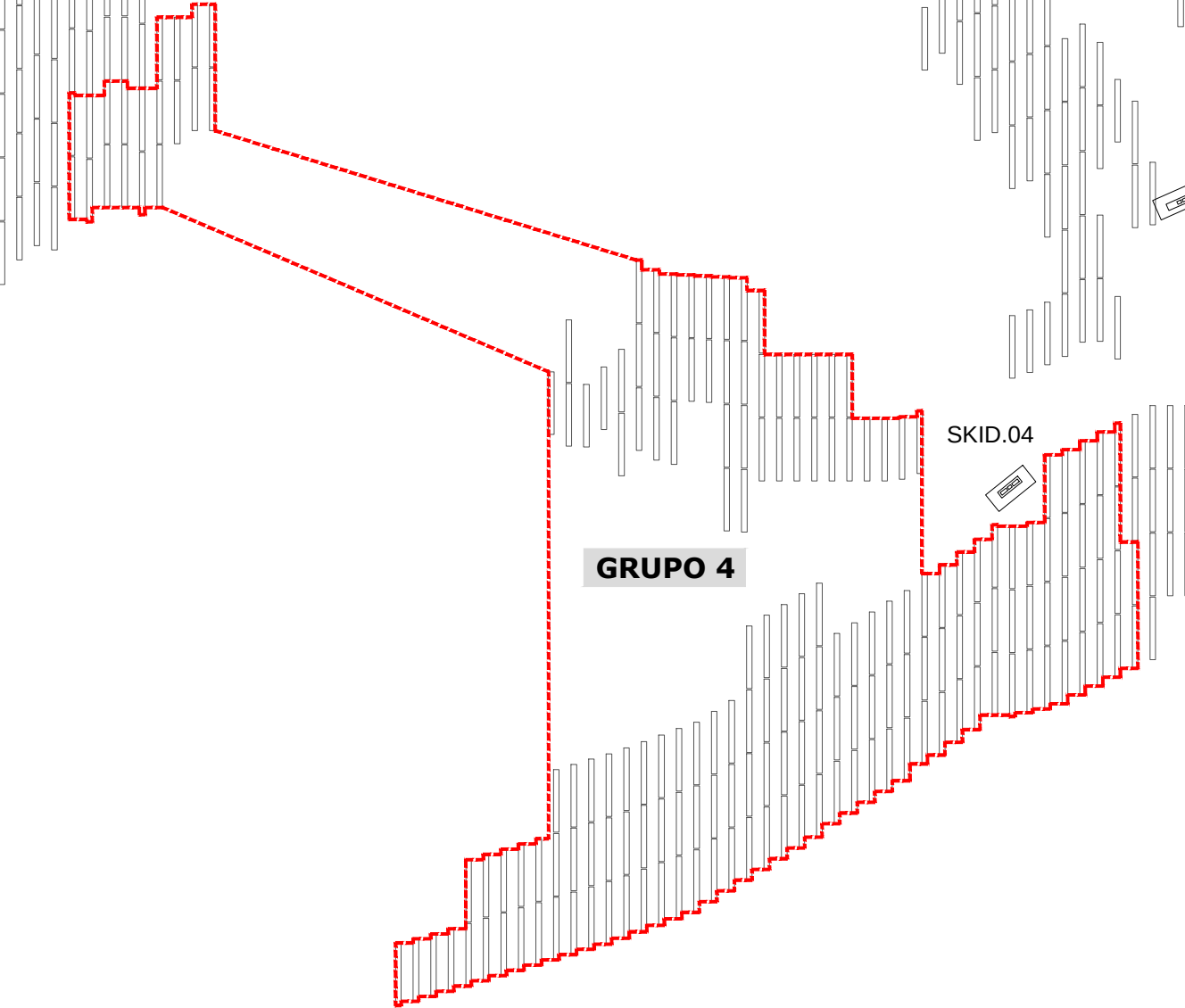
Escala: 1/20000

	Inversores (UD)	Potencia Nominal (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.01	2	6.066	184	16.560	6.458,40	552	24
SKID.02	2	6.066	190	17.100	6.669,00	570	24
SKID.03	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24
SKID.04	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24
SKID.05	1	3.033	93	8.370	3.264,30	279	12
SKID.06	2	6.066	193	17.370	6.774,30	579	25
SKID.07	2	6.066	194	17.460	6.809,40	582	26
SKID.08	2	6.066	192	17.280	6.739,20	576	24
TOTAL FV ARDILA	15	45.495	1.424	128.160	49.982,40	4.272	183



LEYENDA

LIMITE DE GRUPO REPRESENTADO



GRUPO 4

Escala: 1/5000

	Inversores (UD)	Potencia Inversor (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.04 (GRUPO 4)	1	3.033	94	8.460	3.299,40	282	12
	1	3.033	95	8.550	3.334,50	285	12
Total	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

GRUPO 4 BT

SITUACIÓN:

CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your renewable vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020	ESCALA
DIBUJADO	MMR	17/02/2020	VARIAS
REVISADO	JMJ	25/02/2020	Nº DE PLANO
APROBADO	JMB	25/02/2020	EL.F406-1A-4/8

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.E.L.F406-1A



FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA

LEYENDA

	LIMITES DE GRUPO
--	------------------



LOCALIZACIÓN DE BLOQUES

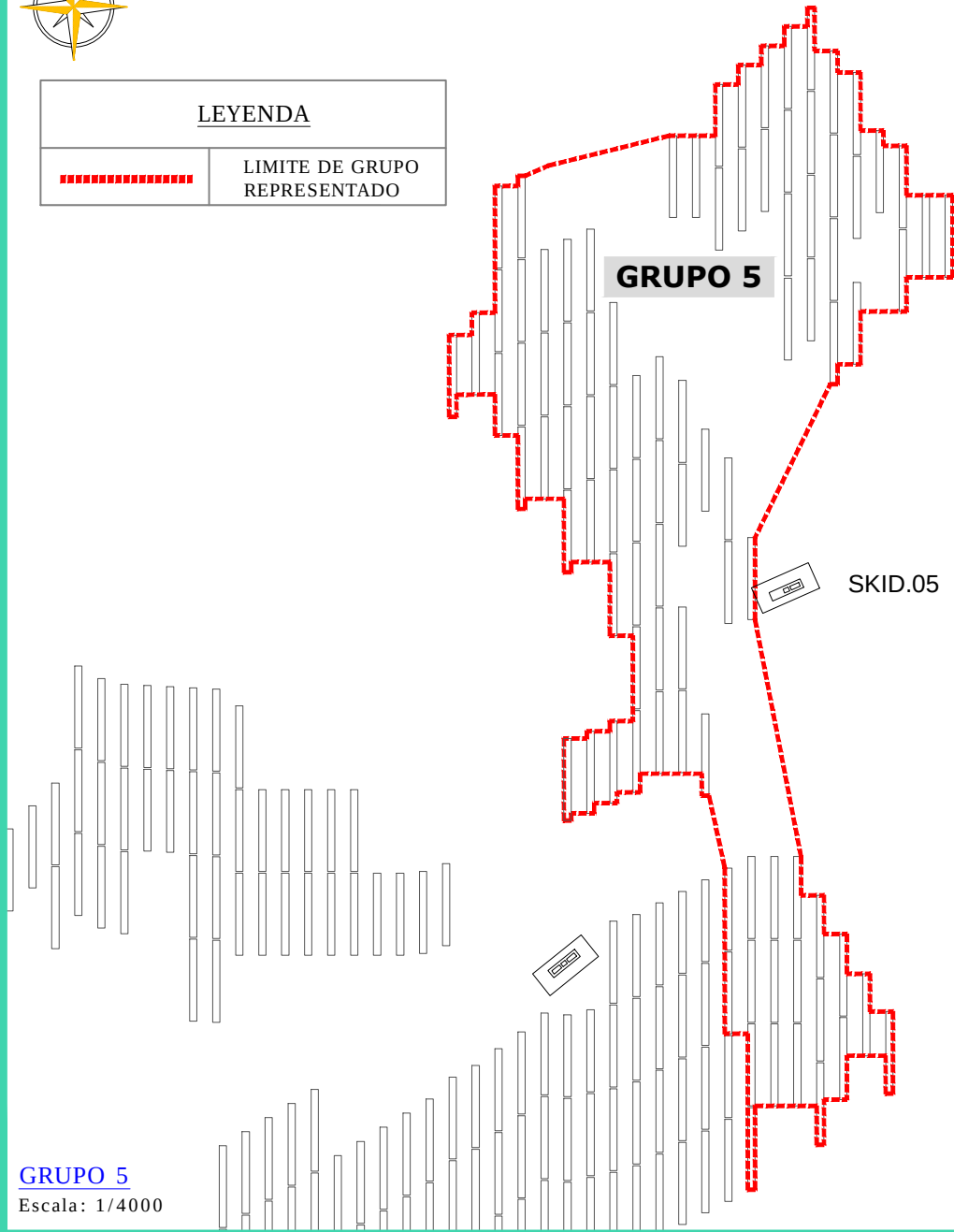
Escala: 1/20000

	Inversores (UD)	Potencia Nominal (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.01	2	6.066	184	16.560	6.458,40	552	24
SKID.02	2	6.066	190	17.100	6.669,00	570	24
SKID.03	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24
SKID.04	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24
SKID.05	1	3.033	93	8.370	3.264,30	279	12
SKID.06	2	6.066	193	17.370	6.774,30	579	25
SKID.07	2	6.066	194	17.460	6.809,40	582	26
SKID.08	2	6.066	192	17.280	6.739,20	576	24
TOTAL FV ARDILA	15	45.495	1.424	128.160	49.982,40	4.272	183



LEYENDA

	LIMITE DE GRUPO REPRESENTADO
--	------------------------------



GRUPO 5

Escala: 1/4000

	Inversores (UD)	Potencia Inversor (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.05 (GRUPO 5)	1	3.033	93	8.370	3.264,30	279	12
Total	1	3.033	93	8.370	3.264,30	279	12

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

GRUPO 5 BT

SITUACIÓN:

CONTACTO:



	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020	ESCALA
DIBUJADO	MMR	17/02/2020	VARIAS
REVISADO	JMJ	25/02/2020	Nº DE PLANO
APROBADO	JMB	25/02/2020	EL.F406-1A-5/8

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.E.L.F406-1A



FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA

LEYENDA

	LIMITES DE GRUPO
--	------------------



LOCALIZACIÓN DE BLOQUES

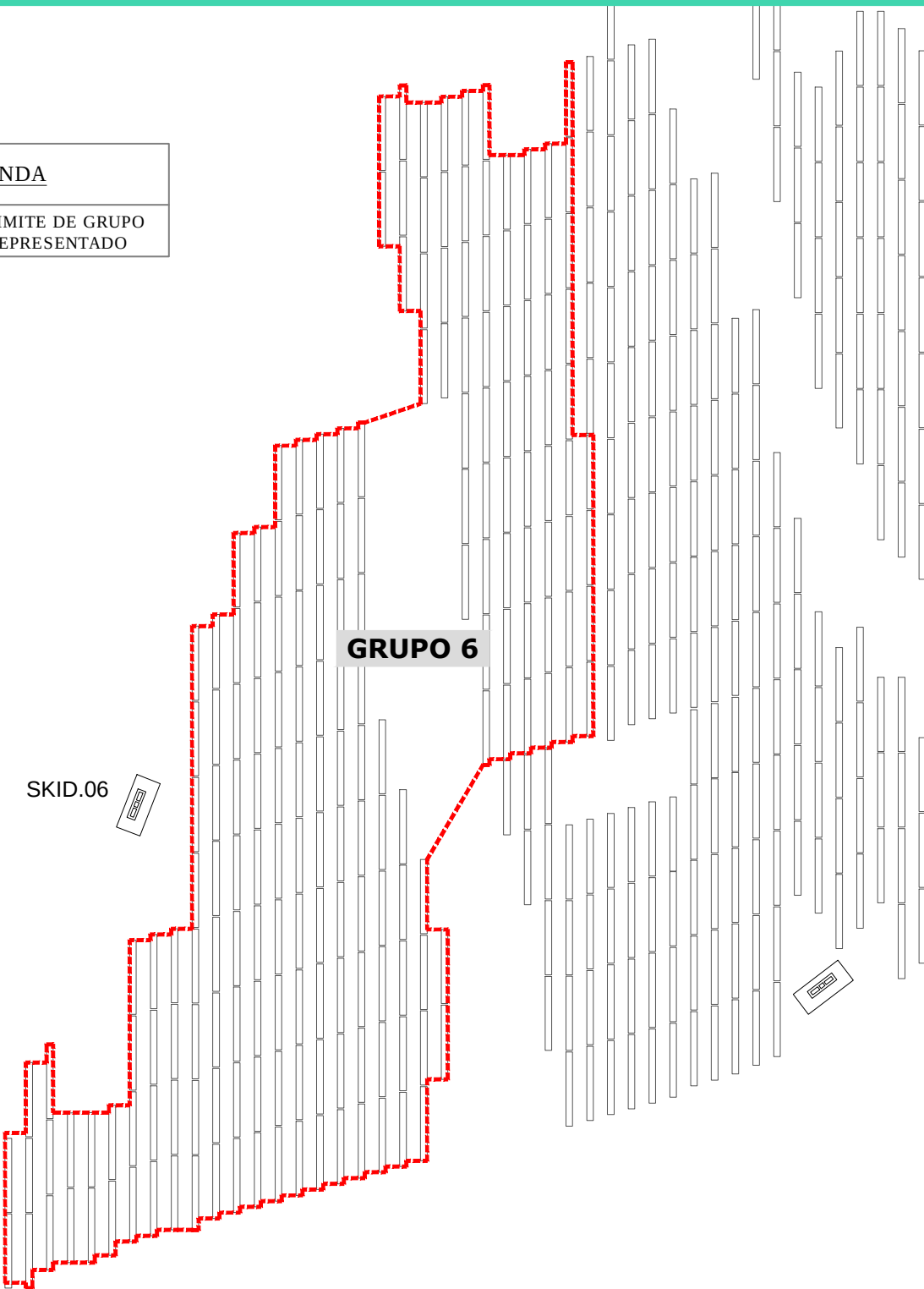
Escala: 1/20000

	Inversores (UD)	Potencia Nominal (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.01	2	6.066	184	16.560	6.458,40	552	24
SKID.02	2	6.066	190	17.100	6.669,00	570	24
SKID.03	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24
SKID.04	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24
SKID.05	1	3.033	93	8.370	3.264,30	279	12
SKID.06	2	6.066	193	17.370	6.774,30	579	25
SKID.07	2	6.066	194	17.460	6.809,40	582	26
SKID.08	2	6.066	192	17.280	6.739,20	576	24
TOTAL FV ARDILA	15	45.495	1.424	128.160	49.982,40	4.272	183



LEYENDA

	LIMITE DE GRUPO REPRESENTADO
--	------------------------------



GRUPO 6

Escala: 1/4000

	Inversores (UD)	Potencia Inversor (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.06 (GRUPO 6)	1	3.033	96	8.640	3.369,60	288	12
	1	3.033	97	8.730	3.404,70	291	13
Total	2	6.066	193	17.370	6.774,30	579	25

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

GRUPO 6 BT

SITUACIÓN:

CONTACTO:



	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020	ESCALA
DIBUJADO	MMR	17/02/2020	VARIAS
REVISADO	JMJ	25/02/2020	Nº DE PLANO
APROBADO	JBM	25/02/2020	EL.F406-1A-6/8

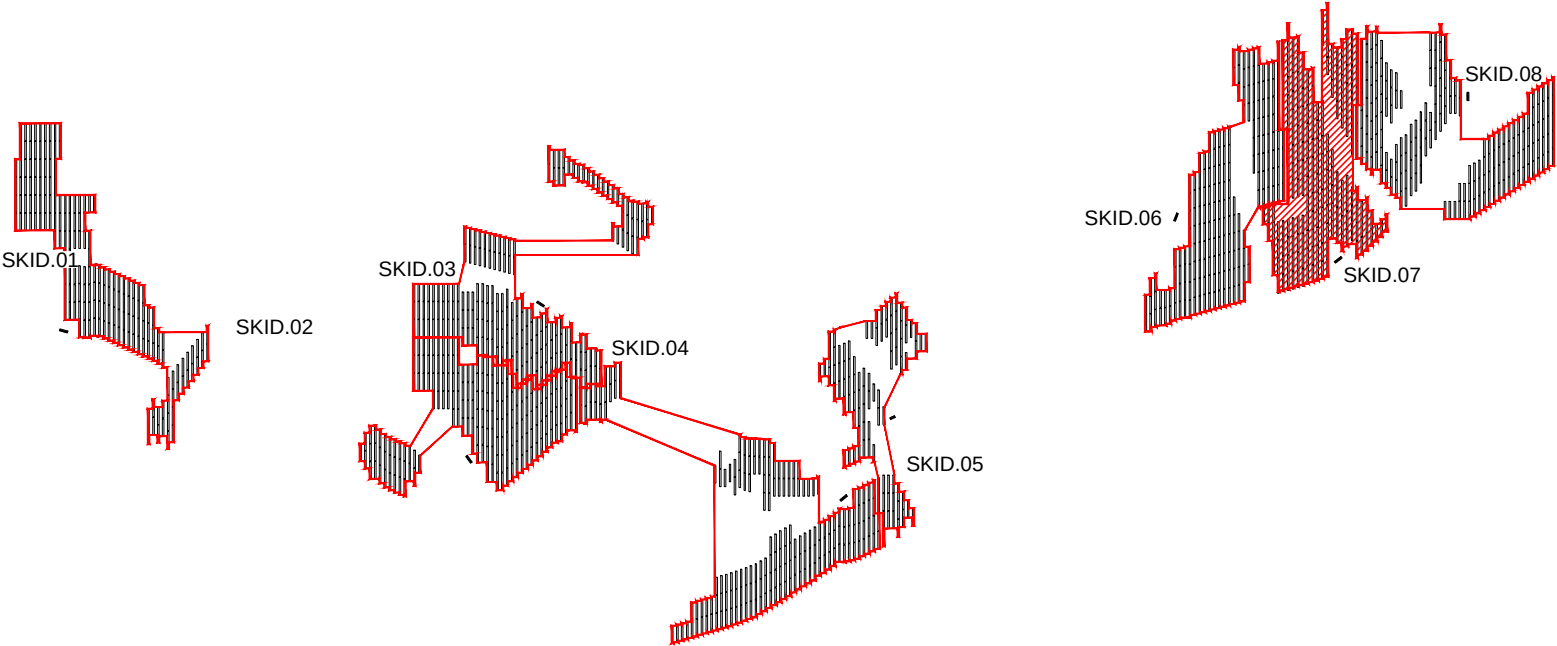
INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1ºI. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.
ARCHIVO: SP.0045.2.D.E.L.F406-1A



FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA

LEYENDA

LIMITES DE GRUPO



LOCALIZACIÓN DE BLOQUES

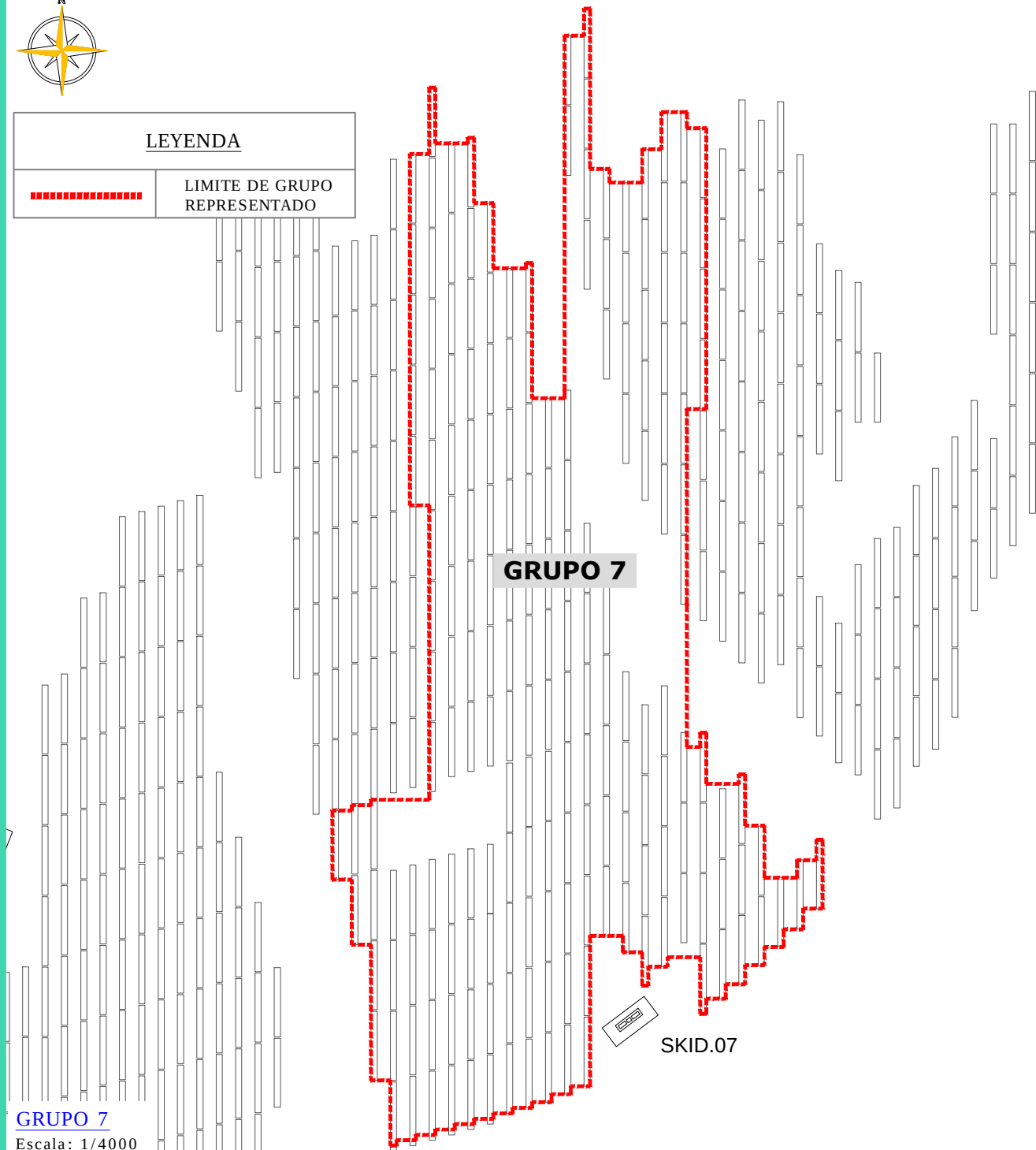
Escala: 1/20000

	Inversores (UD)	Potencia Nominal (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.01	2	6.066	184	16.560	6.458,40	552	24
SKID.02	2	6.066	190	17.100	6.669,00	570	24
SKID.03	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24
SKID.04	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24
SKID.05	1	3.033	93	8.370	3.264,30	279	12
SKID.06	2	6.066	193	17.370	6.774,30	579	25
SKID.07	2	6.066	194	17.460	6.809,40	582	26
SKID.08	2	6.066	192	17.280	6.739,20	576	24
TOTAL FV ARDILA	15	45.495	1.424	128.160	49.982,40	4.272	183



LEYENDA

LIMITE DE GRUPO REPRESENTADO



GRUPO 7

Escala: 1/4000

	Inversores (UD)	Potencia Inversor (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.07 (GRUPO 7)	1	3.033	97	8.730	3.404,70	291	13
SKID.07	1	3.033	97	8.730	3.404,70	291	13
Total	2	6.066	194	17.460	6.809,40	582	26

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

GRUPO 7 BT

SITUACIÓN:

CONTACTO:

ingenostrum.

Executing your renewable vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020	ESCALA
DIBUJADO	MMR	17/02/2020	VARIAS
REVISADO	JMJ	25/02/2020	Nº DE PLANO
APROBADO	JMB	25/02/2020	EL.F406-1A-7/8



FREGENAL DE LA SIERRA, BADAJOZ, ESPAÑA

LEYENDA

	LIMITES DE GRUPO
--	------------------



LOCALIZACIÓN DE BLOQUES

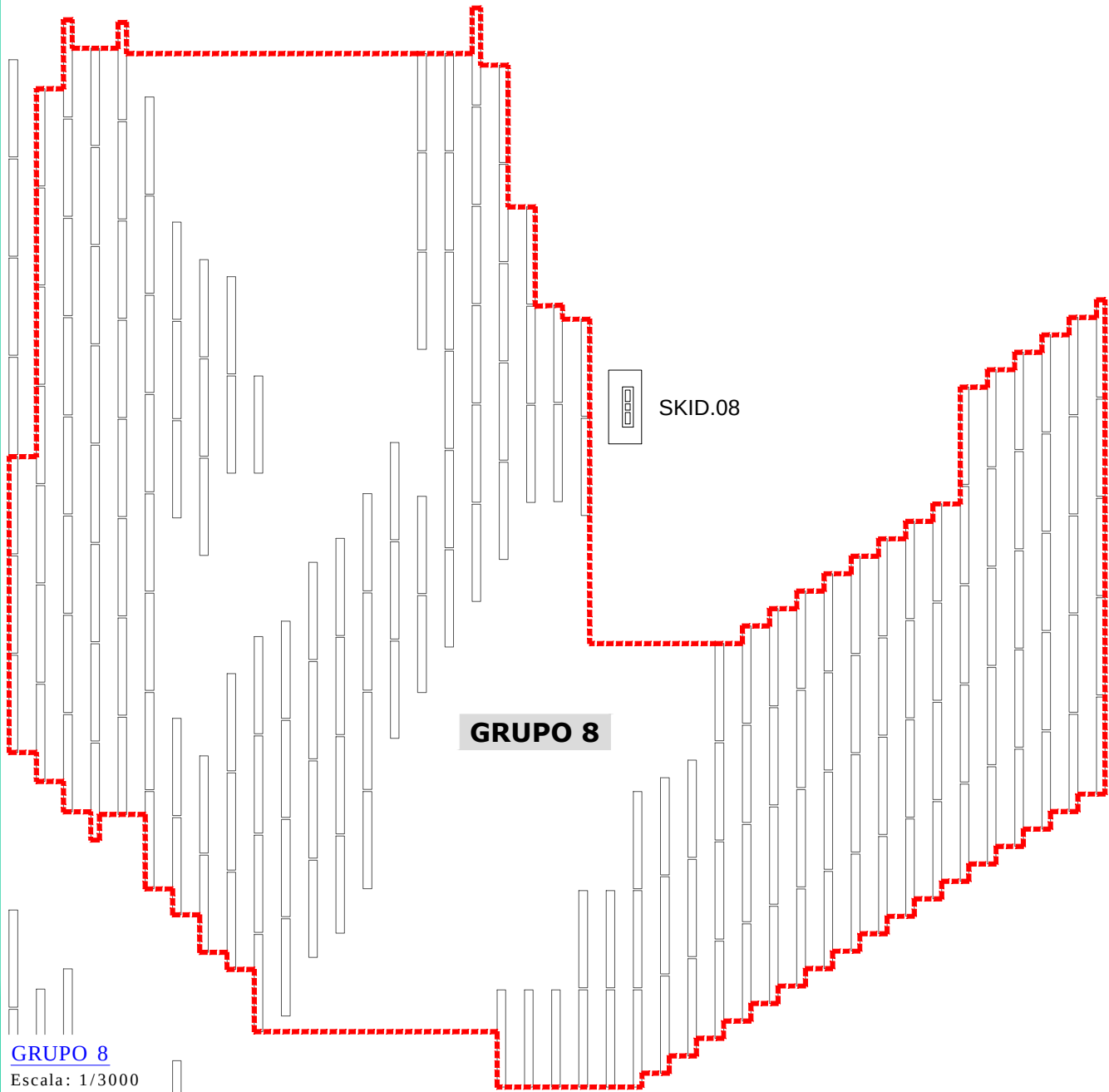
Escala: 1/20000

	Inversores (UD)	Potencia Nominal (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.01	2	6.066	184	16.560	6.458,40	552	24
SKID.02	2	6.066	190	17.100	6.669,00	570	24
SKID.03	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24
SKID.04	2	6.066	189	17.010	6.633,90	567	24
SKID.05	1	3.033	93	8.370	3.264,30	279	12
SKID.06	2	6.066	193	17.370	6.774,30	579	25
SKID.07	2	6.066	194	17.460	6.809,40	582	26
SKID.08	2	6.066	192	17.280	6.739,20	576	24
TOTAL FV ARDILA	15	45.495	1.424	128.160	49.982,40	4.272	183



LEYENDA

	LIMITE DE GRUPO REPRESENTADO
--	------------------------------



GRUPO 8

Escala: 1/3000

	Inversores (UD)	Potencia Inversor (kWn)	Seguidores (UD)	Módulos (UD)	Potencia kWp	Strings (UD)	Cajas Strings (UD)
SKID.08 (GRUPO 8)	1	3.033	96	8.640	3.369,60	288	12
Total	2	6.066	192	17.280	6.739,20	576	24

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	EGC	JMJ	JBM
01	MODIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS URBANÍSTICOS	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
ARDILA

GRUPO 8 BT

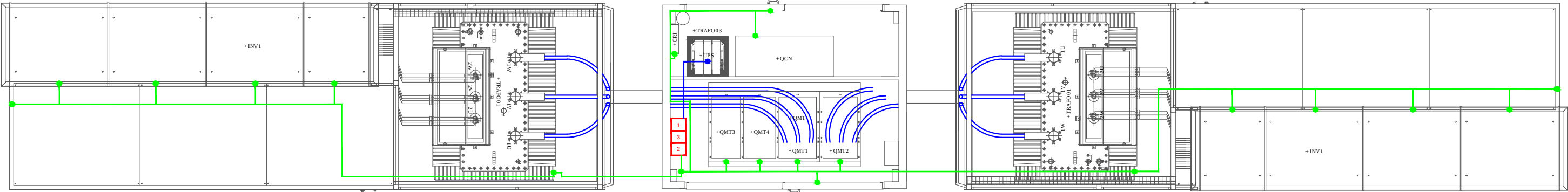
SITUACIÓN:

CONTACTO:



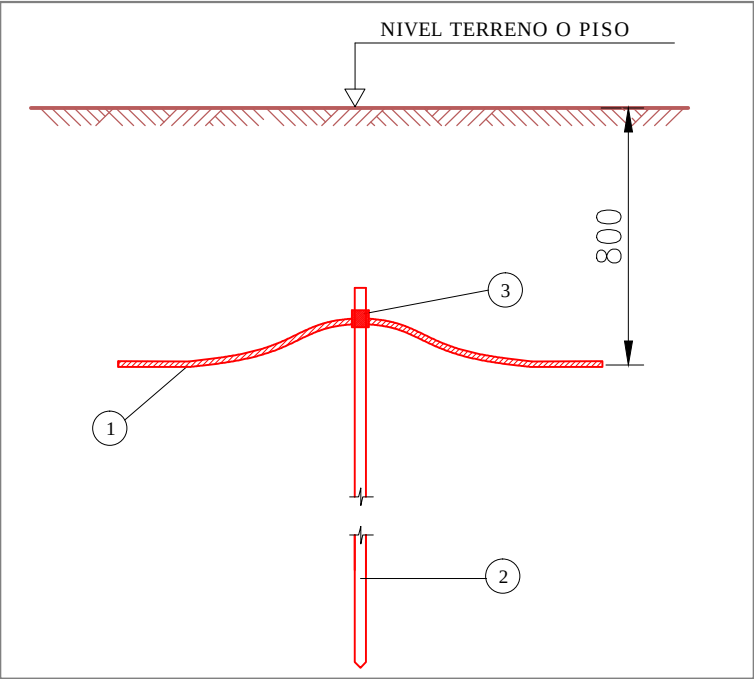
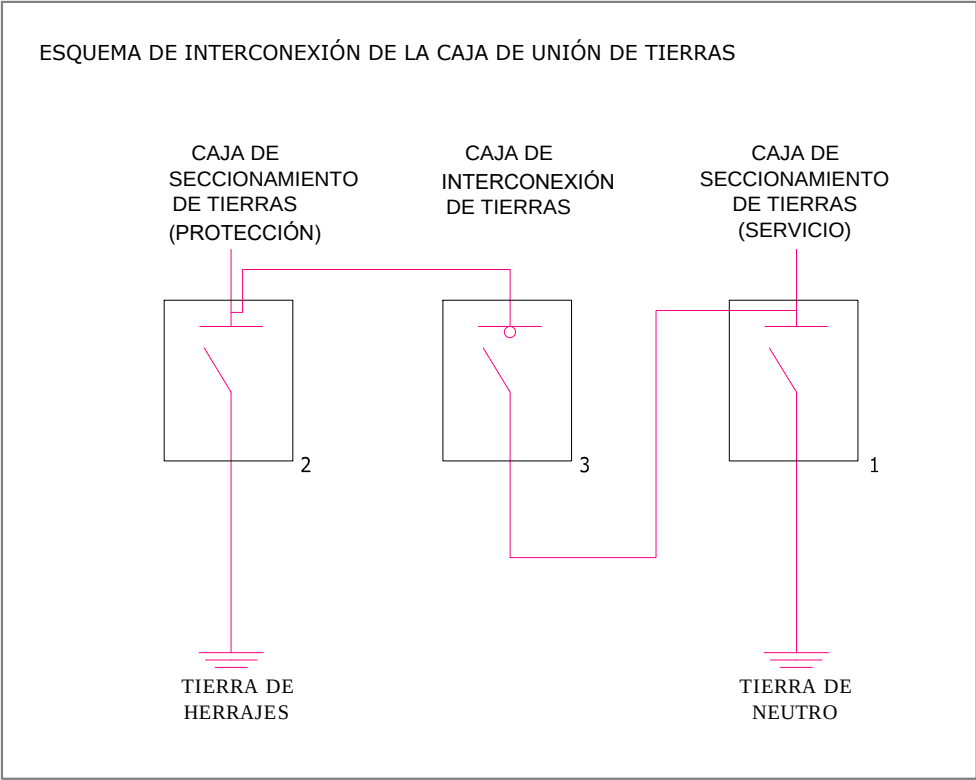
	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JMJ	12/02/2020	
DIBUJADO	MMR	17/02/2020	ESCALA VARIAS
REVISADO	JMJ	25/02/2020	
APROBADO	JBM	25/02/2020	Nº DE PLANO EL.F406-1A-8/8

CONEXIONES TIERRA CT



- Conexiones a tierra del CT: —————
- P.A.T de Servicio (cables unipolares de cobre, de 95 mm2 de sección):
Neutro del Transformador de SSAA
 - P.A.T de Protección (conductor de cobre de 95 mm2 de sección):
—————
Masas metálicas Contenedor
Envolvente
Puertas
Rejillas
Masas metálicas equipos BT
Masas metálicas trafo SSAA.
Masas metálicas Celda MT y pantalla conductores MT
Masas metálicas vallado transformador
Masas metálicas transformador poder
Vallado Perimetral Trafo de Potencia
P.A.T Maniobra Celda MT

ESQUEMA DE INTERCONEXIÓN DE LA CAJA DE UNIÓN DE TIERRAS



ID	DESCRIPCIÓN
1	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 95m ²
2	JABALINA / PICA Ø 16mm LARGO= 2m DE ACERO-COBRE DE 14 MM Y 2 METROS DE LONGITUD
3	GRAPA REFORZADA PARA UNIÓN DE PICAS CON LA MALLA DE TIERRA. TIPO TGT 142RF DE LA MARCA SOFAMEL. DE LATÓN CON ABARCÓN DE ACERO GALVANIZADO. PARA SECCIONES DE CABLE ENTRE 35 Y 150mm ² Y PARA DIÁMETRO DE PICA MÁXIMO DE 18,6mm.

NOTA : Los materiales que requieren certificación para su uso cumplen con este requisito

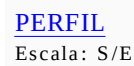
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISIÓN INICIAL	JMJ	MMR	JMJ	JBM

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO ARDILA
RED TIERRA SKID
SITUACIÓN:
CONTACTO:

ingenostрум. Executing your renewable vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JMJ	JMJ	08/01/2020	S/E
DIBUJADO	MMR	08/01/2020	Nº DE PLANO
REVISADO	JMJ	23/01/2020	EL.F409-0A
APROBADO	JBM	23/01/2020	

NORTE



*Datos cedidos por el fabricante

***Nota:**
Estructura base es 2x45 Portrait.
Aunque hasta comienzo de
Construcción no estará definida la
configuración final con el
fabricante de la estructura.

[illegible]



Executing your **renewable** vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	MMJ	11/09/2019	ESCALA S/E
DIBUJADO	MMR	11/09/2019	
REVISADO	MMJ	23/01/2020	
APROBADO	IBM	23/01/2020	Nº DE PLANO MC.F401-04

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS POR LA LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 30 kV CS ARDILA-SET BETURIA														
Nº de Finca según proyecto	Provincia	Término Municipal	Pol.	Par.	Referencia Catastral	Propietario	DNI	Domicilio	Teléfono	Superficie Catastral (m ²)	Afecciones			Naturaleza
											Cable (ml)	Servidumbre Permanente (m ²)	Servidumbre Temporal (m ²)	
1	Badajoz	Fregenal de la Sierra	9	11	06050A009000110000JM	-	-	-	-	1.837.419	260,54	286,56	264,60	Rncinar, Improductivo, Olivos secoano, Labor o Labradío secoano, Olivos secoano
2	Badajoz	Fregenal de la Sierra	9	9001	06050A009090010000JT	-	-	-	-	108.784	16,62	18,32	261,92	Vía de comunicación de dominio Público CR. Ermita Virgen Remedios
3	Badajoz	Fregenal de la Sierra	52	9007	06050A052090070000JL	-	-	-	-	56.383	14,19	15,61	26,97	Vía de comunicación de dominio Público CR ZAFRA-FREGENAL DE LA SIERRA
4	Badajoz	Fregenal de la Sierra	52	1	06050A052000010000JS	-	-	-	-	5.052	102,95	113,23	174,81	Olivo secoano
5	Badajoz	Fregenal de la Sierra	52	9008	06050A052090080000JT	-	-	-	-	12.382	10,91	12,02	40,85	Vía de comunicación de dominio PúblicoCNO A ZAFRA
6	Badajoz	Fregenal de la Sierra	52	51	06050A052000510000JT	-	-	-	-	60.381	179,50	197,45	341,02	Labor o Labradío secoano, Improductivo, Olivos secoano
7	Badajoz	Fregenal de la Sierra	52	9006	06050A052090060000JP	-	-	-	-	4.762	4,88	5,37	9,29	Vía de comunicación de dominio Público CAMINO
8	Badajoz	Fregenal de la Sierra	52	9004	06050A052090040000JG	-	-	-	-	6.445	8,28	9,11	15,74	Vía de comunicación de dominio Público Camino de las Juntas
9	Badajoz	Fregenal de la Sierra	52	84	06050A052000840000JF	-	-	-	-	196.938	19,66	21,62	37,35	Olivo secoano, Improductivo
10	Badajoz	Fregenal de la Sierra	52	9005	06050A052090050000JQ	-	-	-	-	2.473	4,27	4,70	8,12	Vía de comunicación de dominio Público CNO DE LA CATALINA-FREGENAL DE LA SIERRA
11	Badajoz	Fregenal de la Sierra	52	85	06050A052000850000JM	-	-	-	-	21.084	217,83	239,61	413,87	Olivos secoano
12	Badajoz	Fregenal de la Sierra	52	90	06050A052000900000JK	-	-	-	-	1.571.824	42,99	47,29	81,68	Olivos secoano, Improductivo, Labor o Labradío secoano, Labor o Labradío regadío
13	Badajoz	Fregenal de la Sierra	52	9015	06050A052090150000JK	-	-	-	-	160.767	723,47	795,82	1.374,60	Vía de comunicación de dominio Público Cordel Mesteño Fuente Romero
14	Badajoz	Fregenal de la Sierra	35	9001	06050A035090010000JU	-	-	-	-	28.417	20,92	23,01	39,75	Vía de comunicación de dominio Público Vereda Jerez de los Caballeros
15	Badajoz	Fregenal de la Sierra	52	9002	06050A035090020000JH	-	-	-	-	87.241	698,45	768,30	1.327,06	Vía de comunicación de dominio Público Cordel Mesteño Fuente Romero
16	Badajoz	Fregenal de la Sierra	36	4	06050A036000040000JR	-	-	-	-	979.256	157,88	173,67	299,97	Encinar, Pastos, Olivo secoano, Improductivo

	LÍNEAS MT QUE DISCURREN POR PARCELAS NO CONTRATADAS
	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT DE EVACUACIÓN HACIA SET BETURIA