



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 kW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

Alumno: José Antonio Cano Linde

Tutor: Prof. D. Pedro Gómez Vidal
Dpto: Ingeniería Eléctrica

Septiembre, 2014



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

TRABAJO FIN DE GRADO

Instalación fotovoltaica de 200 kW conectada a la red de distribución de media tensión para producción y venta de energía

Jaén, Septiembre de 2014

Alumno: José Antonio Cano Linde

VºBº Tutor: Pedro Gómez Vidal

Dpto: Ingeniería Eléctrica

TRABAJO FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW
CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y
VENTA DE ENERGÍA.**

ÍNDICE GENERAL

MEMORIA

1.	OBJETO DEL PROYECTO.....	17
2.	PROMOTOR.	17
3.	AUTOR DEL PROYECTO.	17
4.	LOCALIZACIÓN.	18
5.	ALCANCE.....	18
6.	ANTECEDENTES.....	18
7.	REGLAMENTACIÓN.	19
8.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO OBJETO PARA LA INSTALACIÓN FOTVOLTAICA.....	19
9.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.	21
9.1.	MÓDULOS FOTVOLTAICOS.....	21
9.1.1.	SISTEMA DE MONTAJE	22
9.2.	INVERSOR	23
9.2.1.	JUSTIFICACIÓN.....	25
9.2.2.	EMPLAZAMIENTO	25
9.3.	CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA	26
9.3.1.	CABLEADO EN CONTINUA.	28
9.3.2.	PROTECCIONES EN LA RED DE CONTINUA.....	33
9.3.2.1.	PROTECCIÓN DE EQUIPOS.....	33
9.3.2.2.	PROTECCIÓN FRENTE A SOBREINTENSIDADES.....	33
9.3.2.2.1.	PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES	34
9.3.2.3.	PROTECCIÓN DE PERSONAS	34
9.4.	RED DE BAJA TENSIÓN DE CORRIENTE ALTERNA	35
9.4.1.	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN	35
9.4.2.	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN	36
9.4.3.	CONDUCTORES	36
9.5.	CANALIZACIONES.....	37
9.5.1.	TUBOS EN CANALIZACIONES ENTERRADAS.....	37
9.5.2.	TUBOS EN CANALIZACIONES EMPOTRADAS.	39
9.6.	PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN FOTVOLTAICA	40
9.6.1.	OBJETIVO	40
9.6.2.	ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA.	40
9.6.3.	PUESTA A TIERRA EN EL CIRCUITO DE CORRIENTE CONTINUA.	41
9.6.4.	PUESTA A TIERRA EN EL CIRCUITO DE CORRIENTE ALTERNA	41
9.6.5.	CONDUCTORES UTILIZADOS DE PROTECCIÓN.....	41

9.6.6.	SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS.....	42
10.	OBRA CIVIL.....	42
10.4.	ZANJAS.....	43
10.5.	CONSTRUCCIÓN ARQUETAS.....	43
10.6.	CANALIZACIÓN ELÉCTRICA.....	43
10.7.	IMPLEMENTACIÓN EN LA MEJORA DE LA ESTRUCTURA.....	44
10.8.	CASETA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES.....	45
11.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	46
11.4.	PROPIEDAD.....	46
11.5.	EMPLAZAMIENTO.....	46
11.6.	CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE SUMINISTRO.....	47
11.7.	CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO.....	47
11.8.	ELEMENTOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	47
11.8.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.....	48
11.8.2.	TRANSFORMADOR.....	48
11.8.3.	CELDAS.....	49
11.8.3.1.	CELDA DE ENTRADA DE LÍNEA.....	49
11.8.3.2.	CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS.....	50
11.8.4.	CARACTERÍSTICAS MATERIAL AUXILIAR DE MEDIA TENSIÓN.....	50
11.8.5.	CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN.....	50
11.9.	PUESTA A TIERRA.....	51
11.9.1.1.	TIERRA DE PROTECCIÓN.....	52
11.9.1.2.	TIERRA DE SERVICIO.....	52
11.9.1.3.	TIERRAS INTERIORES.....	52
11.10.	INSTALACIONES SECUNDARIAS.....	53
12.	EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA A LA RED.....	53
12.1.	CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	53
12.1.1.	EMPLAZAMIENTO Y SALAS.....	53
12.1.2.	RECINTO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (UNIVERSIDAD DE JAÉN).....	54
12.1.3.	RECINTO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (ENDESA).....	55
12.2.	MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....	55
13.	MONITORIZACIÓN.....	56
13.1.	PERFORMANCE RATIO INICIAL DE LA INSTALACIÓN.....	58
14.	ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE DOCUMENTOS BÁSICOS.....	58
15.	PRESUPUESTO.....	58

16.	BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA.....	59
-----	-----------------------------	----

ANEXO I: CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN

1.	CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN.....	64
1.1.	ESTUDIO ENERGÉTICO.....	64
1.2.	DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS.....	64
1.3.	PERFORMANCE RATIO	67
1.3.1.	ENERGÍA PRODUCIDA.....	68
2.	DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.	72
2.1.	CÁLCULO DE LA POTENCIA PICO DEL GENERADOR.....	72
2.2.	CONFIGURACIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	73
2.2.1.	TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA QUE EL MÓDULO PUEDE ALCANZAR. 73	
2.2.2.	VALORES DE TENSIÓN MÁXIMA Y MÍNIMA QUE EL MÓDULO PUEDE ALCANZAR.	74
2.2.3.	VALORES MÁXIMOS DE CORRIENTE QUE PUEDE ALCANZAR EL MÓDULO	75
2.2.4.	NÚMERO DE MÓDULOS EN SERIE	75
2.2.4.1.	NÚMERO DE MÓDULOS EN SERIE POR CADA RAMAL.....	75
2.2.4.2.	NÚMERO DE HILERAS EN PARALELO	76
2.2.5.	DESCRIPCIÓN ADOPTADA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	76
3.	CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	77
3.1.	RED DE CORRIENTE CONTINUA.	78
3.1.1.	COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	78
3.1.1.1.	CABLEADO NIVEL 1. CABLEADO LOCALIZADO EN LA CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS.....	78
3.1.1.2.	CABLEADO ENTRE LA CAJA DE CONEXIONADO DE CORRIENTE CONTINUA Y LA CAJA DE CONEXIONADO DEL INVERSOR	79
3.1.1.3.	CABLEADO ENTRE LA CAJA DE CONEXIÓN DEL INVERSOR Y EL INVERSOR.	80
3.1.2.	COMPROBACIÓN POR CAIDA DE TENSIÓN.....	81
3.1.3.	RED DE CORRIENTE ALTERNA.....	82
3.1.3.1.	TRAMO SALIDA INVERSOR HASTA ENTRADA CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN B.T.....	83
4.	SOMBREADO	84
5.	PROTECCIONES	86

5.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES	86
5.2.	INTENSIDADES EN LA RED DE CORRIENTE CONTINUA	87
5.3.	INTENSIDAD EN LA RED DE ALTERNA.....	88
5.4.	ESQUEMA DE CONEXIONES DEL GENERADOR	88
5.5.	CARACTERÍSTICAS DE LOS DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN	89
5.5.1.	RED DE CORRIENTE CONTINUA	89
5.5.2.	RED DE CORRIENTE ALTERNA	90
5.6.	MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE A SOBRECARGAS Y SOBREINTENSIDADES EN LA PARTE DE CONTINUA.....	91
5.6.1.	PROTECCIÓN ELEMENTOS SITUADOS EN CAJA CONEXIÓN SUBGENERADOR.....	92
5.6.2.	PROTECCIÓN CONDUCTORES CAJAS DEL SUBGENERADOR Y CAJAS GENERAL DE CONEXIÓN DEL INVERSOR, SITUADOS EN LA CAJA GENERAL DE CONEXIÓN.....	93
6.	DISEÑO Y CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN SOLAR....	95
6.1.	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL TERRENO.	95
6.2.	CÁLCULO DE LAS PICAS DE TIERRA	96
6.3.	CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	97

ANEXO II: CÁLCULO DEL CT Y CS

1.	DISEÑO DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	102
1.1.	CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN.....	102
1.2.	CRITERIO TÉRMICO.....	103
1.3.	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN. 103	
1.4.	RESULTADOS DE LOS DATOS OBTENIDOS.....	104
2.	CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	105
2.1.	INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.....	105
2.2.	INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN	106
2.3.	CORTOCIRCUITOS.....	107
2.3.1.	CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO	107
2.3.2.	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN.	108
2.3.3.	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.....	108
2.4.	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....	109
2.4.1.	COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	109
2.4.2.	COMPROBACIÓN POR ESFUERZOS ELECTRODINÁMICOS.	110

2.5.	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.....	110
2.5.1.	PROTECCIÓN GENERAL EN MEDIA TENSIÓN.....	110
2.5.2.	PROTECCIÓN GENERAL EN BAJA TENSIÓN.....	111
2.6.	DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN.....	112
2.7.	DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.....	112
2.8.	VENTILACIÓN DEL EDIFICIO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y DE LOS DOS INVERSORES.....	112
2.8.1.	VENTILACIÓN DE LOS DIFERENTES EQUIPOS.....	113
2.8.2.	VENTILACIÓN DE LOS INVERSORES.....	113
2.8.3.	VENTILACIÓN DEL TRANSFORMADOR.....	113
2.8.4.	CELDA DE MEDIA TENSIÓN.....	114
2.8.5.	RESUMEN DE VENTILACIÓN ADOPTADA.....	114
2.9.	VENTILACIÓN FORZADA EN LOS DIFERENTES EQUIPOS.....	115
2.10.	CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	115
2.10.1.	INTENSIDAD DE DEFECTO Y REACTANCIA CAPACITIVA.....	116
2.11.	CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	119
2.11.1.	INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.....	120
2.11.2.	LÍNEAS DE TIERRA.....	121
2.11.3.	CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS ELECTRODOS.....	122
2.11.4.	CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA.123	
2.11.4.1.	SEGURIDAD DE LAS PERSONAS.....	123
2.11.4.2.	PROTECCIÓN DEL MATERIAL.....	123
2.11.4.3.	LIMITACIÓN DE LA CORRIENTE DE DEFECTO.....	123
2.12.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA SALA DE INVERSORES, CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	124
2.13.	CASETA DE INVERSORES Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	124
2.13.1.	GRADO DE ELECTRIFICACIÓN.....	124
2.13.1.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS EXISTENTES.....	124
2.13.1.2.	DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.....	125
2.13.1.3.	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN.....	125
3.	CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	131
3.1.	TIERRA DE PROTECCIÓN.....	131
3.2.	TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	132
3.3.	VENTILACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	132
3.4.	CASETA DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	132

3.4.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS EXISTENTES	132
3.4.2.	DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.	133
3.4.3.	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN.	133

ANEXO III: CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

1.	DATOS DE OBRA	138
1.1.	NORMAS CONSIDERADAS	138
1.2.	ESTADOS LÍMITE	138
1.2.1.	SITUACIONES DE PROYECTO	138
1.2.2.	COMBINACIONES.....	141
1.3.	SISMO DINÁMICO.....	142
1.3.1.	DATOS GENERALES DE SISMO.....	142
2.	ESTRUCTURA	144
2.1.	GEOMETRÍA.....	144
2.1.1.	NUDOS.....	144
2.1.2.	BARRAS	145
2.1.2.1.	MATERIALES UTILIZADOS	145
2.1.2.2.	DESCRIPCIÓN.....	146
2.2.	CARGAS.....	147
2.2.1.	BARRAS	147
2.3.	RESULTADOS.....	149
2.3.1.	RESISTENCIA	149
2.3.2.	FLECHAS	149
2.3.3.	COMPROBACIONES E.L.U.....	152

ANEXO IV: DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS INSTALADOS

HOJA DE CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO	156
HOJA DE CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR	157
DETALLES A UTILIZAR PARA LA SUJECCIÓN DE LOS MÓDULOS.....	158
CABLE RV-K.....	159
CABLE XZ-K.....	160
CABLE ZZ-F.....	161

ANEXO V: DOCUMENTACIÓN PARA LA SOLICITUD Y CONEXIÓN A RED

MODELO DE SOLICITUD PARA LA CONEXIÓN A RED	164
MODELO DE DECLARACIÓN DEL PROPIETARIO	166
FORMULARIO PARA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN.....	167

PLANOS

PLANO DE SITUACIÓN	170
PLANO DE EMPLAZAMIENTO	171
EMPLAZAMIENTO DE LA LÍNEA ELÉCTRICA	172
CONEXIONADO DE LOS MÓDULOS.....	173
ESQUEMA UNIFILAR DC	174
ESQUEMA UNIFILAR AC	175
DETALLE CONEXIÓN INVERSORES-CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (C.G.P.).....	176
DETALLE ESTRUCTURA SOPORTE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	177
PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	178
LOCAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES.....	179
VISTA DEL TRANSFORMADOR Y EXCAVACIÓN DEL FOSO	180
ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIONES ELÉCTRICAS CASETA CT E INVERSORES....	181
LOCAL CENTRO DE SECCIONAMIENTO	182
ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIONES ELÉCTRICA CASETA CS	183
ZANJA PARA CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA EN B.T. Y M.T.....	184

PLIEGO DE CONDICIONES

1. ESTRUCTURA	189
1.1. ÍNDICE GENERAL.....	189
1.2. MEMORIA.....	190
1.3. ANEXOS.....	191
1.4. PLANOS.....	191
1.5. PLIEGO DE CONDICIONES.....	192
1.6. PRESUPUESTO.....	192
2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	193
3. NORMATIVA VIGENTE.....	194
4. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	194

4.1.	DATOS DE LA OBRA	194
4.2.	REPLANTEO DE LA OBRA	195
4.3.	MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.....	195
4.4.	RECEPCIÓN DEL MATERIAL	196
4.5.	ORGANIZACIÓN	196
4.6.	FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.....	197
4.7.	ENSAYOS.....	197
4.8.	LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS	197
4.9.	MEDIOS AUXILIARES	197
5.	CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y MATERIALES.....	198
5.1.	GENERALIDADES.....	198
5.2.	GENERALIDADES DE LOS GENERADORES FOTOVOLTAICOS.	199
5.3.	INVERSORES.....	201
5.4.	CABLEADO	203
5.5.	MEDIDAS.....	204
5.6.	PROTECCIONES	204
5.7.	PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	204
5.8.	MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	204
6.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	205
6.1.	OBRA CIVIL.....	205
6.2.	EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN	205
6.3.	EVACUACIÓN Y EXTINCIÓN DEL ACEITE AISLANTE	207
6.4.	VENTILACIÓN	208
6.5.	APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	208
6.6.	TRANSFORMADORES DE POTENCIA.....	209
6.7.	EQUIPOS DE MEDIDA	209
6.8.	PUESTA DE SERVICIO.....	210
6.9.	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	210
6.10.	PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	211
6.11.	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	211
6.12.	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN	212
6.13.	LIBRO DE ÓRDENES	212
7.	MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN	212
7.1.	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	212
7.2.	INVERSOR	213
7.3.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA C.C. Y C.A. SUBSISTEMA DE GENERACIÓN	213

7.4.	SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	213
7.5.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA GENERAL Y SERVICIOS AUXILIARES	214
7.6.	OBRA CIVIL.....	214
8.	RECEPCIÓN Y PRUEBAS	214

MEDICIONES

1.	UNIDADES DE OBRA.....	219
2.	CAPÍTULOS	229
-	Capítulo 1: Demoliciones.....	229
3.	MEDICIÓN.....	230

PRESUPUESTO

1.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	247
1.2.	CÁLCULO DEL COSTE DE MANO DE OBRA.....	249
1.3.	CÁLCULO DEL COSTE DE MAQUINARIA.....	249
1.4.	CÁLCULO DE LOS PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA.....	250
2.	PRESUPUESTO.....	277
2.1.	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	277
2.2.	PRESUPUESTO DE CONTRATACIÓN	291

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

CAPÍTULO I	294	
1.1.	OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	294
1.2.	Descripción de la obra y situación.....	294
1.3.	ÁMBITO DE APLICACIÓN	295
1.4.	IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR.....	295
1.5.	LEGISLACIÓN Y NORMATIVA TÉCNICA DE APLICACIÓN	295
1.6.	SERVICIOS AFECTADOS Y CONDICIONES DEL ENTORNO	298
1.7.	PROMOTOR.....	298
1.8.	EMPRESA RESPONSABLE DEL PLAN DE SEGURIDAD	298
1.9.	PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	298
1.10.	NÚMERO ESTIMADO DE TRABAJADORES.....	298
1.11.	RELACIÓN DE ELEMENTOS A UTILIZAR.....	298

1.12.	IMPLANTACIONES DE SALUBRIDAD Y CONFORT	299
1.13.	BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS	300
CAPÍTULO II		300
ANEXO AL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.		308
RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN EN CADA FASE DEL TRABAJO.....		308
LÍNEAS AC SUBTERRÁNEAS.....		308
ACTIVIDAD		308
RIESGO		308
ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES		308
MONTAJE DE MÓDULOS (GENERADORES FOTOVOLTAICOS).....		310
LÍNEAS DC (GENERADORES FOTOVOLTAICOS).....		311
INSTALACIÓN/RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN BT SIN TENSIÓN.		312

GESTIÓN DE RESIDUOS

1.	GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y OBRA CIVIL	315
1.1.	OBJETO.....	315
1.1.1.	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS.	315
1.1.2.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS.	316
1.1.3.	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS.	317
1.1.4.	INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO Y POSTERIOR TRANSPORTE DE RESIDUOS.....	317
1.2.	VALORACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	317

ESTUDIO ECONÓMICO

1.	ESTUDIO ECONÓMICO.	321
1.1.	ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE LA NORMATIVA.	321
1.2.	CÁLCULOS.....	322
1.2.1.	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN).	322
1.2.2.	RELACIÓN BENEFICIO/COSTO.	323
1.2.3.	PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DEL TIR.....	324
1.2.4.	PERIODO DE RETORNO.....	325
1.3.	DATOS PARA EL ANÁLISIS DEL ESTUDIO ECONÓMICO.	325
1.4.	DATOS DE LA INVERSIÓN.....	329

1.5.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	330
1.6.	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO ECONÓMICO.....	332

Fdo: 

TRABAJO FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW
CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y
VENTA DE ENERGÍA.**

MEMORIA

MEMORIA

1.	OBJETO DEL PROYECTO.....	17
2.	PROMOTOR.	17
3.	AUTOR DEL PROYECTO.	17
4.	LOCALIZACIÓN.	18
5.	ALCANCE.....	18
6.	ANTECEDENTES.....	18
7.	REGLAMENTACIÓN.	19
8.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO OBJETO PARA LA INSTALACIÓN FOTVOLTAICA.....	19
9.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.	21
9.1.	MÓDULOS FOTVOLTAICOS.....	21
9.1.1.	SISTEMA DE MONTAJE	22
9.2.	INVERSOR	23
9.2.1.	JUSTIFICACIÓN.....	25
9.2.2.	EMPLAZAMIENTO	25
9.3.	CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA	26
9.3.1.	CABLEADO EN CONTINUA.	28
9.3.2.	PROTECCIONES EN LA RED DE CONTINUA.....	33
9.3.2.1.	PROTECCIÓN DE EQUIPOS.....	33
9.3.2.2.	PROTECCIÓN FRENTE A SOBREINTENSIDADES.....	33
9.3.2.2.1.	PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES	34
9.3.2.3.	PROTECCIÓN DE PERSONAS	34
9.4.	RED DE BAJA TENSIÓN DE CORRIENTE ALTERNA	35
9.4.1.	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN	35
9.4.2.	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN	36
9.4.3.	CONDUCTORES	36
9.5.	CANALIZACIONES.....	37
9.5.1.	TUBOS EN CANALIZACIONES ENTERRADAS.....	37
9.5.2.	TUBOS EN CANALIZACIONES EMPOTRADAS.	39
9.6.	PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN FOTVOLTAICA	40
9.6.1.	OBJETIVO	40
9.6.2.	ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA.	40
9.6.3.	PUESTA A TIERRA EN EL CIRCUITO DE CORRIENTE CONTINUA.	41
9.6.4.	PUESTA A TIERRA EN EL CIRCUITO DE CORRIENTE ALTERNA	41
9.6.5.	CONDUCTORES UTILIZADOS DE PROTECCIÓN.....	41

9.6.6.	SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS.....	42
10.	OBRA CIVIL.....	42
10.4.	ZANJAS.....	43
10.5.	CONSTRUCCIÓN ARQUETAS.....	43
10.6.	CANALIZACIÓN ELÉCTRICA.....	43
10.7.	IMPLEMENTACIÓN EN LA MEJORA DE LA ESTRUCTURA.....	44
10.8.	CASETA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES.....	45
11.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	46
11.4.	PROPIEDAD.....	46
11.5.	EMPLAZAMIENTO.....	46
11.6.	CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE SUMINISTRO.....	47
11.7.	CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO.....	47
11.8.	ELEMENTOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	47
11.8.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.....	48
11.8.2.	TRANSFORMADOR.....	48
11.8.3.	CELDAS.....	49
11.8.3.1.	CELDA DE ENTRADA DE LÍNEA.....	49
11.8.4.	CARACTERÍSTICAS MATERIAL AUXILIAR DE MEDIA TENSIÓN.....	50
11.8.5.	CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN.....	50
11.9.	PUESTA A TIERRA.....	51
11.9.1.1.	TIERRA DE PROTECCIÓN.....	52
11.9.1.2.	TIERRA DE SERVICIO.....	52
11.9.1.3.	TIERRAS INTERIORES.....	52
11.10.	INSTALACIONES SECUNDARIAS.....	53
12.	EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA A LA RED.....	53
12.1.	CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	53
12.1.1.	EMPLAZAMIENTO Y SALAS.....	53
12.1.2.	RECINTO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (UNIVERSIDAD DE JAÉN).....	54
12.1.3.	RECINTO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (ENDESA).....	55
12.2.	MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....	55
13.	MONITORIZACIÓN.....	56
13.1.	PERFORMANCE RATIO INICIAL DE LA INSTALACIÓN.....	58
14.	ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE DOCUMENTOS BÁSICOS.....	58
15.	PRESUPUESTO.....	58
16.	BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA.....	59

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del Trabajo Fin de Grado, en concreto de la Instalación fotovoltaica de 200 kW_p conectada a la red de distribución de media tensión para producción y venta de energía es el de definir las condiciones técnicas, de ejecución y económicas.

Es también objeto del Trabajo Fin de Grado superar éste para obtener el Grado en Ingeniería Eléctrica.

Este Trabajo Fin de Grado tiene como objetivos:

- Diseño del generador fotovoltaico y el inversor.
- Diseño de todos los elementos que componen la Instalación Eléctrica de Baja Tensión tanto en la parte de corriente continua como en la parte de corriente alterna, así como la conexión a la red de Media Tensión.
- Diseño de un Centro de Transformación propio y de un Centro de Seccionamiento y Entrega
- Estudio de balance energético y de rentabilidad económica de la instalación.

2. PROMOTOR.

El promotor del presente Trabajo Fin de Grado es la Universidad de Jaén situada en el Campus "Las Lagunillas", 23071, Jaén (Jaén).

3. AUTOR DEL PROYECTO.

El autor del proyecto es José Antonio Cano Linde con D.N.I. 26050462-H, alumno de 4º de Grado en Ingeniería Eléctrica.

4. LOCALIZACIÓN.

La instalación Fotovoltaica a proyectar sita en el Campus "Las Lagunillas", de la Universidad de Jaén. La localización exacta coincide con las coordenadas UTM que a continuación se van a mostrar:

- Coordenada X: 431823.00 m
- Coordenada Y: 4182572.00 m
- Zona: 30 S.

El emplazamiento exacto de la Instalación Fotovoltaica conectada a Red se muestra con mayor detalle en el documento básico Planos, especialmente en los planos adjuntos de situación y emplazamiento, número 1 y número 2 respectivamente.

5. ALCANCE

El alcance del actual Trabajo Fin de Grado queda limitado a tres aspectos diferenciados:

- En primer lugar, se realizará el diseño de los elementos que componen la instalación fotovoltaica, prestando especial atención tanto a los módulos fotovoltaicos como al inversor.
- En segundo lugar, se realizará el diseño del Centro de Transformación y del Centro de Seccionamiento y Entrega para la conexión a la red de distribución de Media Tensión.
- En tercer lugar, se realizará un estudio económico para garantizar si la instalación fotovoltaica propuesta es factible para su construcción.

6. ANTECEDENTES

El presente Trabajo fin de grado ha sido elegido debido al estudio realizado en su momento sobre la posible realización de una ampliación del proyecto "Univer", siendo esta localización la propuesta para la construcción de la instalación fotovoltaica.

7. REGLAMENTACIÓN.

- 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.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas particulares de Sevillana-Endesa.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Normas UNE, que sean de aplicación
- Normativa en el Estudio de Seguridad y Salud.
- Recomendaciones UNESA, que sean de aplicación
- Ley 31/1995 del 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 del 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

8. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO OBJETO PARA LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

El Trabajo Fin de Grado está ubicado en el Campus "Las Lagunillas" propiedad de la Universidad de Jaén (Ilustración 1). El Campus está formado por 12 edificios destinados a la enseñanza, servicios, biblioteca, laboratorios y departamentos.

El campus está dotado de 4 zonas de aparcamientos, una de éstas zonas será el objeto de nuestro Trabajo Fin de Grado para ubicar la Instalación Fotovoltaica conectada a Red. La localización exacta de la Instalación Fotovoltaica a proyectar se muestra en el plano adjunto denominado Plano de Emplazamiento.



Ilustración 1: Zona de actuación

El campus de la Universidad de Jaén se localiza a 3,67° oeste de longitud y 37,73° norte de latitud con una altitud de 430 metros sobre el nivel del mar. La irradiación diaria media anual sobre superficie horizontal es de 4,66 kWh/m², variando entre los 2,02 kWh/m² de diciembre y los 7,46 kWh/m² de agosto. La temperatura media anual es de 16°C, oscilando entre los 2°C de temperatura media mínima de enero y los 32°C de media máxima en agosto.

A continuación se muestra una tabla con algunos de los parámetros más significativos que determinan la caracterización climática, la radiación y la temperatura de la zona.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Irradiancia (kWh/m ²)	2,38	3,15	4,43	5,38	6,26	6,95	7,46	6,65	5,26	3,55	2,45	2,02
Índice de claridad	0,46	0,46	0,5	0,5	0,51	0,55	0,6	0,59	0,55	0,48	0,44	0,43
Temp. medias (°C)	6,68	8,64	10,9	12,9	16,4	21,5	27,6	27,5	23,6	16,6	11,2	8,19
Temp. mínimas (°C)	2,06	4,91	6,48	9,05	12,0	17,0	23,0	24,1	19,4	12,4	6,01	3,57
Temp. máximas	12,9	13,6	15,6	17,7	20,5	26,1	32,0	32,3	29,0	23,1	17,5	13,9

Tabla 1: Parámetros climáticos

9. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.

La presente Instalación fotovoltaica conectada a la red de distribución de media tensión tiene como principal función la producción y venta de energía. La potencia nominal de la instalación será de 200 kW.

La instalación fotovoltaica se compone de los principales elementos:

- Generador fotovoltaico.
- Inversores.
- Aparataje de medida y protección con Centro de Transformación propio.
- Centro de Seccionamiento.
- Subsistemas eléctricos, como por ejemplo pueden ser los cuadros de conexionado, conducciones, canalizaciones y protecciones eléctricas.

Los generadores fotovoltaicos se conectarán a los dos inversores INGECON SUN de 100 kW. cada uno, a través de las respectivas cajas de conexionado.

Seguidamente se muestra la configuración general del conexionado (Tabla 2).

Módulos fotovoltaicos totales	800
Subgeneradores	8
Módulos en serie de cada subgenerador	20
Ramas en paralelo de cada subgenerador	5

Tabla 2: Configuración general de la Instalación fotovoltaica

9.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

La instalación estará compuesta por 800 módulos fotovoltaicos, cada uno de 250 W_p (modelo REC 250 PE). Dicha instalación se encuentra dividida en 8 subgeneradores de 25 kWp ocupando un total de aproximadamente 1320 m². Cabe mencionar que los 8 subgeneradores se conectarán a la red de baja tensión mediante 2 inversores, cada uno tendrá una potencia nominal de 100 kW (modelo INGECON SUN 100kW.).

La disposición elegida coincide con 5 ramas en paralelo y 20 módulos en serie para cada subgenerador, dando una tensión a la entrada del inversor de 604 V. y

una intensidad a la entrada del mismo de 41,5 A. Dichos valores comentados anteriormente son menores que los límites de tensión e intensidad máximos del inversor. A continuación se muestran las principales características del módulo utilizado (Tabla 3):

REC 250 PE	
Tipo de célula: Policristalino, con un número total de 60 células.	156 x 156 mm
Potencia (Wp)	250
V _{mpp} (V.)	30,2
I _{mp} (A.)	8,3
V _{ca} (V.)	37,4
I _{cc} (A.)	8,9
Eficiencia	15,15%
Tensión máxima en el sistema (V.)	1000
Dimensiones (mm.)	1,665 x 0,991

Tabla 3: Características del Módulo Fotovoltaico

En el Anexo específico se adjunta de una manera más detallada la hoja de características del módulo fotovoltaico utilizado en nuestra instalación.

9.1.1. SISTEMA DE MONTAJE

El sistema de montaje de los módulos fotovoltaicos será directamente sobre la estructura. Para dicho montaje se procederá a eliminar la parte superior de chapa de los aparcamientos y se reforzará para asegurar que la flecha se mantenga dentro de unos límites coherentes para que la estructura mantenga sus propiedades y soporte el peso debido a los módulos fotovoltaicos. Las estructuras ser reforzarán además para además del propio peso de los módulos, asegurar las cargas de viento y nieve. Cada módulo estará fijado a dicha estructura por cuatro puntos de fijación, garantizando que los efectos de dilatación y flexión no causen desperfectos en dichos módulos.

El principal objetivo de este trabajo fin de grado es la integración por lo que queda exenta la elección de la inclinación óptima, debido a que los módulos se colocaran a la inclinación propia del aparcamiento, es decir, a 7°. Debe tenerse en cuenta que la vida media de la instalación será de 30 años, por lo que la elección de las vigas elegidas deberán ser lo suficiente resistentes para aguantar durante todo ese tiempo.

9.2. INVERSOR

Se utilizarán dos inversores de características similares de la marca Ingeteam, modelo Ingecon Sun 100 kW. Los dos inversores se encuentran alojados en el interior de una caseta específica, en una zona independiente del Centro de Transformación. Estos inversores serán específicos para sistemas fotovoltaicos conectados a red y tienen que cumplir con la normativa vigente.

Los inversores utilizados se unirán en un punto común en la parte de corriente alterna para su posterior evacuación a la red subterránea de Media Tensión. Desde dicho punto la generación de energía se conectará mediante un Centro de Transformación de 250 kVA propio, donde se evacuará la energía a través de un Centro de Seccionamiento.

Estos inversores elegidos están diseñados para alcanzar la máxima eficiencia en condiciones idóneas (Ilustración 2), para este inversor la eficiencia máxima será de 96,8 %.

- Eficiencia al 100 % de la potencia: 97 %.
- Eficiencia al 75 % de la potencia: 97 %.
- Eficiencia al 50 % de la potencia: 97 %.
- Eficiencia al 25 % de la potencia: 95 %.
- Eficiencia al 10 % de la potencia: 92 %.

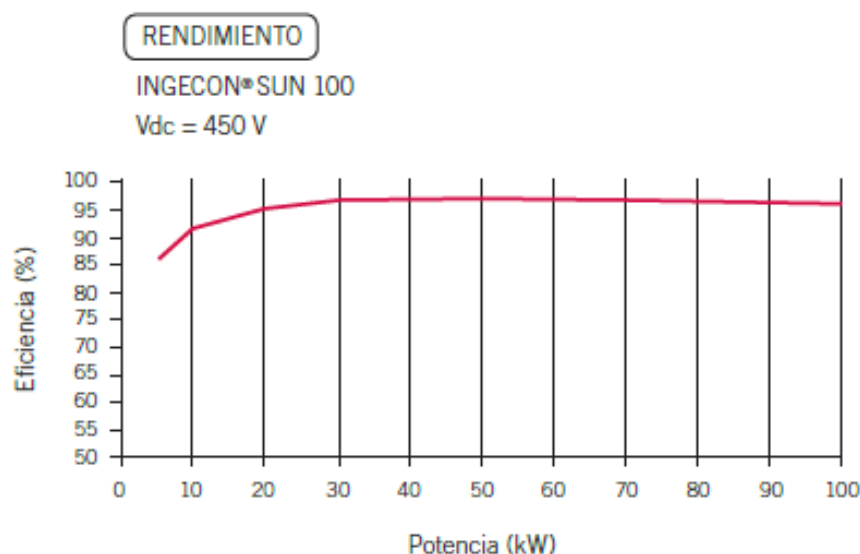


Ilustración 2: Comparativa Eficiencia-Potencia

El inversor elegido cuenta con las protecciones necesarias para su conexión a la red eléctrica como pueden ser:

- Alta eficiencia.
- Baja distorsión armónica
- Bajo consumo
- Aislamiento galvánico entre las partes de DC y AC.
- Anti-isla con desconexión automática.
- Seguimiento del punto de máxima potencia.
- Conexión/Desconexión automática.
- Sistemas de medidas y monitorización.
- Descargadores de sobretensiones DC y AC, tipo 2.

El inversor posee las características mecánicas, las características de operación y cumple las siguientes normas (Ilustración 3):

- Dimensiones del armario:
 - Largo: 1031 mm.
 - Ancho: 877 mm.
 - Alto: 1761 mm.
- Peso: 1162 kg.
- Temperatura de funcionamiento: $-20^{\circ}\text{C} - 65^{\circ}\text{C}$.
- Humedad relativa: 0-95 %
- Grado de protección: IP20.
- Consumo nocturno: 1 W.

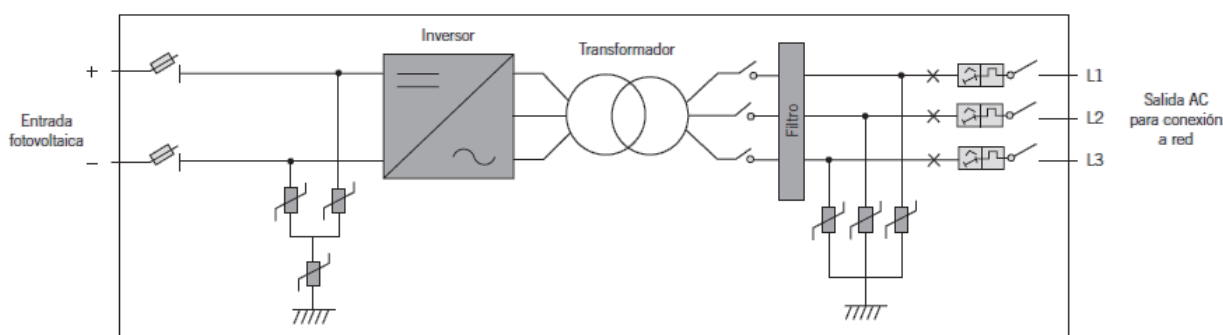


Ilustración 3: Esquema detalle del inversor

9.2.1. JUSTIFICACIÓN

La alternativa más idónea del emplazamiento de los inversores es una caseta centralizada, en la cual se albergan tanto los dos inversores de 100kW como el Centro de transformación y sus celdas de protección.

Seguidamente se describen dos de las mayores ventajas para la realización de esta alternativa:

- Se dispondrá de solo una caseta para la localización tanto de los dos inversores como del Centro de transformación, por lo que se obtendrá un significativo ahorro económico.
- Se dispondrá de una mejora en la centralización, debido a que tanto las cajas de conexión como las protecciones se localizan en una zona en concreto.

9.2.2. EMPLAZAMIENTO

La localización tanto de los dos inversores como del Centro de Transformación particular se localizará en la misma caseta prefabricada.

El emplazamiento concreto de la caseta será dentro de la parcela de la Universidad de Jaén, en concreto a la altura del último aparcamiento situado más cercano de la carretera Bailén-Granada. La caseta elegida tendrá capacidad para albergar las protecciones propias del inversor y el Cuadro general de baja tensión, además del Centro de transformación, las celdas propias y los dos inversores.

Se ha elegido una caseta con las dimensiones necesarias para que cualquier dispositivo que se averíe pueda ser sacado para su posterior reparación.

La caseta elegida es prefabricada modular, es decir, es elegida en función del número de módulos que se necesiten. Ésta estará compuesta de tres separaciones como se describen a continuación:

- Local para los dos inversores.
- Espacio para el transformador.
- Espacio para las celdas del transformador.

Cabe mencionar que cada compartimento es independiente, y cada uno tendrá su propia puerta de acceso. Lo comentado anteriormente puede observarse más detalladamente en su correspondiente plano adjunto.

Por último mencionar que dicha caseta cumplirá con la normativa vigente (UNESA RU, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centros de transformación).

9.3. CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA

El cableado tanto de la parte de continua como de la parte de alterna utilizado en la instalación fotovoltaica debe cumplir con las especificaciones vigentes en el reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT) y en especial con la norma AENOR 0038(Cables Eléctricos de utilización en circuitos de sistemas fotovoltaicos).

En la parte de corriente continua se usara un cableado diferente según el tramo a calcular:

- ZZ-F(AS), para los conductores situados a la intemperie para el conexionado de los módulos.
- PV XF-K(AS) para el resto del tramo de corriente continua.

Atendiendo al tramo en el que nos encontremos tanto la sección como el tipo de cable variaran:

- **Tramo 1:** Conductores situados a la intemperie para el conexionado de los módulos.
- **Tramo 2:** Conductores para la interconexión de cada subgenerador con la caja de conexionado de corriente continua .
- **Tramo 3:** Conductores para la interconexión entre la caja de conexionado de corriente continua y el inversor.

Cabe mencionar que en la parte de corriente alterna se utilizará conductores con polietileno reticulado (XLPE), con aislamiento 0,6/1kV. La determinación de la sección de un cable tiene que satisfacer dos criterios fundamentalmente:

- **Criterio térmico o de la máxima intensidad admisible.**

Este criterio establece que la temperatura que puede alcanzar un determinado cable no puede ser nunca superior a la máxima admisible de los materiales que se usan como aislamiento del cable. La temperatura máxima del conductor varía en función del tipo de aislamiento que se tenga, para nuestra elección será el tipo de polietileno reticulado (XLPE), debido a su gran aislamiento y su alta temperatura.

Cabe mencionar que la intensidad soportada por los conductores no será inferior al 125% de la máxima intensidad del generador, según la expresión (1):

$$I_{\max} = 1,25 \cdot I_{sc} \quad (1)$$

Siendo:

I_{\max} : Intensidad máxima soportada por la línea (A.)

I_{sc} : Intensidad de cortocircuito bajo condiciones estándar (A.)

- **Criterio de caída de Tensión**

La circulación de corriente a través de un cable provoca una diferencia de potencial entre el origen y el final, produciendo una caída de tensión que se puede representar mediante la función incremento entre el principio del cable y el final de cable, según la expresión (2):

$$\Delta V = V_f - V_i \quad (2)$$

Cabe mencionar que la caída de tensión va relacionada directamente con la longitud del cable, por lo que se deberá prestar atención a la optimización de la longitud de dicho cable para de esta forma que la caída de tensión sea lo mínima posible.

La caída de tensión que se produce debe ser inferior a unos límites establecidos mediante el reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT), según se refleja en la ITC-BT 40.

9.3.1. CABLEADO EN CONTINUA.

El cableado en la parte de corriente continua se dividirá en tres tramos distintos dependiendo de cual sea la intensidad que circule por cada uno de ellos.

El cableado de corriente continua será específico y corresponderá con el tipo ZZ-F(AS) para el tramo 1, a continuación se muestran las principales características de este tipo de cable:

- Tensión: 1,8 kV CC.
- Temperatura máxima alcanzable por el conductor: 120 °C.
- Código de designación del cable:
 - Z: Aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos.
 - Z: Cubierta de elastómero termoestable libre de halógenos.
 - F: Conductor de Cobre clase 5 para instalación móvil.
 - AS: Cable de alta seguridad, no propagadores de incendios.

El cableado para el tramo 2 y 3 de corriente continua será del tipo PV XZ-K(AS) y queda especificado en las características que se muestran a continuación:

- Tensión: 1,8 kV CC.
- Temperaturas extremas resistentes: -40°C,+90 °C.
- Temperatura resistente en cortocircuito: +250°C.
- Cobre clase 5
- Código de designación del cable:
 - X: Indica mezcla de compuesto de polietileno reticulado.
 - Z: Indica mezcla de compuesto con baja emisión de humos y gases corrosivos.
 - K: Indica conductor flexible para instalación fija.
 - AS: Cable de alta seguridad, no propagadores de incendios.

9.3.1.1. CABLEADO PARA CONEXIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Y RAMALES.

El cableado de conexionado existente entre los módulos fotovoltaicos será del tipo ZZ-F(AS), con una sección de 4 mm², en Cu. La unión se realiza mediante conectores del tipo MC4 (Multicontact).

9.3.1.2. CABLEADO DESDE MÓDULO HASTA EL CUADRO DE NIVEL 1 (TRAMO 1)

Este cableado estará formado por cables bipolares de sección 4 mm^2 , de acuerdo con los criterios específicos para el cálculo de la sección nominal.

El cableado irá por el interior de un tubo protector de 40 mm^2 de diámetro desde los ramales hasta el cuadro de nivel 1 o cuadro de conexionado de corriente continua, para ello habrá dos partes diferenciadas. La primera parte será la bajada de los ramales de cada subgenerador hasta la superficie por un lateral de la estructura del aparcamiento y la segunda parte será subterránea enterrada a 1,2 metros de la superficie hasta el cuadro de nivel 1, que se situará en una zona accesible para el trabajo de la maquinaria. Los cuadros de nivel estarán provistos de sus propias protecciones.

9.3.1.3. CABLEADO DESDE EL CUADRO DE NIVEL 1 HASTA EL CUADRO DE NIVEL 2 (TRAMO 2)

Este cableado estará formado por cables bipolares. Se utilizará la sección de 16 mm^2 para los tramos comprendidos en todos los subgeneradores exceptuando para el subgenerador 1,4 y 7 que se utilizará una sección normalizada de 25 mm^2 debido a la longitud existente en este tramo. En el anexo correspondiente se detalla de una forma más escueta el cálculo de la sección de cada tramo.

El cableado irá por el interior de un tubo protector de $\varnothing 63 \text{ mm}$ de diámetro, establecido mediante la ITC-BT-07 y habiendo realizado los cálculos oportunos mediante los criterios específicos antes comentados.

Dicho cableado recorrerá desde el cuadro de nivel 1 hasta el propio cuadro de nivel 2. Su disposición será a 0,95 metros de la superficie.

9.3.1.4. CABLEADO DESDE EL CUADRO DE NIVEL 2 HASTA EL INVERSOR (TRAMO 3)

El cableado desde el cuadro de nivel 2 hasta el inversor dependerá en función del tramo elegido, ya que la longitud influye de manera considerable en la caída de tensión. Para todos ellos se elegirá una sección normalizada de 70 mm^2 . Para la sección en este tramo se tendrá en cuenta la ITC-BT-19, además de los criterios

para la elección de la sección de manera correcta. El cableado irá por el interior de un tubo protector de diámetro $\varnothing 125\text{mm}$. Dicho cableado irá enterrado a 0,95 metros de la superficie.

Para mejor aclaración se pueden observar los documentos adjuntos, tales como planos y anexos específicos. Por último se muestra un resumen (Tabla 4) de las secciones del cableado dependiendo del tramo al que se refiera:

TRAMO	CONDUCTOR (mm ²)	TUBO PROTECTOR (\varnothing . mm)
Desde Ramales Subgenerador hasta cuadro de nivel 1 o cuadro de conexionado de corriente continua.	4	40
Desde cuadro de nivel 1 hasta cuadro de nivel 2 o cuadro de conexionado entrada inversor	16 25	63 90
Desde cuadro nivel 2 hasta inversor	70	125

Tabla 4: Secciones de cada tramo

Seguidamente se muestran los diferentes tramos (Ilustración 4):

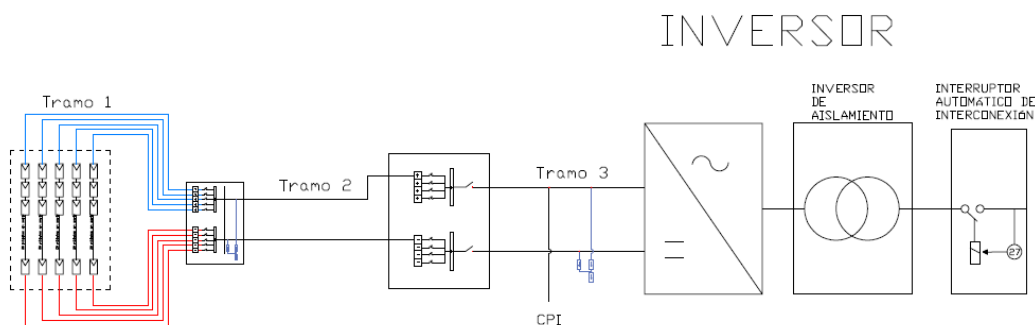


Ilustración 4: Esquema tramos de la instalación fotovoltaica

9.3.1.5. CAJAS DE CONEXIÓN

Se utilizarán 8 cajas de conexión de corriente continua situadas en una parte accesible para la maquinaria en cada uno de los subgeneradores y dos cajas de conexión de corriente continua situada en las proximidades del edificio dónde se aloja el inversor. La localización exacta queda definida en el plano número 3.

9.3.1.6. CAJAS DE CONEXIÓN C.C. DE LOS MÓDULOS

Las cajas de conexión c.c. se situarán en una localización cercana a los subgeneradores y serán los encargados del conexionado de las cinco ramas en paralelo de los módulos con la red subterránea de corriente continua. Las cajas de conexión c.c. de los módulos tendrán las siguientes características:

- Corriente máxima de 20 A.
- Tensión inversa de ruptura de 1200 V.
- Resistencia a golpes grado IK10.
- Grado de protección IP66

Las cajas descritas en este apartado estarán compuestas por los siguientes elementos:

- i. Cinco interruptores magnetotérmicos 2P 16 A, uno por cada rama, teniendo cada uno las siguientes características:
 - Número de polos: 2
 - Intensidad nominal (A): 16
 - Tensión nominal DC (V): 800
 - Poder de corte último I_{cu} : 5 kA
- ii. Descargador de sobretensión de clase C
 - Máxima tensión de servicio (V): 1000
 - Número de salidas: 3
 - Corriente máxima transitoria (kA): 20
 - Tiempo de respuesta (ns) 25
 - Intensidad nominal (kA): 40

9.3.1.7. CAJAS GENERAL DE CONEXIÓN AL INVERSOR

Se utilizarán dos cajas generales de conexión al inversor, como queda detallada en el plano número 3. Dichas cajas serán las que realicen la conexión de los cuatros subgeneradores existentes con el inversor. Las características de éstas se definen a continuación:

- Aislamiento de clase II.
- Tensión nominal de aislamiento de 1500 V.
- Resistencia a golpes grado IK10.
- Grado de protección IP66

Las cajas descritas en este apartado estarán compuestas por los siguientes elementos:

- i. Cuatro magnetotérmicos de 2P 63 A, uno por cada subgenerador, teniendo las siguientes características:
 - Número de polos: 2
 - Intensidad nominal(A): 63
 - Tensión nominal DC(V): 800
 - Poder de corte último I_{cu} : 5kA.
 - Tensión de aislamiento. 1500V
- ii. Un seccionador de corte en carga, el cuál tiene las siguientes características:
 - Intensidad térmica típica (A): 250
 - Tensión nominal en servicio (V): 690 V
 - Número de polos: 3
 - Poder de cierre nominal en cortocircuito (kA): 39
 - Vida útil eléctrica: 200
 - Par de apriete (N·m): 16
 - Corriente térmica nominal del contacto auxiliar I_{th} 400, AC 15 (A):

Las envolventes metálicas de dichas cajas de conexión, así como los elementos de protección contra sobretensiones serán conectadas a la puesta a tierra de continua del generador fotovoltaico.

9.3.2. PROTECCIONES EN LA RED DE CONTINUA

El generador fotovoltaico dispondrá en la parte de corriente continua de un sistema dispuesto de interruptores magnetotérmicos y descargadores diodos para proteger a lo equipos de las posibles sobreintensidades y sobretensiones.

Por otro lado se dispondrá de un sistema de protección para las personas basado en el aislamiento de las partes activas, uso de la configuración flotante del generador, control permanente de aislamiento y puesta a tierra de las masas.

9.3.2.1. PROTECCIÓN DE EQUIPOS

El generador fotovoltaico se dotará de los siguientes equipos para asegurar la protección frente a sobretensiones y sobreintensidades:

- Para protección frente a sobretensiones se instalarán descargadores en distintos puntos. Éstos pueden ser en puntos del campo de los módulos y a la entrada y salida del inversor.
- Para la protección frente a sobreintensidades, el sistema se completará con el uso de los correspondientes diodos de paso y de bloqueo situados en las distintas ramas del generador y el uso de interruptores magnetotérmicos para limitar las corrientes que circulan por los distintos conductores.

9.3.2.2. PROTECCIÓN FRENTE A SOBREINTENSIDADES

Los conceptos que son de aplicación para el caso de sistemas fotovoltaicos difieren en gran medida de los empleados en las redes convencionales, por lo tanto la protección de los equipos (cables y módulos) respecto a las sobreintensidades se ha de tratar de forma especial. El cálculo detallado de la protección frente a sobreintensidades en las distintas partes de la red de corriente continua queda detallado en el Anexo I.

Adicionalmente se disponen de diodos de paso para evitar que un módulo, en determinadas condiciones, se convierta en carga de los demás y consuma parte de la energía que los otros producen. Las ramas en paralelo del generador disponen de diodos de bloqueo para evitar que una rama se convierta en carga de las otras. Estos diodos evitarán que circulen sobrecorrientes por los módulos y los cables, sin embargo no se pueden usar como protección tal y como recomienda la normativa IEEE Std 1374-1998.

9.3.2.2.1. PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES

El generador fotovoltaico está localizado en una zona de bajo nivel isoceraúnico, por lo que en la instalación fotovoltaica en estudio no será necesaria la protección externa contra el rayo. Sin embargo si se dispondrá de protección interna de los elementos de la instalación por la limitación de las sobretensiones mediante dispositivos de protección. De esta forma se instalarán descargadores de sobretensión en las cajas de conexión de los módulos y a la entrada del inversor. Las características de los descargadores de sobretensión serán:

- Corriente nominal de descarga (8/20) : I_{sn} : 20 kA
- Corriente máxima de descarga (8/20): I_{max} : 40 kA
- Nivel de protección (5kA): $U_p < 2$ kV
- Nivel de protección (I_{sn}): $U_p < 2,5$ kV
- Clase de protección IP"=
- Máxima de tensión de servicio (tensión máxima del descargador): 900 V

9.3.2.3. PROTECCIÓN DE PERSONAS

Además de las medidas necesarias para impedir el contacto de las personas con las partes activas de la instalación, la protección de las personas garantizará las siguientes medidas:

- **Configuración flotante del generador fotovoltaico:** Dicha configuración establece que los dos polos del generador están aislados de tierra y por lo tanto al no existir un retorno para la corriente, esta configuración establece una

protección total en caso de un primer defecto. Esta configuración garantiza la protección frente a contactos directos, al circular por la persona corrientes de muy baja intensidad, y la protección frente a contactos indirectos.

- **Vigilancia de aislamiento:** Consiste en la incorporación de un dispositivo que permite medir la resistencia R_{ISO} , y en caso de que ocurra algún defecto avisar para que el defecto pueda ser eliminado en el menor tiempo posible. El control de aislamiento se activará en caso de que R_{ISO} sea inferior a 5000 Ohmios.
- **Puesta a tierra de las masas:** Todas las masas metálicas en corriente continua están conectadas a través de un conductor de protección y puestas a tierras. Las condiciones de un segundo defecto serán por tanto las de un cortocircuito de la zona afectada del generador. Al ser las corrientes de cortocircuito similares a las nominales del generador, mediante esta disposición el potencial de las masas en un segundo defecto también sería despreciable.

A continuación se detallan las características de los elementos a utilizar (Tabla 5):

Parte	Tramo	Tipo de Protección	Cantidad
Parte de Corriente Continua	Elementos en caja conexión Sugnerador	Interruptor magnetotérmico de 2P, 16 A. y 800 V.	40
	Elementos cajas del Subgenerador y Caja general conexión del inversor	Interruptor magnetotérmico de 2P, 63 A. y 800V.	8
	Descargadores tipo C	1 kV. de tensión nominal, corriente máxima transitoria 20 kA., intensidad nominal 40 kA. y tiempo de respuesta 25 ns.	8

Tabla 5: Características elementos utilizados

9.4. RED DE BAJA TENSIÓN DE CORRIENTE ALTERNA

9.4.1. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

El cuadro general de baja tensión estará ubicado antes de la medida y será accesible por la empresa distribuidora. Este cuadro contará con los siguientes elementos:

- Dos interruptores generales magnetotérmicos de 250 A, 4P, 400 V_{ac}, con intensidad de cortocircuito 15 kA. Este interruptor será accesible a la Compañía Distribuidora en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual. Asimismo, este interruptor garantizará la desconexión de la instalación fotovoltaica en caso necesario y dispondrá de bloqueo en su posición de abierto.
- El interruptor anterior llevará incorporado un módulo de protección diferencial de sensibilidad de 30 mA. A fin de evitar disparos intempestivos dicho diferencial será de alta inmunidad.
- Dispositivo de protección frente a sobretensiones formado por un descargador, de las siguientes características:
 - Máxima tensión de servicio: U_c: 255 V/50 Hz
 - Capacidad de apagado de la corriente consecutiva con U_c: I_f: 25 kA_{eff}
 - Corriente de choque tipo rayo (10/350): 75 kA
 - Nivel de protección: U_p < 1,5 kV
 - Grado de protección IP20

9.4.2. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

El punto de conexión de la instalación fotovoltaica a la red de distribución de B.T. se establecerá en una caja general de protección (C.G.P.) exclusivamente destinada a tal fin, que cumplirá con la Norma ENDESA>NNL010, y que viene detallada en el plano número 6

9.4.3. CONDUCTORES

En la parte de corriente alterna se pueden diferenciar dos tramos. El primer tramo es el correspondiente desde cada inversor hasta el cuadro de CA y el segundo corresponde con la unión de la salida de cada cuadro de CA hasta un punto de conexión con la red de baja tensión existente.

El tipo de cable a utilizar en el tramo de corriente alterna será del tipo RV-K, cuyas características se muestran a continuación:

- Tensión: 0,6/1kV.
- Temperatura máxima del conductor: 90°C.

- Código de designación del cable:
 - R: Aislamiento de polietileno reticulado XLPE.
 - K: Conductor de cobre flexible clase 5 para instalación fija.

Los conductores utilizados serán unipolares aislados con polietileno reticulado (XLPE) y con cubierta a base de policloruro de vinilo (PVC)

La sección viene determinada por la ITC-BT-19 y corresponde con 70mm².

9.5. CANALIZACIONES

En las canalizaciones los tubos enterrados protectores deberán regirse mediante la norma UNE-EN 50.086 2-4 y sus características mínimas vendrán indicadas en el REBT, específicamente en la ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

El diámetro de cada tubo enterrado protector dependerá en función del número de conductores que contenga y siempre siguiendo la normativa específica. También debe tenerse en cuenta que tantos los tubos como las canalizaciones tendrán una sección ampliable del 100%, siendo su sección mínima de los tubos de 32mm.

Las dimensiones de los tubos no enterrados, es decir, tubos empotrados se aplicarán según la norma UNE-EN 60.423. Cabe mencionar que debe tenerse en cuenta lo referido en la norma de la resistencia a los efectos del fuego, para ello se seguirá lo establecido por la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

9.5.1. TUBOS EN CANALIZACIONES ENTERRADAS

En las canalizaciones enterradas, los tubos enterrados deberán regirse mediante la norma UNE-EN 50.086 antes mencionada. El diámetro de los tubos rígidos cumplirán las especificaciones del apartado 1.2.4 de la ITC-BT-21. Las características (Tabla 6) de esta norma se reflejan a continuación.

CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO	GRADO
Resistencia a la compresión	NA	250 N/450 N/750
Resistencia al impacto	NA	Ligero/ Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos D>1 mm.
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia.
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media.
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada.

Tabla 6: Características canalizaciones enterradas

Los tubos protectores deberán ser tales que permitan el fácil alojamiento de los cables y la fácil extracción. En el REBT se pueden observar los diámetros exteriores mínimos en función tanto del número y de la sección de los conductores que se van a instalar.

Cabe mencionar que para más de 10 conductores por tubo o cuando se tiene en un mismo tubo varios conductores de diferentes secciones, la sección total será como mínimo 4 veces la ocupada por los conductores. A continuación se muestra cada sección dependiendo del tramo (Tabla 7):

PARTE	TRAMO	DIÁMETRO EXTERIOR
Parte de Corriente Continua	Tubo protector conexionado módulos fotovoltaicos	40 mm.
	Tubo protector caja nivel 1 hasta caja nivel 2	63 mm.
	Tubo protector caja nivel 2 hasta el propio inversor	125 mm.
Parte de Corriente Alterna	Tubo protector	125 mm.

Tabla 7: Secciones tubo protector

9.5.2. TUBOS EN CANALIZACIONES EMPOTRADAS.

Los tubos en canalizaciones empotradas podrán ser rígidos, curvable o flexibles dependiendo de las características que se quiera para la instalación fotovoltaica en concreto. Las características mínimas vendrán definidas por el REBT y para nuestro caso se realizarán sobre los huecos de la construcción, en particular sobre los huecos que existen en la estructura de los aparcamientos (Tabla 8).

CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO	GRADO
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos D>1 mm.
Resistencia a la penetración del agua	2	Protegido contra el agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media.
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada.

Tabla 8: Características tubos en canalización empotrada

Los tubos protectores deberán ser tales que permitan el fácil alojamiento de los cables y la fácil extracción. En el REBT se pueden observar los diámetros exteriores mínimos en función tanto del número y de la sección de los conductores que se van a instalar. A continuación se detalla la sección del protector que existe en el tramo (Tabla 9):

PARTE	TRAMO	DIÁMETRO EXTERIOR
Parte de Corriente Continua	Tubo protector conexionado ramales hasta cuadro nivel 1	25 mm.

Tabla 9: Tubo protector tramo de continua

9.6. PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

9.6.1. OBJETIVO

La puesta a tierra de una instalación fotovoltaica tiene como principal objetivo asegurar la protección de las personas, para ello se deberá limitar la tensión que puedan presentar cualquiera de las masas metálicas de la instalación, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar el riesgo en el menor tiempo posible.

La instalación de la puesta a tierra deberá limitar la tensión para que no aparezcan tensiones peligrosas, es decir, grandes diferencias de potencial. Dicha instalación debe permitir el paso de la corriente de cualquier defecto.

La red de tierras del generador fotovoltaico tiene como objetivos:

- La protección de las personas frente a contactos indirectos, al impedir que las masas adquieran potencial en el caso de defectos de aislamiento.
- Permitir la correcta actuación de los limitadores de corriente y sobretensión de la protección interna.

9.6.2. ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA.

Para la puesta a tierra de la instalación fotovoltaica se utilizarán los siguientes electrodos eléctricamente independientes:

- Electrodo de protección de la red de baja tensión de continua y alterna. A dicho electrodo se conectarán las masas metálicas y los descargadores de sobretensión de dicha red.

- Electrodo de servicio del neutro del transformador. Se conectará el neutro de la estrella de baja tensión del transformador y de los transformadores de medida.
- Electrodo de protección de la red de alta tensión. A dicho electrodo se conectarán las partes metálicas de la red de alta tensión del centro de transformación
- Electrodo de protección del centro de seccionamiento.

Se dispondrá separación galvánica entre la red de continua y la red de alterna de baja tensión con un transformador de aislamiento que incorpora el inversor.

9.6.3. PUESTA A TIERRA EN EL CIRCUITO DE CORRIENTE CONTINUA.

La configuración adoptada para esta parte será la correspondiente a la configuración flotante. Si en algún momento algún polo, ya sea positivo (+) o negativo (-) entra en contacto con alguna parte metálica, ésta pasa a ser una parte activa y el defecto generado es detectado por el aislamiento del inversor, parando inmediatamente la generación.

9.6.4. PUESTA A TIERRA EN EL CIRCUITO DE CORRIENTE ALTERNA

La configuración adoptada para esta parte corresponderá con el esquema TT. Dicho esquema vendrá caracterizado porque tendrá una tierra para las partes metálicas y otra tierra para el neutro del transformador, estando dichas tierras separadas.

9.6.5. CONDUCTORES UTILIZADOS DE PROTECCIÓN

La principal finalidad de la protección es unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos, para asegurar la protección contra contactos indirectos.

Se dispondrá de un electrodo formado por conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Dicho conductor se alojará en el fondo de las canalizaciones subterráneas de la propia red de corriente continua.

- Línea de enlace con el electrodo de tierra, conductor de tierra de sección 35 mm².
- Conductores de protección de unión de las masa con el conductor de tierra de sección 6 mm².

La sección de los diferentes tramos ha sido obtenida mediante REBT, según la ITC-BT-18 y cumple la Norma UNE 20.460-5-54. Seguidamente se puede observar la sección obtenida en cada uno de los tramos (Tabla 10):

LÍNEAS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	SECCIÓN (MM ²)	SECCIÓN DE LA DERIVACIÓN A TIERRA (MM ²)
De los módulos a las cajas de nivel 1	4	4
Desde cajas nivel 1 hasta cajas nivel 2	16	16
Desde las cajas nivel 2 hasta inversor	70	35
Desde el inversor hasta CT	70	35

Tabla 10: Sección de conductores de protección

Cabe mencionar que se dispondrá de un borne de puesta a tierra, al cuál se unirán el conductor de protección y derivación con el conductor de tierra.

9.6.6. SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS.

Para que el electrodo de protección del centro de transformación y del centro de seccionamiento no interfiera en la red de tierras de protección y servicio de baja tensión existirá una separación mínima entre dichos electrodos. Esta separación será de 15 metros para electrodo de protección de baja tensión y 5 metros al del neutro del transformador.

10. OBRA CIVIL

La obra civil que se llevará a cabo para la implantación de la instalación fotovoltaica será:

- Zanjas
- Construcción Arquetas.

- Canalización eléctrica.
- Implementación en la mejora de la estructura.
- Caseta del inversor.
- Caseta del centro de Transformación.

10.4. ZANJAS

Las zanjas serán realizadas mediante excavación mecánica con una retrocargadora sobre neumáticos.

Las zanjas se harán verticales teniendo en cuenta el tamaño normalizado de la cuchara de la retrocargadora. Para el caso a realizar vamos a coger unas dimensiones de la cuchara de 400 x 400 mm.

La ubicación de las zanjas se realizará en una zona tal que no dificulte el trabajo de la maquinaria, en nuestro trabajo se realizará totalmente fuera de la estructura de los aparcamientos.

10.5. CONSTRUCCIÓN ARQUETAS

Para facilitar el registro de la conexión eléctrica se construirán arquetas prefabricadas de hormigón, sin fondo, registrables, con unas dimensiones de 40 x 40 x 120 cm de medidas interiores, con marco de chapa galvanizada y tapa de hormigón armado aligerado, de 49,5 x 48,5 cm.

El principal objetivo de la construcción de las arquetas será el mantenimiento eléctrico cuando sea necesario. Estas arquetas serán realizadas mediante excavación mecánica con una retrocargadora sobre neumáticos.

10.6. CANALIZACIÓN ELÉCTRICA

En la canalización eléctrica se pueden distinguir tres tramos. El *primer tramo* corresponde con la canalización existente entre los módulos y la caja de conexionado del subgenerador. Este tramo se ha realizado bajo tubo protector por el interior del aparcamiento hasta una altura aproximada de 0,95 metros respecto a la superficie. La zanja realizada es de aproximadamente 1,2 metros.

El *segundo tramo* corresponde con la canalización eléctrica existente entre la caja de conexionado de los módulos antes mencionada y la caseta del inversor. Para la realización de este tramo se ha realizado una zanja a una distancia de 1,2 metros de la superficie, el tubo protector y el cableado se situarán a una distancia de 0,95 metros de la superficie.

El *tercer tramo* corresponde con la canalización existente entre la caseta del inversor y el Centro de Transformación propio. Dicha zanja será similar a la descrita en el segundo tramo. La zanja existente entre el Centro de Transformación y la caseta del Centro de Seccionamiento será de propiedades similares al tercer tramo

La canalización de los distintos tramos se llevará a cabo en tres procesos diferentes. El *primer proceso* coincide con el tapado en primera fase mediante una capa de arena fina de aproximadamente 0,25 metros. Posteriormente se colocará en la zanja la conducción adecuada y una vez puesta se procederá a su tapado con relleno de material de excavación carente de materia orgánica, así como de elementos que por su tamaño puedan dañar la canalización.

El *segundo proceso* coincide con la cinta de señalización como señal de aviso y con el fin de evitar cualquier accidente sí en el futuro se realizarán obras.

El *tercer proceso* coincide con el tapado en segunda fase, en el que con esta operación se completa el relleno de la zanja, una vez que se han colocado las conducciones definitivamente. En dicho tramo se puede utilizar un material con menos exigencias que el utilizado en el tapado en primera fase.

El relleno de la tercera fase se realiza con la misma tierra existente en el propio terreno.

10.7. IMPLEMENTACIÓN EN LA MEJORA DE LA ESTRUCTURA

La estructura de los aparcamientos sobre los que se ubicaran los módulos fotovoltaicos tendrá modificaciones, especialmente en la cubierta de la estructura.

Dichas modificaciones consisten en la sustitución de las vigas existentes en la cubierta por otras que tengan una mayor resistencia para que no se produzca ningún esfuerzo o evitar el límite teórico de las vigas que existen.

La elección del tipo de vigas transversales a la colocación de los módulos se determinará de tal forma que cumpla con el Código Técnico de la Edificación, siendo capaz de soportar además del propio peso de los módulos fotovoltaicos, las sobrecargas específicas de viento y nieve.

En el Anexo III se ha realizado el cálculo detallado de los perfiles que se deben poner para que soporten con la adecuada deformación las sobrecargas adicionales introducidas por los módulos fotovoltaicos.

10.8. CASETA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES

La caseta del inversor y del Centro de Transformación será la misma y es del tipo prefabricada con envolvente de hormigón armado vibrado. Dicha caseta esta compuesta principalmente por dos partes:

- La primera parte contiene tanto las paredes como la puerta. Debe tenerse en cuenta una elección correcta de las rejillas.
- La segunda parte es la que contiene el techo.

La caseta tendrá un acabado con pintura acrílica rugosa.

La caseta será de obra civil de hormigón, en cuyo interior se incorporaran todos los componentes eléctricos desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los propios transformadores, los dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos, además de los dos inversores que contiene la instalación fotovoltaica.

Para la construcción del edificio prefabricado se realizará una excavación en el terreno previamente a la instalación de los edificios de hormigón, una vez demolida la solera existente.

Previamente al replanteo del edificio se procederá a la instalación de la toma de tierra, que se realizará según los detalles establecidos en los planos.

Una vez instalada la toma de tierra se rellenará el foso con un lecho de arena de río lavada y nivelada de 15 cm. Posteriormente se procederá a la colocación de un lecho de arena con una altura de excavación total de 55 cm. Sobre éste se instalará el edificio prefabricado.

La construcción de un edificio prefabricado para el alojamiento de los dos inversores, del centro de transformación, de los cuadros de protección de corriente continua y de corriente alterna y el cuadro general de protección y medida accesible a la compañía permite disminuir el coste de la obra civil de manera significativa.

11. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La instalación fotovoltaica se conectará a la red de distribución de ENDESA, dicha energía producida será evacuada en Media Tensión. Para elevar la tensión a la salida de los inversores a la tensión de la red de distribución se necesitará un Centro de Transformación con las características que se detallan a continuación.

11.4. PROPIEDAD

El Centro de Transformación será propiedad Particular de la Universidad de Jaén. Se debe tener en cuenta que para dicho Centro de Transformación no es necesario que sea accesible desde la vía pública, a diferencia de los Centros de Transformación que son propiedad de ENDESA.

11.5. EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento del Centro de Transformación quedará localizado en el mismo edificio que los dos inversores. Esta localización se puede observar con más detalle en el plano adjunto correspondiente.

11.6. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE SUMINISTRO

El Centro de Transformación descrito en nuestro Trabajo Fin de Grado se ha regido por la normativa particular de ENDESA para alimentar la red de suministro. La tensión es de 15 (20) kV. y la frecuencia es de 50 Hz.

La normativa particular de ENDESA define las principales propiedades, como el nivel de aislamiento de los materiales, tensión asignada, intensidades de cortocircuito y de defecto, apartamento de Media Tensión, etc.

11.7. CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO.

El edificio consta de tres locales independientes y separados físicamente. El primer local alberga tanto a los dos inversores como a sus protecciones y cajas de conexionado. En el segundo local se encuentra el transformador y en el tercer local se albergan las celdas de dicho transformador.

En los planos adjuntos se puede observar las características principales del Centro de Transformación, así como sus dimensiones, la ventilación y cualquier elemento constructivo que sea de interés.

Para el cálculo de los detalles del Centro de Transformación se seguirán las normas particulares de ENDESA (capítulo IV. Centros de transformación, Seccionamiento y Entrega), teniéndose en cuenta que las dimensiones deben ser tales que permitan que cualquier elemento puede entrar o salir en caso de reparación o sustitución.

11.8. ELEMENTOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El Centro de Transformación particular de la Instalación Fotovoltaica dispondrá de todos los elementos necesarios para asegurar la seguridad y maniobras necesarias para la transformación de la energía a las condiciones de la red de distribución.

- 1 Transformador de 250 kVA con refrigeración del transformador por aceite.
- Celda de entrada de línea.
- Celda de protección del transformador.
- Aparatación necesaria para la conexión de todos los equipos necesarios.

Los principales elementos de un Centro de Transformación se describen con más detalle a continuación.

11.8.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.

La red de alimentación al Centro de Transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 400 V y 50 Hz de frecuencia. La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 600 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

11.8.2. TRANSFORMADOR.

El transformador es el elemento principal del Centro de Transformación. Se instalará un transformador trifásico con neutro accesible y refrigeración natural de aceite, de tensión primaria 20-25 kV. y tensión secundaria 420V. en vacío.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Otras características constructivas son:

- Regulación en el primario: +/- 2,5%, +/- 5%, + 10%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4.5%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro
- Nivel de aislamiento:
- Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 125 kV.
- Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min 50 kV.

La potencia nominal del transformador será de 250 kVA. Este centro de Transformación estará provisto de rejillas de ventilación forzadas como se detallan en el Anexo correspondiente.

A continuación se muestra el conexionado del transformador (Tabla 11) tanto en el lado de alta tensión como en el lado de baja tensión:

CONEXIONADO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN	CONEXIONADO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN
El conexionado entre los bornes del transformador y los cuadros de protección correspondientes se efectuará mediante un puente trifásico de BT, formado por un embarrado con pletinas de cobre. La sección nominal del cable será de 1x120 mm ² Al para las fases y 1x 70 mm ² para el neutro.	El conexionado en el lado de Media Tensión se efectuará mediante un puente trifásico de cable de Media Tensión unipolares con un aislamiento tipo de RHZ1 de tensión asignada 12/20 kV. con una sección nominal de cable de 120 mm ² .

Tabla 11: Conexionado del transformador

11.8.3. CELDAS

11.8.3.1. CELDA DE ENTRADA DE LÍNEA

Esta celda es la encargada de recibir la línea desde el exterior del centro. Celda en SF6, del tipo IM, cuyas dimensiones aproximadas serán 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CIT manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

La entrada a la línea se podrá efectuar a través de un cable de hasta 240 mm² de sección.

11.8.3.2. CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS.

La Celda de protección general dispondrá de un interruptor y fusibles combinados en SF6. Las dimensiones aproximadas serán de 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad y 1.600 mm. de profundidad, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Mando CI1 manual de acumulación de energía.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica, de 24kV, y calibre 32 A.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda QM no se ha cerrado previamente.

11.8.4. CARACTERÍSTICAS MATERIAL AUXILIAR DE MEDIA TENSIÓN.

A continuación se expone el material auxiliar más importante:

- **Embarrado general celdas:** Dicho embarrado se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.
- **Piezas de conexión celdas:** La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles.

11.8.5. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN.

El Cuadro de Baja Tensión, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador BT/MT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

Las salidas de Baja Tensión del Centro de Transformación irán protegidas con Cuadros Modulares de Distribución en Baja Tensión y características según se definen en la Recomendación UNESA 6302B. Sus elementos principales se describen a continuación:

- **Unidad funcional de embarrado:** constituida por dos tipos de barras: barras verticales de llegada, que tendrán como misión la conexión eléctrica entre los conductores procedentes del transformador y el embarrado horizontal; y barras horizontales o repartidoras que tendrán como misión el paso de la energía procedente de las barras verticales para ser distribuida en las diferentes salidas. La intensidad nominal de cada una de las salidas será de 400 Amperios.
- **Unidad funcional de protección:** constituida por un sistema de protección formado por 4 bases tripolares verticales con cortacircuitos fusibles 400 A.
 - 2 Base portafusible 125A.
 - 1 Fusible 22 x 58 16A.
 - 2 Lámpara roja de señalización neón.
 - Panel puerta y resote de compresión de cierre.
 - Base Enchufable 2P blanco 10A, 250V.
 - Perfil simétrico liso DIN 46227.
 - 1 Amperímetro.
 - 1 Interruptor diferencial.
 - 2 Magnetotérmicos.
 - 2 Contactos auxiliares.
- **Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares.**

A continuación se muestran las características eléctricas más importantes:

- | | |
|--|---------|
| - Tensión asignada de empleo: | 440 V. |
| - Tensión asignada de aislamiento: | 500 V. |
| - Intensidad asignada en los embarrados: | 1000 A. |
| - Frecuencia asignada: | 50 Hz. |

11.9. PUESTA A TIERRA.

A continuación se va a describir de una forma detallada el sistema de puesta a Tierra propio del Centro de Transformación.

11.9.1.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas. Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

11.9.1.2. TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida.

11.9.1.3. TIERRAS INTERIORES.

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujección y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujección y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

11.10. INSTALACIONES SECUNDARIAS

El alumbrado necesario en el interior del habitáculo del Centro de Transformación será de un mínimo de puntos de luz. Dicho alumbrado debe cumplir con la comprobación necesaria y la maniobra de los elementos del mismo, siendo necesario la instalación de luminarias de emergencia.

12. EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA A LA RED.

La evacuación de la energía procedente de la instalación fotovoltaica se realizará mediante una línea subterránea de 20 kV. y frecuencia de 50 Hz. a través de un Centro de Seccionamiento, el cuál estará alojado en el interior de un edificio prefabricado.

Las principales características, de tensión asignada, intensidades de cortocircuito, intensidades de defecto y demás características que influyan en el funcionamiento y la corrección de la línea serán proporcionadas por ENDESA. Dichas características se muestran en las normas particulares de ENDESA.

El Centro de Seccionamiento se conecta a la línea subterránea de 20 kV. propiedad de ENDESA, mediante la cuál abastece la zona de la Universidad de Jaén.

12.1. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

12.1.1. EMPLAZAMIENTO Y SALAS

La localización del Centro de Seccionamiento será a pocos metros de la caseta en la que se albergan tanto los inversores y el Centro de Transformación.

El centro de seccionamiento se localiza en una caseta independiente y no conjuntamente con el centro de transformación por ímpetu de ENDESA, para de esta forma alojar en una única caseta solamente el recinto de propiedad y medida perteneciente a la Universidad de Jaén y en otro compartimento totalmente independiente el recinto de protección y medida perteneciente a ENDESA.

El Centro de Seccionamiento tendrá dos puertas separadas con dos salas totalmente independientes. De esta forma una de las salas independientes será la correspondiente a ENDESA para que el personal cualificado y autorizado por ENDESA permita hacer las operaciones y mantenimiento necesarios. La otra sala es la perteneciente al recinto de protección y medida del cliente, que será propiedad de la Universidad de Jaén.

El centro de Seccionamiento tendrá acera exterior para evitar tensiones de contacto, según la normativa vigente expuesta en las normas particulares de ENDESA.

Las dimensiones de la caseta prefabricada se muestran en el plano correspondiente con detalle. En dicha caseta se ha instalado un cuadro de servicio, calculandose la sección necesaria para los circuitos de servicios auxiliares como son:

- C1 Alumbrado
- C2 TC Caseta

En el anexo correspondiente se pueden consultar con mayor detalle las instalaciones auxiliares provistas del local, protecciones, secciones de conductores, etc.

12.1.2. RECINTO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (UNIVERSIDAD DE JAÉN)

El recinto de protección y medida está integrado en la red de ENDESA. En dicha red se localizará la aparamenta propia de su red propia de distribución, así como la celda de salida de línea para el suministro en MT.

El recinto de protección y medida estará compuesto por:

- Celda de seccionamiento.
- 2 celdas de salida de línea (una de reserva).
- Aparamenta para la conexión de todos los elementos y equipos de seguridad necesarios.

12.1.3. RECINTO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (ENDESA)

El recinto de protección y medida es la parte donde se ubicarán las celdas de protección y medida de la generación de energía de la instalación solar fotovoltaica.

El recinto de protección y medida de ENDESA estará compuesto por:

- 1 celda de entrada de línea.
- 1 celda de medida
- 1 celda de protección.
- Aparatación para la conexión de todos los elementos y equipos de seguridad necesarios.

12.2. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de poliéster, modelo según compañía para cogeneración, de dimensiones 540mm de alto x 720mm de largo y 230mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Regleta de verificación normalizada por la Compañía Suministradora.
- Contador de energía eléctrica, multifunción, medida de activa en dos sentidos y reactiva en cuatro cuadrantes, clase de precisión 0,2.
- Modem de comunicaciones para lectura remota.

Como se ha comentado anteriormente para la medida de la energía que se generará se utilizará un contador bidireccional de tipo digital. Las características técnicas de este contador se muestran a continuación:

- ***Circuitos de Intensidad***
 - Intensidad de arranque: $0,004I_b$ (con directa)/ $0,002 I_n$ (con transformadores).

- Valores nominales: $I_n: 5^a / I_b=10 \text{ A}$
- Capacidad de carga: 200% / 800%
- Capacidad térmica: $5 \cdot I_n \cdot I_b$

- ***Circuitos de Tensión***

- Valor nominal: 110 V
- Capacidad térmica en permanencia durante 10 s: $2 \cdot U_n / 2,6 \cdot U_n$
- Consumo a U_n : 2 W o 10 VA
- Rango de tensión: $\pm 20 \%$ de U_n

13. MONITORIZACIÓN.

El objetivo principal de la instalación de un sistema de control y monitorización radica en el hecho de poder visualizar en todo momento, registrar y almacenar variables tan significativas como la temperatura, tensión e irradiancia. Además se puede establecer en todo momento la energía producida por el sistema. Un sistema de monitorización cumplirá con la norma UNE-EN 61724:2000.

Otro de los objetivos principales del sistema de control y monitorización es el aviso de alguna incidencia en la propia instalación. El sistema de control y monitorización (Ilustración 5) de la instalación solar está dividido en los tres subsistemas siguientes:

- ***Subsistema de adquisición de datos:*** Está formado por los elementos que reciben los valores de cada una de las variables a medir y las transforman en señales legibles por el sistema de tratamiento de información. Esta función corresponde a las cajas de conexionado nivel 1.
- ***Subsistema de transmisión:*** Está formado por los elementos de conexión entre el subsistema de adquisición y el equipo donde se va a realizar el tratamiento de los datos adquiridos. Esta conexión puede ser analógica (vía cable RS485) o digital (vía ISDN o vía Ethernet).

- **Subsistema de tratamiento de la información:** Estará formado por el equipo PC que recibirá vía local o remota, la información precedente del subsistema de adquisición. Esta función está integrada en los inversores, que se conectarán a un PC externo.

La conexión entre las diferentes cajas de conexión de corriente continua y los inversores se realizará mediante conexión wifi con un router, para evitar el tendido de cualquier tipo de cableado. A continuación se puede observar el esquema del sistema de monitorización:

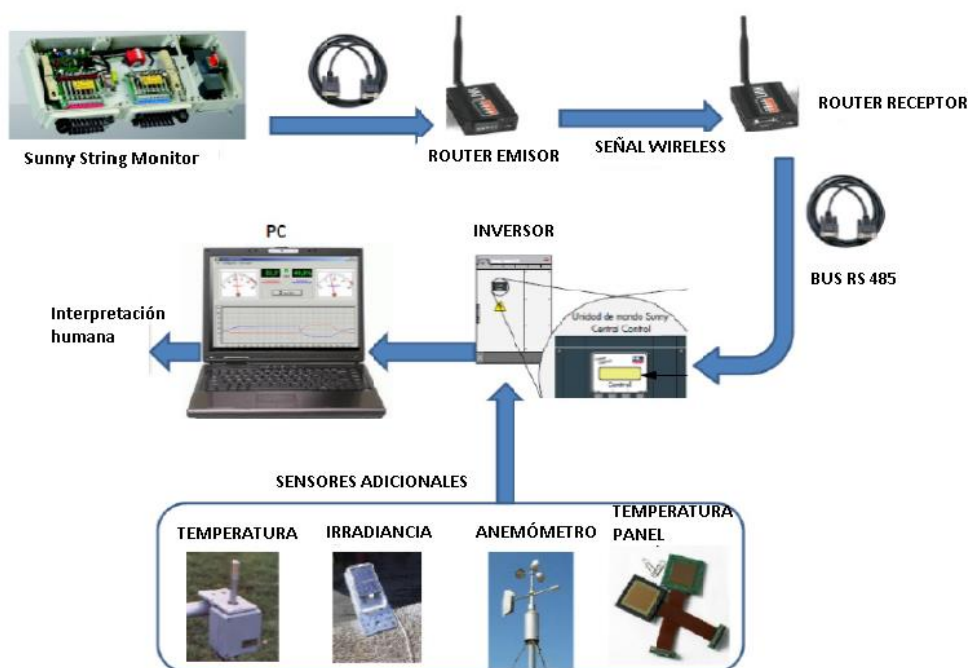


Ilustración 5: Esquema sistema de monitorización

El sistema de telemonitorización deberá monitorizar los 8 subgenerador, los 2 inversores, el contador de energía y la estación meteorológica. La conexión de todos estos equipos es directa a una red Ethernet mediante el protocolo TCP/IP.

El número total de equipos a monitorizar (Tabla 12) queda expresado:

Equipo	Cantidad
Subgenerador	8
Inversor	2
Contador de Energía	1
Total	11

Tabla 12: Equipos a monitorizar

13.1. PERFORMANCE RATIO INICIAL DE LA INSTALACIÓN

El Performance Ratio esperado para la instalación fotovoltaica será de 74,42 %

14. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE DOCUMENTOS BÁSICOS

El orden de prioridad de los documentos básicos quedan establecidos mediante la siguiente numeración:

1. Planos.
2. Pliego de Condiciones.
3. Presupuesto
4. Memoria.

15. PRESUPUESTO

Partiendo de los precios del mercado actual, se definen las unidades de obra, a partir de las cuales se han calculado las correspondientes tablas de precios auxiliares y descompuestos.

El resultado de sumar las diferentes partidas (Tabla 13) que forman la tabla de precios descompuestos será el valor del presupuesto de ejecución material: **TRESCIENTOS CATORCE MIL TRESCIENTOS DIÉCISEIS EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS.**

CONCEPTO	PRECIO (€)	PRECIO EN LETRA (€)
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M)	314.316,54	TRESCIENTOS CATORCE MIL TRESCIENTOS DIÉCISEIS EUROS CON CINCUENTA Y CINCO
Gasto Generales	47.147,48	CUARENTA Y SIETE MIL CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y OCHO
Beneficio Industrial	12.572,66	DOCE MIL CIENTO VEINTICUATRO EUROS CON SIETE CÉNTIMOS
Impuesto sobre el Valor Añadido	78.547,7	SETENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS CUARENTA Y SIETE CON SIETE
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (P.E.C)	452.584,38	CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL QUINIENTAS OCHENTA Y CUATRO CON TREINTA Y OCHO

Tabla 13: Detalle del Presupuesto

Incrementando la cantidad anterior en el porcentaje del 15% en concepto de gastos generales (financieros y fiscales, así como demás costos, tasas, impuestos y gravámenes), el 4% en concepto de Beneficio Industrial y el 21% en concepto de I.V.A. obtenemos un Presupuesto de Ejecución por Contrata de las obras, que asciende a la cantidad de **CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL QUINIENTAS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS.**

16. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- Apuntes de la asignatura “ Instalaciones fotovoltaicas”.
- Proyecto tipo de la asignatura ““ Instalaciones fotovoltaicas”
- Apuntes de la asignatura “Tecnología eléctrica de los sistemas fotovoltaicos”.
- Ingeniería Fotovoltaica. Volumen III. Edición: Primera Edición. Autor: E. Lorenzo. Editorial: Progensa.
- Proyecto tipo “planta solar fotovoltaica de 500 kW sobre la cubierta de una nave industrial en la ciudad de Sevilla” Universidad de Sevilla.
- Proyecto tipo "Instalación solar fotovoltaica de 100 kW de conexión a red en Lorca, Murcia"
- Instalaciones fotovoltaicas. Edición: -. Autor: -. Editorial: [Jaén]: Joxman Editores Multimedia, 2012 .
- Electricidad solar fotovoltaica. Edición: -. Autor: Lorenzo, Eduardo. Editorial: Mairena del Aljarafe.

Fdo:

A handwritten signature in blue ink on a light green background. The signature is stylized, starting with a large 'J' and 'A' that are connected by a horizontal line. Below this, the word 'Jose' is written in a cursive script, followed by 'A.' with a period.

TRABAJO FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW
CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y
VENTA DE ENERGÍA.**

ANEXO I

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

ANEXO I: CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

1.	CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN.....	64
1.1.	ESTUDIO ENERGÉTICO.....	64
1.2.	DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS.....	64
1.3.	PERFORMANCE RATIO	67
1.3.1.	ENERGÍA PRODUCIDA.....	68
2.	DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.	72
2.1.	CÁLCULO DE LA POTENCIA PICO DEL GENERADOR.....	72
2.2.	CONFIGURACIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	73
2.2.1.	TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA QUE EL MÓDULO PUEDE ALCANZAR.	73
2.2.2.	VALORES DE TENSIÓN MÁXIMA Y MÍNIMA QUE EL MÓDULO PUEDE ALCANZAR.....	74
2.2.3.	VALORES MÁXIMOS DE CORRIENTE QUE PUEDE ALCANZAR EL MÓDULO	75
2.2.4.	NÚMERO DE MÓDULOS EN SERIE	75
2.2.4.1.	NÚMERO DE MÓDULOS EN SERIE POR CADA RAMAL.....	75
2.2.4.2.	NÚMERO DE HILERAS EN PARALELO	76
2.2.5.	DESCRIPCIÓN ADOPTADA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	76
3.	CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	77
3.1.	RED DE CORRIENTE CONTINUA.	78
3.1.1.	COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE	78
3.1.1.1.	CABLEADO NIVEL 1. CABLEADO LOCALIZADO EN LA CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS.....	78
3.1.1.2.	CABLEADO ENTRE LA CAJA DE CONEXIONADO DE CORRIENTE CONTINUA Y LA CAJA DE CONEXIONADO DEL INVERSOR	79
3.1.1.3.	CABLEADO ENTRE LA CAJA DE CONEXIÓN DEL INVERSOR Y EL INVERSOR.	80
3.1.2.	COMPROBACIÓN POR CAIDA DE TENSIÓN.....	81
3.1.3.	RED DE CORRIENTE ALTERNA.....	82
3.1.3.1.	TRAMO SALIDA INVERSOR HASTA ENTRADA CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN B.T.....	83
4.	SOMBREADO	84
5.	PROTECCIONES	86
5.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES	86
5.2.	INTENSIDADES EN LA RED DE CORRIENTE CONTINUA.....	87

5.3.	INTENSIDAD EN LA RED DE ALTERNA.....	88
5.4.	ESQUEMA DE CONEXIONES DEL GENERADOR	88
5.5.	CARACTERÍSTICAS DE LOS DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN	89
5.5.1.	RED DE CORRIENTE CONTINUA	89
5.5.2.	RED DE CORRIENTE ALTERNA	90
5.6.	MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE A SOBRECARGAS Y SOBREINTENSIDADES EN LA PARTE DE CONTINUA.....	91
5.6.1.	PROTECCIÓN ELEMENTOS SITUADOS EN CAJA CONEXIÓN SUBGENERADOR	92
5.6.2.	PROTECCIÓN CONDUCTORES CAJAS DEL SUBGENERADOR Y CAJAS GENERAL DE CONEXIÓN DEL INVERSOR, SITUADOS EN LA CAJA GENERAL DE CONEXIÓN.....	93
6.	DISEÑO Y CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN SOLAR....	95
6.1.	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL TERRENO.	95
6.2.	CÁLCULO DE LAS PICAS DE TIERRA	96
6.3.	CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	97

1. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

1.1. ESTUDIO ENERGÉTICO.

En un sistema fotovoltaico se produce la transformación directa de la energía solar incidente sobre los módulos fotovoltaicos en energía eléctrica. Para una estimación correcta de la energía disponible se debe analizar la radiación solar.

Cabe mencionar que debemos distinguir entre dos parámetros, entre los cuáles se puede producir confusión. El primero es la irradiación (Wh/m^2) definida como la energía solar recibida durante un determinado periodo de tiempo y el segundo parámetro es la irradiancia (W/m^2), definida como la potencia instantánea recibida.

Para la determinación de la energía estimada debemos definir un parámetro que viene caracterizado por las siglas HSP y que se define como el número de horas de sol pico sobre horizontal, es decir, las horas de sol con una intensidad de $1000 W/m^2$. Seguidamente se muestra la radiación para nuestra ciudad en concreto (Tabla 14), Jaén:

Radiación Global Diaria Mensual en Horizontal ($kWh/m^2/día$)			
Enero	2,47	Julio	7,04
Febrero	3,18	Agosto	6,22
Marzo	4,72	Septiembre	4,98
Abril	5,34	Octubre	3,77
Mayo	6,62	Noviembre	2,5
Junio	7,18	Diciembre	2,1

Tabla 14: Radiación global diaria mensual extraída de OrientSol 2.0

1.2. DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS

A continuación se va a mostrar el procedimiento realizado para el cálculo de la energía entregada a la red eléctrica. Para este cálculo se tiene en cuenta el factor pérdida, dicho factor puede ser mayor o menor dependiendo de las propiedades de la instalación Fotovoltaica. Estas pérdidas pueden deberse principalmente a:

- **Pérdidas por caídas óhmicas en el cableado.**

Debido a la circulación de la corriente eléctrica por el cableado de la instalación se producen unas pérdidas debido a la caída de tensión. Para que las pérdidas por caída de tensión sean menores se debe hacer un correcto dimensionado del cableado así como una buena elección del material a utilizar.

Cabe destacar que dependiendo en la parte de cableado que estemos hay unas pérdidas u otras. Para la parte DC la máxima caída de tensión admisible es de 1.5 %, si embargo para la parte AC la máxima caída de tensión admisible es 2%.

Las pérdidas por caídas óhmicas vendrán dadas por los factores FCCC y FCCA dependiendo si estamos en el tramo de cableado de corriente continua o en el tramo de corriente alterna, respectivamente.

- **Pérdidas por dispersión de parámetros.**

En condiciones estándar de funcionamiento un módulo fotovoltaico presenta las siguientes medidas:

- Irradiancia de 1000 W/m²
- Temperatura de 25 °C.
- Espectro estándar abreviado mediante las siglas AM de 1.5G

Las medidas anteriores son realizadas en condiciones estándar, pero en condiciones reales de funcionamiento es difícil que alguno de los valores antes definidos coincidan. Dicha diferencia es la que provoca que existan pérdidas por dispersión de parámetros.

Las pérdidas por dispersión vendrán dadas por el factor FD.

- **Pérdidas por rendimiento del inversor.**

Las pérdidas por rendimiento del inversor vienen caracterizadas por las pérdidas existentes en la conmutación. Para poder realizar su cálculo se procederá a observar una curva de rendimiento en función de la potencia de operación.

De otra forma el inversor viene caracterizado también por un dispositivo que es el encargado del seguimiento del punto de máxima potencia del generador Fotovoltaico. Las pérdidas por rendimiento del inversor vendrán dadas por el factor FINV.

- **Pérdidas por temperatura.**

Las pérdidas por temperatura son de especial interés en los módulos fotovoltaicos, debido a que aproximadamente por cada 10°C de temperatura por encima de su temperatura de operación se presenta unas pérdidas de 4%. Dichas pérdidas dependen de diferentes factores como pueden ser la irradiancia, factores meteorológicos y la velocidad del viento. Las pérdidas por temperatura vendrán dadas por el factor FT.

- **Pérdidas por sombreado del generador Fotovoltaico.**

Las pérdidas por sombreado vienen caracterizadas por el sombreado que se produce en los módulos fotovoltaicos. Debido a lo anterior hay que dejar una distancia mínima entre la estructura soporte sobre la que se montan los módulos fotovoltaicos y el edificio que puede provocar este sombreado. Las pérdidas por temperatura vendrán dadas por el factor FS.

- **Pérdidas por polvo o suciedad.**

Las pérdidas por polvo son las causadas principalmente por la deposición de polvo sobre los módulos fotovoltaicos, de tal manera que disminuyan tanto la tensión como la corriente entregada.

Las pérdidas por suciedad localizadas (como los excrementos de aves) que dan lugar a un aumento de las pérdidas de conexionado. Las pérdidas por polvo/suciedad vendrán dadas por el factor FP/S.

1.3. PERFORMANCE RATIO

Seguidamente se va a definir un parámetro de especial interés, dicho parámetro es el Performance Ratio Global. Éste se denomina ratio de producción global y su cálculo se puede realizar con el producto de todos los parámetros antes mencionados.

$$PRG = PR \cdot FS \cdot \frac{FP}{S} \tag{3}$$

El parámetro PR es el producto de:

$$PR = FD \cdot FT \cdot FINV \cdot FPMP \cdot FCCC \cdot FCCA \cdot OP \cdot FD \tag{4}$$

Siendo:

- *OP*: Un factor que viene dado por otras pérdidas a contemplar.
- *FD*: Es un factor que representa la disponibilidad del sistema

A continuación se muestra los valores de pérdidas para el cálculo del Performance Ratio Global (Tabla 15).

Pérdidas por sombras	1%
Pérdidas por dispersión	3%
Pérdidas por Temperatura de los módulos	8%
Pérdidas por rendimiento del inversor	3.6%
Pérdidas por polvo/suciedad	3.5%
Pérdidas de Disponibilidad	3%
Pérdidas en el seguidor del PMP	2.5%
Pérdidas en el cableado de CC	1.5%
Pérdidas en el cableado de CA	1.8%
Otras pérdidas	2%

Tabla 15: Distribución de pérdidas.

De esta forma se muestra un Performance Ratio Global de 74.42 %. La distribución (Ilustración 6), se representa a continuación:

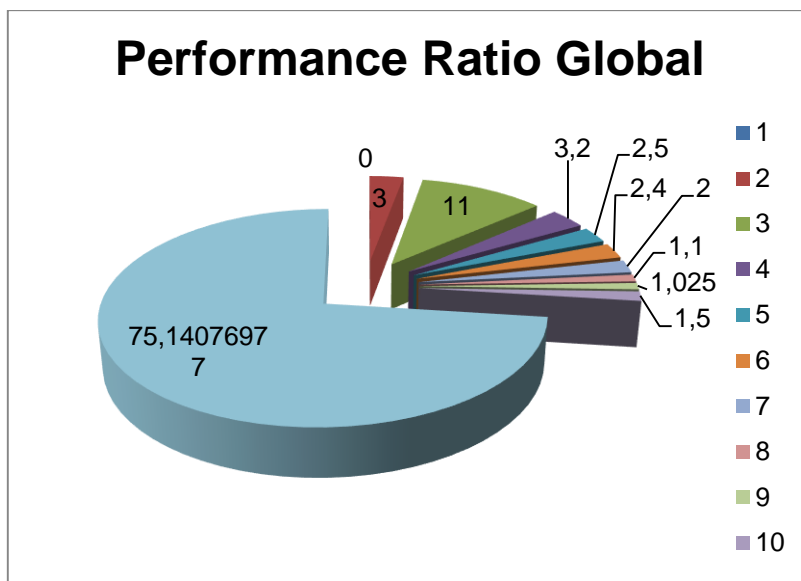


Ilustración 6: Distribución de las pérdidas

Se puede de esta forma concluir que el valor de Performance Ratio Global es un valor razonablemente bueno en instalaciones sin sombrear. El rango de valores para instalaciones con un PRG bueno se encuentra entre 0,7-0,8.

1.3.1. ENERGÍA PRODUCIDA.

La energía producida por nuestra instalación fotovoltaica será el producto de los siguientes parámetros:

$$E = P \cdot HSP \cdot D \cdot PRG \tag{5}$$

Los parámetros que aparecen en la definición de la anterior ecuación se pueden definir como:

- *E*: Energía total generada por nuestra instalación fotovoltaica (kWh).
- *P*:Potencia pico instalada (200kW_p).
- *D*: Días que contiene cada mes.
- *PRG*:Performance Ratio Global.
- *HSP*: número de horas de sol pico sobre horizontal.

Definidos estos parámetros se van a detallar (Tabla 16) :

	Número de días	$G_{dm}(\alpha,\beta)$ (Kwh/m ² .día)	PR	E_p (Kwh/día)	E_p (Kwh/mes)	H.S.P. Mensuales
Enero	31	2,84	0,737	418,50	12973,56	0,09
Febrero	28	3,58	0,737	527,55	14771,35	0,10
Marzo	31	5,01	0,737	738,27	22886,46	0,16
Abril	30	5,49	0,737	809,01	24270,17	0,16
Mayo	31	6,58	0,737	969,63	30058,47	0,20
Junio	30	7,01	0,737	1032,99	30989,78	0,21
Julio	31	6,93	0,737	1021,20	31657,32	0,21
Agosto	31	6,33	0,737	932,79	28916,43	0,20
Septiembre	30	5,29	0,737	779,53	23386,01	0,16
Octubre	31	4,19	0,737	617,44	19140,57	0,13
Noviembre	30	2,79	0,737	411,13	12334,02	0,08
Diciembre	31	2,45	0,737	361,03	11191,98	0,08
Media anual		4,88		719,39	21930,32	
				Suma	262576,14	

Tabla 16: Energía Producida en kWh/año

Se puede concluir que se obtiene una energía total final generada de:

$$E \approx 262576 \text{ kWh al año}$$

Seguidamente se va a mostrar la evolución de la energía generada cada mes del año (Ilustración 7) :

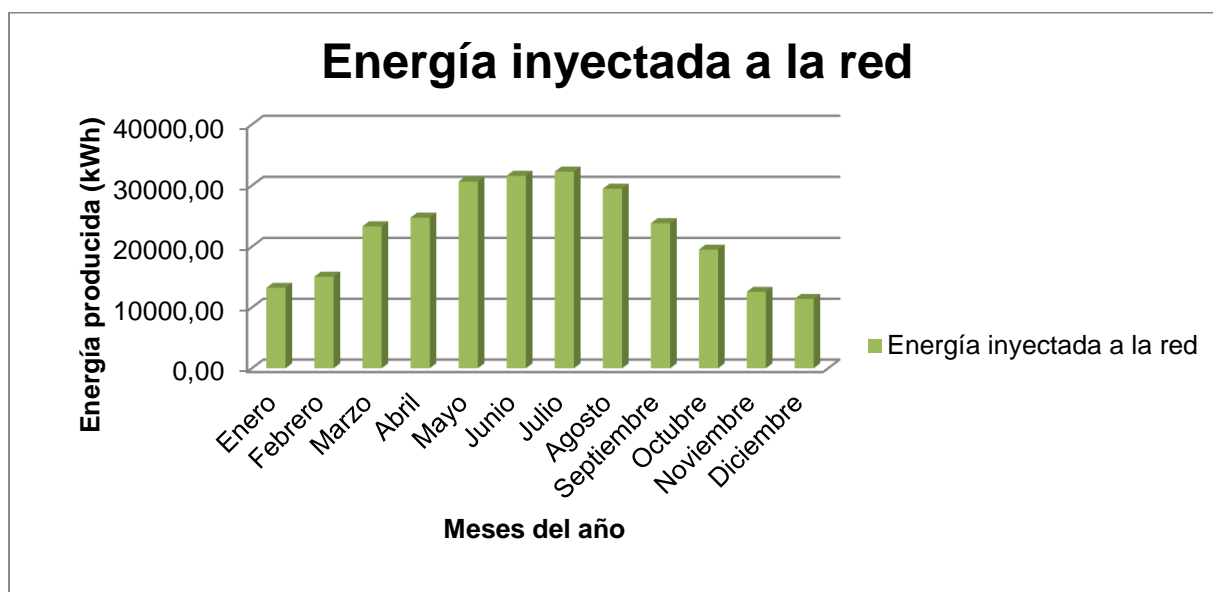


Ilustración 7: Energía generada cada mes

En la anterior Ilustración se puede observar la energía producida, siendo mayor en los meses donde la irradiancia tiene unos valores mayores, es decir, los meses de verano. Debido a las pérdidas existentes en el sistema la energía generada no es tan elevada como debería ser, si lo módulos fotovoltaicos trabajasen en condiciones óptimas.

Por último vamos a realizar la simulación correspondiente con el programa de simulación online PVGIS y de esta forma obtener una comparación con los valores obtenidos propios. Los resultados del PGIS muestran tanto la producción mensual y anual de la instalación (Tabla17):

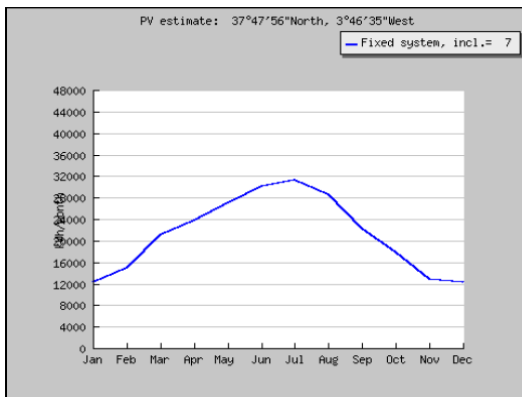
Sistema fijo: Inclinación de 7°C Orientado correctamente al Sur				
Mes	E_d (kWh)	E_m (kWh)	H_d (kWh/m²)	H_m (kWh/m²)
Enero	399.00	12400	2.89	89.6
Febrero	536.00	15000	3.92	110
Marzo^o	681.00	21100	5.13	159
Abril	792.00	23800	6.05	182
Mayo	876.00	27100	6.83	212
Junio	1000.00	30100	8.03	241
Julio	1010.00	31300	8.16	253
Agosto	922.00	28600	7.42	230
Septiembre	742.00	22300	5.81	174
Octubre	576.00	17900	4.39	136
Noviembre	431.00	12900	3.18	95.5
Diciembre	394.00	12200	2.88	89.2
Año	697.00	21200	5.40	164
Total por año		255000		1970

Tabla 17: Producción mensual y anual. Fuente PVGIS

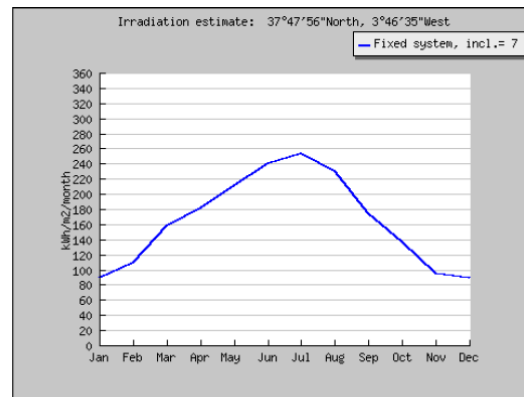
Dónde:

- E_d: Producción media diaria de energía eléctrica generada por el sistema (kWh).
- E_m: Producción media mensual de energía eléctrica generada por el sistema (kWh).
- H_d: Irradiación global por cada metro cuadrado recibido por lo módulos fotovoltaicos (kWh/m²).
- H_m: Irradiación global por cada metro cuadrado recibido por lo módulos fotovoltaicos (kWh/m²).
- Se obtiene una energía total final generada de 255000 kWh al año.

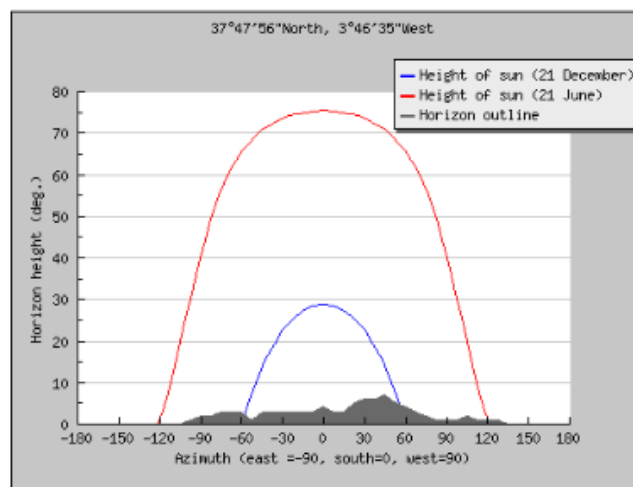
A continuación se van a mostrar una serie de gráficas



Monthly energy output from fixed-angle PV system



Monthly in-plane irradiation for fixed angle



Outline of horizon with sun path for winter and summer solstice

Ilustración 8: Evolución de la producción de energía mensual.

En cada una de las tres gráficas (Ilustración 8) mostradas anteriores se pueden observar características distintas:

- La *primera gráfica* situada arriba a la izquierda muestra la producción de energía mensual que existe en un sistema Fotovoltaico con disposición fija.
- En la *segunda gráfica* situada arriba a la derecha se muestra la irradiancia mensual para una disposición fija.
- La *tercera gráfica* muestra la disposición del Sol dependiendo que esté en invierno o en verano. En dicha gráfica se puede observar como el punto máximo en cada una de las dos gráficas dibujadas representa el 21 de Diciembre para la curva en azul y el 21 de Junio para la curva en

color rojo. Estos días son siempre los más críticos para el dimensionado de una instalación fotovoltaica, ya que el día 21 de Diciembre es el día en el que la altura del sol alcanza su mínimo y en el día 21 de Junio cuando alcanza su máximo.

2. DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.

Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red tienen como objetivo la producción de energía para suministrarla a la red de distribución.

El dimensionado de una instalación es uno de los apartados más importante en este Trabajo Fin de Grado, ya que el funcionamiento correcto de la instalación depende en gran medida de los cálculos que se realicen.

2.1. CÁLCULO DE LA POTENCIA PICO DEL GENERADOR

En el dimensionado del generador se obtendrá la superficie ocupada por los módulos fotovoltaicos en la estructura de los aparcamientos.

$$S = \frac{P_{GFV} \cdot S_{mod}}{P_{mod}} = \frac{200000 \text{ kW}_p \cdot 1,65 \text{ m}^2}{250 \text{ W}_p} = 1320 \text{ m}^2 \quad (6)$$

La superficie obtenida se encuentra repartida en varias estructuras como se puede observar en los planos adjuntos.

Para el dimensionado del generador fotovoltaico se va a realizar una primera estimación del número de módulos fotovoltaicos totales que se necesitarán. De esta forma el cálculo necesario será:

$$N_t = \frac{P_{GFV,STC}}{P_{MOD,STC}} = \frac{200 \text{ kW}_p}{250 \text{ W}_p} = 800 \text{ módulos fotovoltaicos} \quad (7)$$

La potencia pico del generador fotovoltaico vendrá definido por el número total de módulos necesarios y la potencia pico de cada módulo fotovoltaico, de esta forma quedará:

$$P_{p,instalación} (kW_p) = N_t \cdot P_{mod} = 800 \cdot 250 = 200000 W_p \quad (8)$$

Debido a que en una estructura de los aparcamientos existentes no se pueden alojar todos los módulos fotovoltaicos, debemos dividir nuestro generador en varios subgeneradores. De esta forma el generador fotovoltaico estará compuesto por 8 subgeneradores, cada uno estará formado por 100 módulos fotovoltaicos y una potencia de 25 kW_p. La razón no es otra que la de reducir las posibles pérdidas que puedan existir en la generación debido a un fallo en el inversor, fallos en las conexiones, cortocircuitos, etc.

2.2. CONFIGURACIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.

Para la configuración del generador Fotovoltaico necesitamos saber cuáles son las características del inversor que vamos a utilizar, ya que dependiendo del inversor que se utilice se podrá utilizar una configuración u otra del generador fotovoltaico.

2.2.1. TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA QUE EL MÓDULO PUEDE ALCANZAR.

La temperatura máxima del módulo fotovoltaico viene dada por la siguiente expresión:

$$T_{max,módulo} (^{\circ}C) = T_{amb} (^{\circ}C) + \frac{T_{ONC} (^{\circ}C) - 20^{\circ}C}{800 \frac{W}{m^2}} G (W/m^2) \quad (9)$$

De esta forma se puede comentar que la temperatura máxima del módulo fotovoltaico depende de la temperatura ambiente, de la TONC (expresada unas condiciones de GSTC=800 W/m² y una temperatura de 20°C) y de la irradiancia en condiciones de funcionamiento (G).

La temperatura máxima del panel será:

$$T_{max,módulo} (^{\circ}C) = 45 (^{\circ}C) + \frac{49.9 (^{\circ}C) - 20^{\circ}C}{800 \frac{W}{m^2}} 1000 \left(\frac{W}{m^2} \right) = 82.375^{\circ}C. \quad (10)$$

Se ha considerado que la temperatura máxima en Jaén es de 45 °C.

La temperatura mínima que un módulo fotovoltaico puede alcanzar se calcula con una expresión similar a la anterior, pero teniendo en cuenta tanto la temperatura mínima de la ciudad dónde se encuentra la instalación fotovoltaica como la irradiancia, que en este caso es de 100 W/m².

La temperatura mínima del módulo fotovoltaico será:

$$T_{\min, \text{módulo}}(^{\circ}\text{C}) = T_{\text{amb}}(^{\circ}\text{C}) + \frac{T_{\text{ONC}}(^{\circ}\text{C}) - 20^{\circ}\text{C}}{800 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} G \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right) = -10 (^{\circ}\text{C}) + \frac{45.9 (^{\circ}\text{C}) - 20^{\circ}\text{C}}{800 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} 100 \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right) = -6.76^{\circ}\text{C}. \quad (11)$$

Cabe mencionar que el valor tomado de TONC depende en función del cálculo para la temperatura máxima del módulo o la mínima. El valor ha sido obtenido de la hoja de características del fabricante siendo 47.9 °C con un margen de ± 2°C.

2.2.2. VALORES DE TENSIÓN MÁXIMA Y MÍNIMA QUE EL MÓDULO PUEDE ALCANZAR.

Los valores de tensión máxima y mínima que puede alcanzar el módulo varían en función de las temperaturas antes calculadas.

$$V_{\max, \text{panel}} = V_{MPP} + \text{Coef.} \cdot V \cdot (T_{\min, \text{mod}} - 25) = 30.2 - 0.27 \cdot (-6.76 - 25) = 37.4 \text{ V}. \quad (12)$$

De otra forma la tensión mínima en el panel se calculará de forma similar como se puede observar a continuación:

$$V_{\min, \text{modulo, oc}} = V_{MPP} + \text{Coef.} \cdot V \cdot (T_{\max, \text{mod}} - 25) = 30.2 - 0.27 \cdot (82.375 - 25) = 14.71 \text{ V} \quad (13)$$

Para la característica de la tensión también habrá que calcular la tensión máxima que el módulo fotovoltaico alcanzaría en condiciones de circuito abierto:

$$V_{\max, \text{mod, oc}} = V_{MPP} + \text{Coef.} \cdot V \cdot (T_{\min, \text{mod}} - 25) = 37.4 - 0.27 \cdot (82.375 - 25) = 21.91 \text{ V} \quad (14)$$

2.2.3. VALORES MÁXIMOS DE CORRIENTE QUE PUEDE ALCANZAR EL MÓDULO

La máxima corriente que un módulo puede alcanzar en el punto de máxima potencia se dará cuando la temperatura sea más elevada, ya que como se comentó antes, conforme la temperatura aumenta la corriente aumenta y en consiguiente las pérdidas.

$$I_{mpp,max} = I_{mpp} + Coef.I \cdot (T_{max,mod} - 25) = 8.3 \text{ A.} + 0.02 \cdot (82.375^{\circ}\text{C.} - 25^{\circ}\text{C.}) = 9.448 \text{ A.} \quad (15)$$

De otra forma se puede calcular también la intensidad máxima de cortocircuito, que será:

$$I_{sc,max} = I_{sc} + Coef.I \cdot (T_{max,mod} - 25) = 8.9 \text{ A.} + 0.02 \cdot (82.375^{\circ}\text{C.} - 25^{\circ}\text{C.}) = 10.05 \text{ A.} \quad (16)$$

2.2.4. NÚMERO DE MÓDULOS EN SERIE

2.2.4.1. NÚMERO DE MÓDULOS EN SERIE POR CADA RAMAL

El número de módulos en serie máximos por cada ramal corresponderá con el cociente entre el valor máximo de tensión en el punto de máxima potencia y la tensión máxima del módulo. La expresión que representa lo descrito anteriormente es:

$$N_{mod,max,ram} = \frac{V_{MMP}}{V_{max,mod}} = \frac{V_{MMP,inv,min}}{V_{max,mod}} = \frac{750}{30.2} = 24.83 \text{ módulos máximos en serie} \quad (17)$$

De forma análoga se puede realizar el cálculo del número de módulos mínimos por cada ramal, siendo éste:

$$N_{mod,min,ram} = \frac{V_{MMP}}{V_{max,mod}} = \frac{V_{MMP,inv,min}}{V_{max,mod}} = \frac{405}{30.2} = 13.41 \text{ módulos mínimos en serie} \quad (18)$$

Cabe mencionar que tanto el valor de $V_{MMP,inv,min}$ como de $V_{MMP,inv,max}$ corresponde a los valores de tensión en el punto de máxima potencia. Dicho rango es 405-750 V.

2.2.4.2. NÚMERO DE HILERAS EN PARALELO

El número de hileras va a estar definido por las características del inversor, de modo que se cumpla la siguiente ecuación:

$$NHP \cdot I_{SC} < I_{CC} \tag{19}$$

Dónde:

- NHP: Es el número de hileras en paralelo.
- I_{SC} : Es la corriente de cortocircuito
- I_{CC} : Es la intensidad máxima admisible del inversor.

El cálculo del número de hileras en paralelo será:

$$\frac{I_{CC}}{I_{SC}} = \frac{260}{8.9} = 29.21 \tag{20}$$

Se puede concluir que el número de hileras en paralelo deberá ser menor que 29.

2.2.5. DESCRIPCIÓN ADOPTADA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Los resultados adoptados para la instalación fotovoltaica (Tabla 18) corresponden:

Número total de módulos	Número en paralelo de módulos	Número en serie de módulos
800	5	20

Tabla 18: Solución adoptada del generador

Se ha elegido la solución antes mostrada debido a que es la mejor configuración que se adapta con la superficie de la estructura del aparcamiento. Seleccionando esta configuración además se puede garantizar una menor longitud de cableado utilizado y un mayor rendimiento de la instalación al disminuir las pérdidas por efecto Joule.

También tenemos que comprobar que la tensión máxima del inversor es mayor que la máxima tensión que puede alcanzar la instalación en circuito abierto, siendo ésta:

$$V_{max,oc} = V_{max,mod,oc} \cdot NMS = 37.4 \cdot 20 = 748 \text{ V.} \quad (21)$$

Siendo:

- $V_{max,mod,oc}$: Tensión máxima del módulo en el punto de máxima potencia
- NMS : Número de módulos en serie.

De esta forma se puede observar que $V_{max,oc} \leq V_{cc}(900\text{V.})$, por lo que la disposición de los módulos fotovoltaicos cumplen con esta restricción también.

Seguidamente se va a mostrar un resumen (Tabla 19) para valores del subgenerador, de todos los cálculos realizados en este apartado:

Potencia pico de la instalación	200 kW _p
Número de subgeneradores	8
Número de módulos en serie	20
Número de módulos en paralelo	5
$V_{max,oc}$ generador	748 V.
Intensidad de cortocircuito, I _{sc}	201 A.
Intensidad punto máxima potencia I _{mp}	188,9 A.
Tensión punto máxima potencia, V _{mp}	604

Tabla 19: Descripción del generador fotovoltaico.

3. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

Para el cálculo de la sección de los conductores en la línea deben tenerse en cuenta dos tramos bien diferenciados, es decir, el tramo en corriente continua y el tramo en corriente alterna. Cabe mencionar que todos los cables utilizados para la línea eléctrica de Baja Tensión son de Cobre.

El tramo en CC corresponde al cableado existente desde el generador solar fotovoltaico hasta el inversor.

El tramo en CA hace referencia al tramo que va desde la salida del inversor hasta la evacuación de la energía a la red de Media Tensión.

Para los tramos de CC se utilizará un cableado específico para que resista a las condiciones a soportar por la instalación fotovoltaica. A continuación se puede observar un resumen (Tabla 20) del tipo de cableado utilizado en cada tramo.

TRAMO	CABLEADO
Conexión salida String hasta el cuadro de nivel 1	ZZ-F- (AS) con sección nominal de 4mm ²
Conexión desde el cuadro de nivel 1 hasta el cuadro de nivel 2 (caja general de conexión del inversor).	PV XZ-K-(AS) con sección nominal de 16 mm ² y sección de 25 mm ²
Conexión desde el cuadro de nivel 2 hasta el inversor	PV XZ-K-(AS) con sección nominal de 70mm ² .

Tabla 20: Cableado diferentes tramos

El diseño y dimensionado de los cables utilizados se regirá mediante la ITC-BT-07 (Redes subterráneas par distribución en Baja Tensión), la ITC-BT-40 (Instalaciones generadores de baja tensión) y la norma UNE 20460-5.

3.1. RED DE CORRIENTE CONTINUA.

Los datos de partida para el cálculo de secciones de los conductores serán

- Tensión 626 V. DC
- Caída de tensión menor de 1,5% valor porcentual.
- Intensidad de diseño será el 125% del valor de la intensidad de cortocircuito.

3.1.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

3.1.1.1. CABLEADO NIVEL 1. CABLEADO LOCALIZADO EN LA CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS.

El cableado recorrerá el tramo de la cubierta de los aparcamientos sobre los que se instalan los módulos fotovoltaicos, sujetos con abrazaderas de plástico.

La intensidad de cortocircuito que circula por este tramo viene definida de la siguiente forma:

$$I_{sc,mod} = 8,9 A. \quad (22)$$

Seguidamente vamos a realizar el cálculo de la intensidad de diseño que será:

$$I_{sc,mod} = 1,25 \cdot 8,9 = 11,125 A. \quad (23)$$

El factor reductor para una canalización aérea sobre superficie establece:

- Factor de Temperatura: 0,82

De la tabla mostrada en la norma UNE 20460-5-523:2004 se puede extraer que para un cable con sección de 1,5 mm² la intensidad admisible será de 24 A. De esta forma y aplicando el coeficiente reductor total se puede observar que la intensidad soportada será de:

$$I_S = 24 \cdot 0,88 = 21,12 A. \quad (24)$$

Para este tramo y según la norma específica EA 0038-2008 las sección de este tramo tienen que estar comprendidas entre 2.5 mm² y 35 mm². Para este tramo se ha elegido una sección nominal de 4 mm² de tal forma que se mantendrá homogeneidad en la sección de estos conductores y se asegurará que el conductor soporte esta intensidad.

$$I_S(4mm^2) = 45 \cdot 0,88 = 39,6 A > I_{sc,mod} \quad (25)$$

3.1.1.2. CABLEADO ENTRE LA CAJA DE CONEXIONADO DE CORRIENTE CONTINUA Y LA CAJA DE CONEXIONADO DEL INVERSOR

La intensidad de cortocircuito que circula por este tramo viene definida por la siguiente ecuación:

$$I_{sc,mod} = 5 \cdot 8,9 = 44,5A. \quad (26)$$

Seguidamente vamos a realizar el cálculo de la intensidad de diseño que será:

$$I_{sc,mod} = 1,25 \cdot 44,5 = 55,625 A. \quad (27)$$

El REBT establece unos factores reductores que se pueden obtener mediante la ITC-BT -07.

- Factor de Temperatura: 0,92
- Factor por instalación en el interior de tubo: 0,8
- Factor por número de cables en la misma zanja: 0,8 debido a agrupación de cables en la misma zanja.

El producto de los coeficiente reductores es de $0,92 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,588$.

Atendiendo a los resultados antes obtenidos se puede obtener el valor de la sección haciendo uso de la norma EA 0038-2008 y UNE 20460-5-523:2004, obteniéndose una sección de 16 mm^2 en Cu y 25 mm^2 . Dicha sección elegida es la mínima establecida por las normas anteriores. La intensidad admisible para una sección de 16 mm^2 y para una sección de 25 mm^2 para conductores de Cobre en una instalación enterrada será:

$$\begin{aligned} I_S(16\text{mm}^2) &= 125 \cdot 0,588 = 73,5 \text{ A} > I_{sc,mod} \\ I_S(25\text{mm}^2) &= 160 \cdot 0,588 = 94,08 \text{ A} > I_{sc,mod} \end{aligned} \quad (28)$$

3.1.1.3. CABLEADO ENTRE LA CAJA DE CONEXIÓN DEL INVERSOR Y EL INVERSOR.

La intensidad de cortocircuito que circula por este tramo viene definida por la siguiente ecuación:

$$I_{sc,mod} = 4 \cdot 44,5 = 178 \text{ A}. \quad (29)$$

Seguidamente vamos a realizar el cálculo de la intensidad de diseño que será:

$$I_{sc,mod} = 1,25 \cdot 178 = 222,5 \text{ A}. \quad (30)$$

El REBT establece unos factores reductores que se pueden obtener mediante la ITC-BT -07.

Factor de Temperatura: 0,9

la misma zanja.

El producto de los coeficiente reductores es de 0.92

Atendiendo a los resultados antes obtenidos se puede obtener el valor de la sección haciendo uso de la norma EA 0038-2008 y UNE 20460-5-523:2004, obteniéndose una sección de 70 mm² en Cu. La sección para este tramo estará comprendida entre 16 mm² y 300 mm².

La intensidad admisible para una sección de 70 mm² para conductores de Cobre en una instalación enterrada será:

$$I_s(70mm^2) = 280 \cdot 0,92 = 257,6 A > I_{sc,mod} \quad (31)$$

A continuación se muestra un cuadro resumen (Tabla 21) de las diferentes secciones mediante el cálculo de intensidades:

<i>Cable</i>	<i>Nivel</i>	<i>Intensidad máxima de cortocircuito (A.)</i>	<i>Intensidad máxima soportada por el conducto (A.)</i>	<i>Sección (mm²)</i>
Conexión módulos	1	11,125	39,6	4
Caja subgenerador- Caja conexión inversor	2	55,625 A	73,5 94,08	16 25
Caja conexión inversor- Inversor	3	222,5	257,6	70

Tabla 21: Cálculo de secciones mediante el criterio por densidad de corriente

3.1.2. COMPROBACIÓN POR CAIDA DE TENSIÓN

Para los tramos en la parte de corriente continua la caída de tensión se calcula mediante la siguiente expresión:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} \quad (32)$$

Dónde:

- e : Caída de tensión expresada en Voltios (V)
- L : Longitud del conductor expresado en metros (m)
- I : Intensidad en Amperios (A)
- ρ : Conductividad del conductor específico para Cobre $56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$
- S : Sección del conductor expresada en mm^2

Seguidamente se realizarán los cálculos necesarios para calcular la caída de tensión en la situación más desfavorable.

$$e = \frac{2 \cdot 7 \cdot 8,3}{56 \cdot 4} + \frac{2 \cdot 75 \cdot 41,5}{56 \cdot 16} + \frac{2 \cdot 20 \cdot 166}{56 \cdot 120} = 8,45 \text{ V.} \quad (33)$$

La caída de tensión total expresada en tanto por ciento será del 1,35%, valor que se encuentra por debajo del valor recomendado por los reglamentos del 1,5%. Se puede verificar que las secciones normalizadas calculadas para cada tramo cumplen con lo especificado en las normas, por lo que son de aplicación para esta instalación.

3.1.3. RED DE CORRIENTE ALTERNA

Los datos de partida para el cálculo de secciones de los conductores serán

- Tensión de línea 400 V. AC
- Caída de tensión menor de 1,5% valor porcentual.
- Intensidad de cálculo para densidad de corriente 125% de la corriente nominal del inversor.

Seguidamente vamos a calcular el valor máximo de la intensidad a la salida del inversor, que vendrá caracterizado por la siguiente ecuación:

$$I_{AC} = \frac{P_{inv}}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos \varphi} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 152 \text{ A.} \quad (34)$$

Dónde:

- I : Intensidad a la salida del inversor (A.)
- P_{inv} : Potencia del inversor (kW.)
- U_L : 400V. Tensión compuesta a la salida del inversor (V)
- $\cos \varphi$: Factor de potencia

3.1.3.1. TRAMO SALIDA INVERSOR HASTA ENTRADA CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN B.T.

3.1.3.1.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.

El cableado en este tramo irá en canalización subterránea bajo tubo.

El REBT establece unos factores reductores que se pueden obtener mediante la ITC-BT -07.

- Factor de Temperatura: 0,92
- Factor por instalación en el interior de tubos: 0,8

El producto de los coeficiente reductores es de $0.92 \cdot 0,8 = 0,736$

La intensidad para la densidad de corriente vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$I = 1,25 \cdot I_{inv.} = 1,25 \cdot 152 = 190 \text{ A.} > I_{AC} \quad (35)$$

Atendiendo a los resultados antes obtenidos se puede obtener el valor de la sección haciendo uso del REBT-BT-07, de esta forma se obtiene una sección normalizada de 70 mm^2 .

3.1.3.1.2. COMPROBACIÓN POR CAIDA DE TENSIÓN.

Para los tramos en la parte de corriente alterna la caída de tensión se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_B}{\rho_{Al} \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 152}{56 \cdot 70} = 0,672 \quad (36)$$

Dónde:

- ΔV : Caída de tensión expresada en Voltios (V)
- L: Longitud de la línea expresada en metros (m)
- I_B : Intensidad de diseño en Amperios (A)
- ρ : Conductividad del conductor específico para Cobre $56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$
- S: Sección del conductor expresada en mm^2

La caída de tensión total expresada en tanto por ciento será del 0,162%, valor que se encuentra por debajo del valor recomendado por los reglamentos del 1,5%. Se puede verificar que las secciones normalizadas calculadas para cada tramo cumplen con lo especificado en las normas, por lo que son de aplicación para esta instalación.

4. SOMBREADO

Una superficie puede experimentar pérdidas debido a que se produzcan sombras circundantes. Tales pérdidas se expresan como un porcentaje de la radiación solar global sobre la superficie en estudio si no existieran sombra alguna.

El cálculo necesario para saber las pérdidas existentes en la instalación fotovoltaica en estudio se detalla a continuación:

- Inicialmente debemos realizar una simple visión de la localización de nuestra instalación fotovoltaica y de cualquier edificio u otro obstáculo que pueda producir sombras sobre los módulos fotovoltaicos.
- A continuación debemos aplicar una fórmula basada simplemente en trigonometría, la cuál se realiza para el día más desfavorable del año. El día más desfavorable del año será el 21 de diciembre, ya que en este día la altura solar es mínima.
- Por último debemos obtener la distancia mínima para que los módulos quedan exentos de sombras.

Una ilustración aclarativa (Ilustración 9) de los pasos mencionados anteriormente es la que se muestra a continuación:

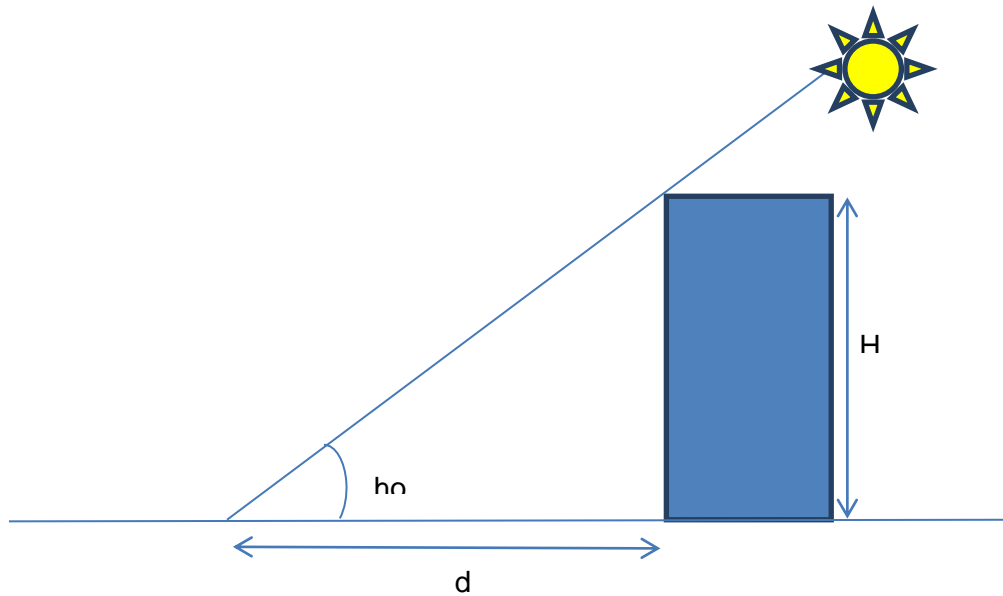


Ilustración 9: Detalle para el cálculo del sombreado

Para el estudio de sombreado el parámetro que interesa es la distancia mínima, representada en la ilustración 14 mediante d. Seguidamente se muestra un resumen (Tabla 22) de los parámetros que se deben tener en cuenta para la resolución del estudio de sombras.

Latitud (Jaén)	37,46°
Día Juliano (Nº)	355
Declinación (δ)	-23,45°
h _o	29,09°
Altura de edificio, H (m)	16

Tabla 22: Parámetros de proyección

Una vez que tenemos tanto el esquema anterior como la tabla descrita anteriormente se puede calcular la distancia mínima a colocar los módulos fotovoltaicos para que no se sombreen.

$$d_{min} = \frac{H}{\tan h_o} = 28.76 \text{ metros} \tag{37}$$

La distancia mínima a colocar los módulos fotovoltaicos del edificio existente es a 28.76 metros. De esta forma se puede concluir que para la instalación fotovoltaica en estudio el cálculo por sombreado será prácticamente 0, debido a que el edificio que se encuentra delante de los aparcamientos utilizados para instalar los módulos

fotovoltaicos está a una distancia aproximada de 37 metros (Ilustración 10).

Distancia total:
36.8967 m

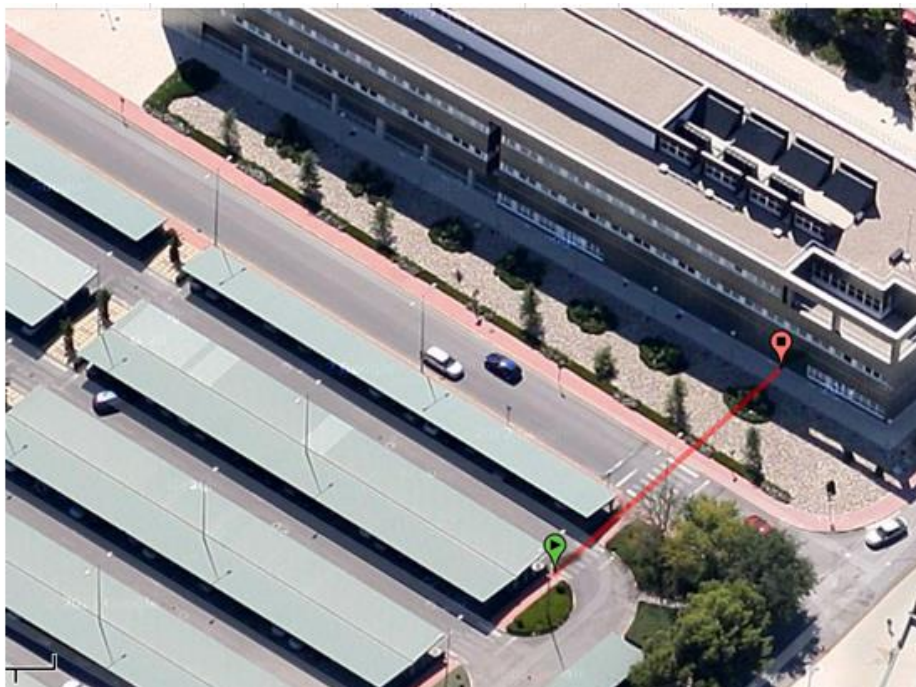


Ilustración 10: Distancia del edificio más cercano y la Instalación fotovoltaica

5. PROTECCIONES

5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La instalación fotovoltaica está compuesta por 800 módulos, cuya estructura se analizó en el anexo correspondiente, y dos inversores cada uno de 100kW.

La red a la que se conectará el transformador es una red de distribución de baja tensión, que tendrá las siguientes características:

- Tensión de la línea de 400 V.
- Intensidad de cortocircuito en baja tensión será 12 kA.

Las principales características del módulo a utilizar (Tabla 23) serán:

Potencia máxima P_{max} (W_p)	250
Tensión en el punto de máxima potencia, V_{MPP} (V.)	30,2
Intensidad en el punto de máxima potencia, I_{MPP} (A.)	8,3
Tensión de circuito abierto, V_{oc} (V.)	37,4
Intensidad de cortocircuito, I_{sc} (A.)	8,9
Tolerancia	+ 5 W_p

Tabla 23: Principales características del módulo

Los módulos se dividirán en 8 subgeneradores, cada uno proporcionará una potencia de 25 kW_p. Cada subgenerador estará dividido en 5 hileras en paralelo y 20 módulos en serie, cumpliendo con el rango de tolerancia para que el inversor funcione adecuadamente. La potencia total de la instalación fotovoltaica será de 200 kW_p.

5.2. INTENSIDADES EN LA RED DE CORRIENTE CONTINUA

El primer cálculo a realizar será la corriente que circula por cada ramal. Dicho cálculo será inmediato debido a que será la intensidad en el punto de máxima potencia.

$$I_{ramal} = 8,3 \text{ A.} \quad (38)$$

A la salida de cada subgenerador la intensidad total será el producto de la intensidad en el punto de máxima potencia por el número de hileras en paralelo, es decir:

$$I_{cc,subg} = N^{\circ}_{hileras} \cdot I_{PMM,mod} = 5 \cdot 8,3 = 41,5 \text{ A.} \quad (39)$$

Otra intensidad de interés es la que circula a la entrada del inversor, que vendrá definida mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc,inv} = N^{\circ}_{subg} \cdot I_{cc,subg} = 4 \cdot 41,5 = 166 \text{ A.} \quad (40)$$

Seguidamente se va a proceder a realizar el cálculo de la corriente de cortocircuito por los conductores. Esta corriente de cortocircuito dependerá de cual sea la zona en estudio, para ello se detallará un esquema en el que se pueden distinguir tres partes bien diferenciadas.

Zona A	Zona B	Zona C
La corriente de cortocircuito en la Zona A será la correspondiente a la circulación de esta corriente por cada ramal del subgenerador fotovoltaico. De esta forma la corriente de cortocircuito en cada ramal será:	La corriente de cortocircuito en la Zona B será la correspondiente a la circulación de esta corriente a la salida de cada subgenerador fotovoltaico. De esta forma la corriente de cortocircuito en cada ramal será:	La corriente de cortocircuito en la Zona C será la correspondiente a la circulación de esta corriente a la entrada de cada uno de los dos inversores. De esta forma la corriente de cortocircuito en cada ramal será:
$I_{sc} = 8,9 A.$	$I_{sc} = 5 \cdot 8,9 A = 44,5 A.$	$I_{sc} = 4 \cdot 44,5 A = 178 A.$

Tabla 24: Cálculo intensidades en las diferentes zonas

Cada una de las zonas se puede observar con mayor detalle en los planos adjuntos

5.3. INTENSIDAD EN LA RED DE ALTERNA

La intensidad en la red de alterna se determinará como la intensidad que circula a la salida del inversor. Ésta intensidad se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I = \frac{P_{inv}}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos \varphi} = \frac{200000 W}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,98} = 294,5 A \tag{41}$$

Los parámetros que aparecen en la anterior ecuación se detallan a continuación:

- I : Intensidad a la salida del inversor expresa en Amperios.
- P_{inv} : Potencia del inversor expresada en W.
- U_L : Tensión de línea a la salida del inversor expresada en Voltios.
- $\cos \varphi$: Factor de potencia. Se estima para este parámetro un valor aproximado de 0,98.

5.4. ESQUEMA DE CONEXIONES DEL GENERADOR

El esquema de conexionado del generador será del tipo flotante (elevadas resistencias de aislamiento), éste no presenta riesgo para las personas frente a

contactos directos e indirectos. En el caso de que una persona toque accidentalmente un conductor activo del generador, ya sea positivo o negativo, está protegida por la propia configuración flotante (contactos directos). De otra forma cabe mencionar que los defectos de aislamiento tampoco elevan el potencial de las masas de la instalación (contactos indirectos).

5.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN

5.5.1. RED DE CORRIENTE CONTINUA

Los descargadores de sobretensión se instalarán en cada una de las cajas de conexionado, siendo el dispositivo a elegir y su conexión la misma para todas ellas. Se deben instalar descargadores en cada una de las 8 cajas de conexionados de los subgeneradores, y en el cuadro general de conexión en caso de que el inversor no disponga de esta protección.

En esta parte de la instalación se instalarán descargadores tipo C. Los parámetros que vamos a tener en cuenta corresponden con los mostrados a continuación:

- La corriente de descarga tiene que ser mayor de 20 kA. por estar provista la instalación de protección externa.
- La tensión nominal tiene que ser superior a la tensión máxima de generación, cuyo valor coincide con 860 V.

Seguidamente se detallan las características del descargador de sobretensión (Tabla 25) que se utilizarán para el correcto funcionamiento de la instalación.

Descargador de Sobretensión Serie	OVR PV
Nº de salidas	3
Tensión nominal (kV.)	1
Corriente máxima transitoria (kA.)	20
Tiempo de respuesta (ns.)	25
Intensidad Nominal (kA.)	40
Tensión nominal V DC (kV.)	1

Tabla 25: Características descargador de sobretensión

El descargador de sobretensiones que se ajusta a las características descritas en la tabla 27 está compuesto por tres etapas de varistores, permitiendo llegar hasta 1000 V DC de tensión. La configuración formada por este descargador de sobretensión protege atendiendo al esquema (Ilustración 11) que se muestra a continuación:

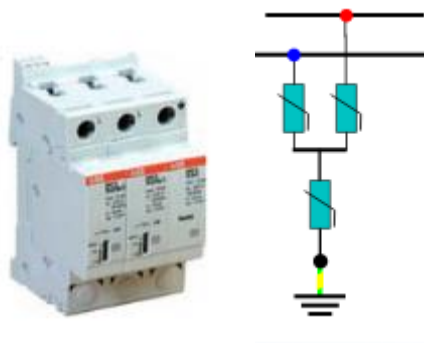


Ilustración 11: Representación descargador de sobretensión

El ilustración 16 esquema representa el diagrama de bloque del protector contra sobretensiones OVR PV de 1000V. Este descargador protege frente a cualquier sobretensión entre positivo y negativo y entre positivo o negativo a tierra.

5.5.2. RED DE CORRIENTE ALTERNA

Se instalará un descargador de sobretensión de tipo I +II (Ilustración 12) para conexión TT en el cuadro general de baja tensión. Las especificaciones se muestran con más detalle en el siguiente esquema:

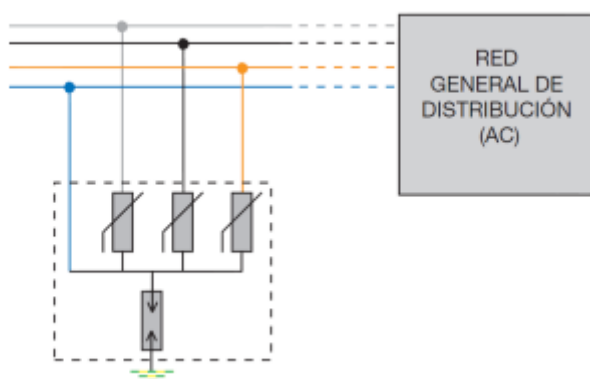


Ilustración 12: Esquema de un descargador de sobretensión tipo I+II

Las características (Tabla 26) de este varistor se muestran:

Tensión nominal	230 V. AC
Tensión permanente (tensión máxima del descargador)	255 V AC.
Corriente nominal de descarga (8/20)	20 kA.
Corriente máxima de descarga (8/20)	40 kA.
Nivel de protección U_p	<1,4 kV.

Tabla 26: Características del varistor

5.6. MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE A SOBRECARGAS Y SOBREINTENSIDADES EN LA PARTE DE CONTINUA

Para el análisis de las medidas de protección frente a sobrecargas y sobreintensidades en la red de corriente continua se hace una comparación entre las intensidades de cortocircuito y las intensidades en régimen normal de funcionamiento.

Las intensidades de cada tramo en la red de continua se muestran con un mayor detalle y análisis en el apartado anterior "Intensidades en la red de corriente continua".

La localización de los descargadores de sobretensiones hay que situarlos en la entrada de cada uno de los 8 subgeneradores, ya que al actuar abren y cortan la corriente procedente de los otros subgeneradores. Cabe mencionar que al actuar el descargador de sobretensiones específico no se elimina la corriente procedente de cada subgenerador por lo que es necesario dimensionar los cables para que soporten una mayor intensidad. El factor amplificador de la corriente en cada caja del subgenerador será 1,25, es decir:

$$1,25 \cdot I_{sc} = 1,25 \cdot 8,9 = 11,125 \text{ A.} \quad (42)$$

La sección elegida para estos conductores será de 4 mm² para asegurar la resistencia mecánica.

En los conductores de conexión de cada subgenerador con la caja general de conexionado la corriente de cortocircuito es de 44,5 A. como antes se ha descrito.

La localización de los descargadores de sobretensiones hay que situarlos en la entrada de cada caja general de conexión procedente de cada subgenerador, ya que

al actuar abren y cortan la corriente procedente de los otros subgeneradores. Cabe mencionar que al actuar el descargador de sobretensiones específico no se elimina la corriente procedente de cada subgenerador por lo que es necesario dimensionar los cables para que soporten una mayor intensidad. El factor amplificador de la corriente en cada caja del subgenerador será 1,25, es decir:

$$1,25 \cdot I_{sc,caja\ gen} = 1,25 \cdot 44,5 = 55,62\ A. \quad (43)$$

La sección elegida para estos conductores será de 16 mm² de Cu y de 25 mm² dependiendo del tramo a colocar.

Por último en los conductores entre la caja general de conexión y el inversor, la intensidad máxima de cortocircuito será de 178 A., tal y como se ha descrito anteriormente. Estos conductores han de dimensionarse para una intensidad de $1,25 \cdot I_{cc}$

5.6.1. PROTECCIÓN ELEMENTOS SITUADOS EN CAJA CONEXIÓN SUBGENERADOR

La protección para los elementos situados en la caja de conexión de cada subgenerador se realizará con interruptores magnetotérmicos.

La corriente de diseño del circuito se ha calculado anteriormente y corresponde con el valor de 11,125 A. También se sabe que la corriente máxima que puede circular por el conductor será $I_Z = 20$ A. Para que el interruptor magnetotérmico proteja contra las sobretensiones de manera efectiva se deben cumplir los dos criterios que se muestran a continuación:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z; \quad I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (44)$$

$$11,125 \leq I_n \leq 20; \quad I_2 \leq 1,45 \cdot 20 = 29\ A. \quad (45)$$

Dónde cada uno de los parámetros anteriores se pueden describir como se detalla a continuación:

- I_B : Corriente de diseño del circuito.
- I_n : Corriente asignada del circuito.
- I_Z : Corriente máxima admisible del circuito.

- I_2 : Corriente por la que se asegura que el dispositivo actúe de manera correcta.

Se ha elegido un dispositivo que se encuentra en el mercado con las siguientes características (Tabla 27):

Número de polos	2
Intensidad nominal (A.)	16
Tensión nominal DC (V.)	800

Tabla 27: Características interruptor magnetotérmico

Se utilizarán 5 interruptores magnetotérmicos con las especificaciones de la tabla 29 situados en la caja de conexión de cada subgenerador. Para nuestro Trabajo Fin de Grado necesitaremos un total de 40 interruptores magnetotérmicos:

$$N_{i.magn} = N_{subg} \cdot N_{ramales\ en\ para} = 8 \cdot 5 = 40 \quad (46)$$

Seguidamente se muestra el esquema (Ilustración 13) a seguir para el conexionado, teniendo en cuenta que la configuración utilizada es la de tipo flotante:

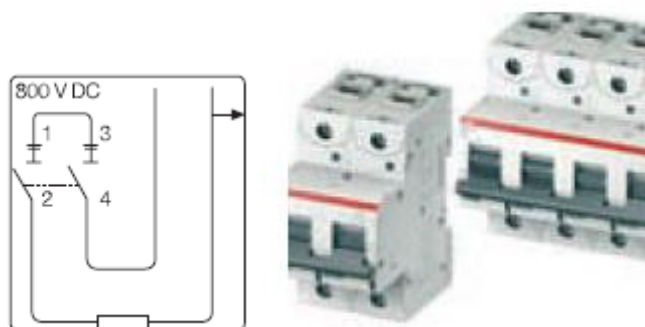


Ilustración 13: Esquema interruptor magnetotérmico

5.6.2. PROTECCIÓN CONDUCTORES CAJAS DEL SUBGENERADOR Y CAJAS GENERAL DE CONEXIÓN DEL INVERSOR, SITUADOS EN LA CAJA GENERAL DE CONEXIÓN

Para el tramo situado entre las cajas de cada subgenerador y las cajas de cada uno de los dos inversores se tendrá una corriente de diseño de 55,62 A., tal y como aparece en los anteriores cálculos. La comprobación y elección del tipo de

descagador de sobrecorriente que se va a instalar depende de los dos criterios que se muestran a continuación:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z; \quad I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (47)$$

$$55,62 \leq I_n \leq 178; \quad I_2 \leq 1,45 \cdot 178 = 258,1A. \quad (48)$$

Dónde cada uno de los parámetros anteriores se pueden describir como se detalla a continuación:

- I_B : Corriente de diseño del circuito.
- I_n : Corriente asignada del circuito.
- I_Z : Corriente máxima admisible del circuito.
- I_2 : Corriente por la que se asegura que el dispositivo actúe de manera correcta.

Para este tramo (tabla 28) se usará un interruptor automático magnetotérmico con las siguientes características:

Número de polos	2
Intensidad nominal (A.)	63
Tensión nominal DC (V.)	800

Tabla 28: Características interruptor magnetotérmico

Seguidamente se muestra el esquema (Ilustración 14) a seguir para el conexionado, teniendo en cuenta que la configuración utilizada es la de tipo flotante:

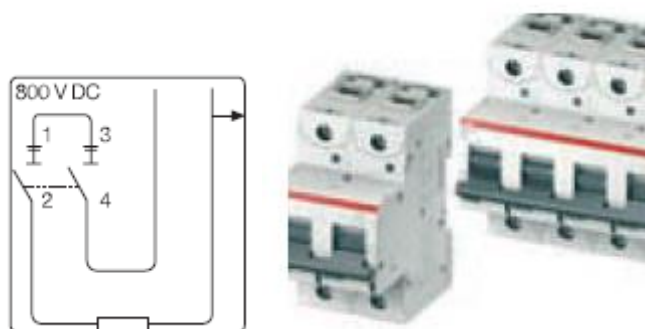


Ilustración 14: Esquema interruptor magnetotérmico

Se utilizarán 8 interruptores magnetotérmicos como el que se ha descrito para esta sección, teniendo en cuenta que se ubicarán a la entrada de la caja general de conexión del inversor.

$$N_{i,magn,inv} = N_{subg} = 8 \quad (49)$$

6. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN SOLAR.

El terreno sobre el que sita la Universidad de Jaén es un terreno de buena resistividad, aproximadamente de $50 \Omega \cdot m$. Dicha resistividad viene determinada en la tabla 4 de la ITC-BT-18. Para el dimensionado de la puesta a Tierra se realizará considerando una tensión de servicio de 20 kV.

La configuración de puesta a tierra del generador será en modo Flotante para tener una mayor seguridad tanto frente a contactos directos como contactos indirectos. El diseño se va a realizar con los datos propios de un diferencial de 300 mA., sin embargo en la instalación fotovoltaica pondremos un diferencial de 30 mA., por tener propiedades más restrictivas.

6.1. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL TERRENO.

La intensidad de defecto considerada será de 300 mA., intensidad considerada en la protección diferencial. Para las redes de distribución se ha de cumplir la siguiente condición:

$$R_e \cdot I_a \leq U \quad (50)$$

Dónde:

- R_A : Resistencia de la toma de tierra
- I_a : Corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (0,3-1 A, variable)
- U : Tensión de contacto límite convencional, 24 V

Despejando R_e de la anterior ecuación podemos establecer los límites entre los que se puede encontrar el valor R_A :

- Para $I_a = 300 \text{ mA}$.

$$R_e = \frac{U}{I_a} = \frac{24}{0,3} = 80 \Omega \quad (51)$$

El valor de R_e es el máximo valor de la resistencia a tierra permitido en la instalación para que se produzcan tensiones máximas de 24 V.

6.2. CÁLCULO DE LAS PICAS DE TIERRA

Para este cálculo vamos a coger un valor de puesta a tierra bajo, de valor 20 Ω . para posteriormente calcular correctamente el número de los electrodos que se colocarán para la realización de la puesta a tierra. El electrodo a colocar tendrá las siguientes características:

- Longitud: 2 metros.
- Diámetro: 14 mm.

La expresión que determina el número de electrodos viene determinada a continuación:

$$n = \frac{\rho}{L \cdot R} = \frac{50}{2 \cdot 20} = 1,25 \rightarrow 2 \text{ picas} \quad (52)$$

Dónde:

- L : Longitud del electrodo de puesta a tierra expresado en metros (m)
- ρ : Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$.)
- R : Resistencia de tierra expresado en Ω

La configuración UNESA nos determinará tanto la distancia de separación a colocar las picas como la profundidad a enterrar. De esta forma se puede comprobar que se va a utilizar una configuración 8/22, enterrando las picas a 0,8 metros de profundidad y una separación de 3 metros.

Con las tablas propias para la elección de la configuración UNESA obtenemos el valor de k_r , que será determinante para comparar que la configuración elegida cumple con el valor límite de 20 Ω . La resistencia k_r para la configuración 8/22 es: 0,194 $\Omega/\Omega \cdot m$.

$$R_t = k_r \cdot \rho = 0,194 \cdot 50 = 9,7 \Omega \quad (53)$$

De esta forma se cumple que:

$$R = 20 > R_t \quad (54)$$

Se puede concluir que la elección elegida es idónea para esta instalación fotovoltaica. Las conexiones en los conductores a tierra se realizarán con dispositivos

que aseguren una continua y perfecta conexión entre ellos. La conexión entre las picas de tierra se realizará con conductores de cobre desnudo de 50 mm² atendiendo a la normativa REBT-BT-18 para conductores de tierra.

6.3. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.

Los conductores de protección se regirán mediante la normativa del REBT-BT-18, específicamente en la tabla 2. En dicha normativa se especifica tanto el tipo del conductor (0,6/1kV. de XLPE), como la sección.

Los conductores de protección quedan definidos en la tabla 12.

6.4. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD.

Se utilizarán conductores rígidos de cobre con una sección normalizada de 50 mm². Dichos conductores se conectarán a la red de equipotencialidad en la sala existente de los inversores. Esta red de equipotencialidad será totalmente independiente tanto de la sala del transformador como de las celdas de media tensión, a fin de que no se transfieran los defectos de sala en sala.

6.5. SEPARACIÓN ENTRE LA TOMA DE TIERRA DE LA INSTALACIÓN SOLAR Y LA PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

La separación que existe entre la toma de tierra de la propia instalación fotovoltaica y la puesta a tierra del centro de transformación viene determinada por la siguiente fórmula, la cuál define la distancia de colocación para que un defecto en el centro de transformación no provoque la circulación de corriente de defecto en la propia instalación fotovoltaica.

$$D(m) = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot U} = \frac{50 \cdot 300}{2 \cdot \pi \cdot 1200} = 1,98 \text{ metros} \quad (55)$$

Dónde:

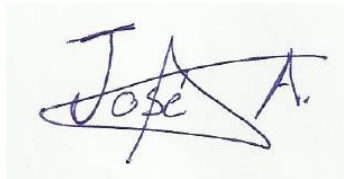
- ρ : Resistividad del terreno ($\rho \cdot m.$)
- I_d : Intensidad de defecto limitada a 300 A
- U : Tensión será 1200 V

El valor de tensión de 1200 V. será para sistemas de distribución TT, siempre que el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión sea menor o igual a 5 segundos y 250 V, en caso contrario.

El valor obtenido en la fórmula debe cotejarse con el REBT-BT-18, y en esta instrucción se procede a una distancia igual a 15 metros debido a que la resistividad del terreno no es elevada. Se considerará no elevada cuando $\rho < 100 \Omega \cdot m$.

El valor obtenido de 2 metros solo se considera para la separación entre la tierra de masas y la de los neutros de los inversores.

Fdo:

A handwritten signature in blue ink on a light green background. The signature consists of the name 'José' written in a cursive style, followed by a large, stylized 'A' that loops back to cross over the 'J' and 's'.

TRABAJO FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW
CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y
VENTA DE ENERGÍA.**

ANEXO II

CÁLCULO Y DISEÑO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO

ANEXO II: CÁLCULO CT Y CS

1.	DISEÑO DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	102
1.1.	CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN.....	102
1.2.	CRITERIO TÉRMICO.....	103
1.3.	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN. 103	
1.4.	RESULTADOS DE LOS DATOS OBTENIDOS.....	104
2.	CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	105
2.1.	INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.....	105
2.2.	INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	106
2.3.	CORTOCIRCUITOS.....	107
2.3.1.	CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO	107
2.3.2.	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN.	108
2.3.3.	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.....	108
2.4.	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....	109
2.4.1.	COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	109
2.4.2.	COMPROBACIÓN POR ESFUERZOS ELECTRODINÁMICOS.	110
2.5.	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.....	110
2.5.1.	PROTECCIÓN GENERAL EN MEDIA TENSIÓN.....	110
2.5.2.	PROTECCIÓN GENERAL EN BAJA TENSIÓN.....	111
2.6.	DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN.....	112
2.7.	DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS	112
2.8.	VENTILACIÓN DEL EDIFICIO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y DE LOS DOS INVERSORES.....	112
2.8.1.	VENTILACIÓN DE LOS DIFERENTES EQUIPOS	113
2.8.2.	VENTILACIÓN DE LOS INVERSORES.....	113
2.8.3.	VENTILACIÓN DEL TRANSFORMADOR	113
2.8.4.	CELDAS DE MEDIA TENSIÓN	114
2.8.5.	RESUMEN DE VENTILACIÓN ADOPTADA.....	114
2.9.	VENTILACIÓN FORZADA EN LOS DIFERENTES EQUIPOS	115
2.10.	CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	115
2.10.1.	INTENSIDAD DE DEFECTO Y REACTANCIA CAPACITIVA.....	116
2.11.	CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	119
2.11.1.	INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.	120
2.11.2.	LÍNEAS DE TIERRA	121

2.11.3.	CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS ELECTRODOS.	122
2.11.4.	CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA.123	
2.11.4.1.	SEGURIDAD DE LAS PERSONAS.	123
2.11.4.2.	PROTECCIÓN DEL MATERIAL.	123
2.11.4.3.	LIMITACIÓN DE LA CORRIENTE DE DEFECTO.	123
2.12.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA SALA DE INVERSORES, CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	124
2.13.	CASETA DE INVERSORES Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	124
2.13.1.	GRADO DE ELECTRIFICACIÓN	124
2.13.1.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS EXISTENTES	124
2.13.1.2.	DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.....	125
2.13.1.3.	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN.....	125
3.	CENTRO DE SECCIONAMIENTO	131
3.1.	TIERRA DE PROTECCIÓN.	131
3.2.	TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN	132
3.3.	VENTILACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO	132
3.4.	CASETA DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	132
3.4.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS EXISTENTES.....	132
3.4.2.	DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.....	133
3.4.3.	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN.....	133

1. DISEÑO DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.

El cálculo de la sección a la salida del Centro de Transformación se realizará atendiendo a tres criterios principalmente:

- Criterio de caída de Tensión.
- Criterio térmico.
- Intensidad máxima de cortocircuito en la línea de Media Tensión.

La línea de Media Tensión tendrá una longitud de 5 metros como se puede observar en los planos adjuntos. Dicha línea de Media Tensión se conectará a la red de distribución subterránea de Endesa.

1.1. CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN.

Para el cálculo de la sección en la Línea de Media Tensión se deben tener en cuenta los parámetros propios del conductor, que serán proporcionados por el fabricante (valores de R y X obtenidos para un conductor de sección normalizada de 50 mm²). La expresión a utilizar para este cálculo es la siguiente:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L [(R \cdot \cos \varphi) + (X \cdot \sin \varphi)] \quad (56)$$

Dónde:

- ΔV : Caída de tensión en la línea expresada en Voltios (V)
- L: Longitud de la línea en metros (m)
- I: Intensidad de diseño en Amperios (A)
- $\cos \varphi$: Determinada por el fabricante, con un valor mínimo de 0,95
- R: Resistencia del conductor ($0,125 \frac{\Omega}{\text{km}}$)
- X: Reactancia del conductor ($\frac{\Omega}{\text{km}}$)

La longitud de la línea será de aproximadamente 5 metros, por lo que la reactivancia del conductor se considera despreciable. Para obtener el valor de caída de tensión tenemos que calcular la intensidad de diseño que será:

$$I = \frac{S_{trans}(kVA) \cdot F_s}{\sqrt{3} \cdot U_L(kV)} = \frac{250 \cdot 1,25}{\sqrt{3} \cdot 20} = 9,02 \text{ A.} \quad (57)$$

Dónde:

- S_{tran} : Potencia nominal del transformador (kVA)
- F_{sc} : Factor de sobrecarga dado por el fabricante (1,25)

$$\Delta V (V.) = \sqrt{3} \cdot 9,02 \cdot 0,05 \cdot (0,125 \cdot 0,95) = 0,093 V \quad (58)$$

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V (V.)}{U_L (kV)} = \frac{0,093}{20000} \cdot 100 = 0,000465 < 0,3\% \quad (59)$$

Los resultados obtenidos anteriormente demuestran que el dimensionado obtenido es correcto.

1.2. CRITERIO TÉRMICO.

El procedimiento utilizado para este criterio es parecido al seguido para instalaciones generadoras de baja tensión:

$$I_d = 1,25 \cdot \frac{S_{tran}(kVA) \cdot F_{sc}}{\sqrt{3} \cdot V(kV)} = \frac{250 \cdot 1,25}{\sqrt{3} \cdot 20} = 9,02 A. \quad (60)$$

Dónde:

- S_{tran} : Potencia nominal del transformador (kVA)
- F_{sc} : Factor de sobrecarga dado por el fabricante (1,25)

Según la ITC-LAT-06, para conductores de Aluminio, con aislamiento XLPE, enterrados en una zanja en el interior de tubos, se puede observar que el cable con sección de 120 mm² es capaz de soportar una corriente nominal de 235 A. El conductor cumple muy ampliamente con el criterio térmico.

1.3. INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.

Endesa en sus normas particulares en el Capítulo 3 apartado 3.2 fija los valores siguientes:

- Valor de cresta de la intensidad de cortocircuito: 40kA.

- Intensidad asignada de corta duración (1s): 8 kA. para la red de Media Tensión por encontrarse alejada de la subestación.

En la normativa específica para Alta tensión, se establece que el valor máximo que un conductor en condiciones de cortocircuito es capaz de soportar corresponde con el mostrado en la ITC-LAT-06:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{k}{\sqrt{t_{cc}}} \rightarrow I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}} \quad (61)$$

Dónde:

- I_{cc} : Corriente de cortocircuito expresada en Amperios (A)
- t_{cc} : Duración del cortocircuito expresado en segundos
- S : Sección del conductor ,120 mm²
- k : Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor, para conductores de aluminio con aislamiento en XLPE, según la ITC-LAT-06.

De tal forma se puede concluir que la corriente máxima de cortocircuito será:

$$I_{cc} = \frac{94 \cdot 120}{1} = 11,28 \text{ kA.} > 8 \text{ kA.} \quad (62)$$

Se puede concluir que la línea de Media Tensión aguantará la intensidad máxima de cortocircuito, para las condiciones particulares definidas de Endesa.

1.4. RESULTADOS DE LOS DATOS OBTENIDOS.

El tramo correspondiente de la línea de Media Tensión tiene una longitud de 5 metros, la sección de este tramo será de 120 mm² con un aislamiento de XLPE.

2. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario I_p viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (63)$$

Siendo los parámetros anteriores:

- S : Potencia del transformador en kVA.
- I_p : Intensidad en el primario del transformador (A).
- U_p : Representa la tensión en el primario (kV.)

Para nuestro caso cabe mencionar que:

- La tensión primaria será de 20 kV.
- La potencia aparente del transformador elegido es 250 kVA.

Despejando los valores antes mencionados en la ecuación obtenemos:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 20} = 7,21 \text{ A.} \quad (64)$$

La intensidad primaria del transformador es de 7,21 A.

2.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

En un sistema trifásico la intensidad que circula por el secundario denominada I_s viene determinada por la expresión que a continuación se muestra:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{Cu}}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (65)$$

Siendo los parámetros anteriores:

- S : Potencia del transformador en kVA.
- W_{fe} : Pérdidas en el hierro. 0,65 kW. para 250 kVA.
- W_{Cu} : Pérdidas en los arrollamientos. 3,25 kW. para 250 kVA.
- I_s : Intensidad en el secundario del transformador (A).
- U_s : Representa la tensión en el secundario (kV.)

Para nuestro caso cabe mencionar que:

- La tensión primaria será de 420 kV. en vacío
- La potencia aparente del transformador elegido es 250 kVA.

Despejando los valores antes mencionados en la ecuación obtenemos:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{250 - 0,65 - 3,25}{\sqrt{3} \cdot 0,42} = 338,3 \text{ A.} \quad (66)$$

Obtenemos que la intensidad secundaria del transformador, es decir la intensidad a la salida puede alcanzar el valor de 338,3 A.

2.3. CORTOCIRCUITOS

Las intensidades que originan un cortocircuito dependerán de la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor que será especificado y suministrado para cada caso por la compañía eléctrica, para nuestro caso la intensidad de cortocircuito será de 500 MVA en la red de distribución.

2.3.1. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

La expresión que caracteriza la corriente de cortocircuito de cada instalación podrá ser expresada mediante la siguiente ecuación:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (67)$$

Siendo los parámetros anteriores:

- S_{cc} : Potencia de cortocircuito de la red expresado en MVA.
- I_{cc} : Intensidad de cortocircuito expresado en kA.
- U_s : Representa la tensión de servicio (kV.)

También se puede proceder a calcular los cortocircuitos secundarios, de esta forma se tendrá en cuenta que la potencia de cortocircuito a considerar será la teórica de los transformadores de BT-MT.

La fórmula que refleja el comentario anterior viene dada por la siguiente ecuación:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (68)$$

Los parámetros anteriores pueden venir definidos mediante:

- P : Potencia del transformador expresado en kVA.
- I_{ccs} : Intensidad de cortocircuito en el secundario expresado en kA.
- U_s : Representa la tensión en el secundario (V.)
- E_{cc} : Tensión de cortocircuito del transformador (%).

2.3.2. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN.

A continuación vamos a proceder al cálculo de la corriente de cortocircuito del primario del transformador, ésta vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (69)$$

Si consideramos qué para nuestro caso la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio de 20 kV., podremos obtener de esta forma la intensidad de cortocircuito que será:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 0,02} = 14,4 \text{ kA.} \quad (70)$$

2.3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Para el transformador de 250 kVA. existente en el centro de transformación, la tensión porcentual de cortocircuito que se considerará será del 4,5%, y la tensión secundaria será de 420 V. en vacío como antes se mencionó.

De esta forma si tenemos en cuenta la siguiente expresión podemos obtener la intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V. en vacío:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} = \frac{100 \cdot 250}{\sqrt{3} \cdot 4,5 \cdot 0,42} = 7,64 \text{ kA.} \quad (71)$$

2.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Para el dimensionado del embarrado se van a tener en cuenta tres factores determinantes:

- El embarrado debe soportar la intensidad nominal sin que supere la temperatura de régimen permanente. Esta intensidad se determinará mediante la comprobación de la densidad de corriente.
- El embarrado debe soportar los esfuerzos electrodinámicos.
- El embarrado debe soportar los esfuerzos térmicos que se producen durante un cortocircuito.

Las características del embarrado son las siguientes:

- Intensidad nominal 400 A.
- Límite térmico 1 seg. 16 kA. eficaces.
- Límite electrodinámico 40 kA. cresta.

Cabe concluir que debemos asegurar que el límite térmico sea superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el lado de media tensión.

2.4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

2.4.2. COMPROBACIÓN POR ESFUERZOS ELECTRODINÁMICOS.

Para esta comprobación vamos a considerar que la intensidad dinámica de cortocircuito se puede calcular como aproximadamente $2,5 \cdot |I_{ccp}|$, por lo que sustituyendo los valores obtenemos:

$$I_{cc}(din) = 2,5 \cdot |13,856| = 34,64 \text{ kA.} \quad (72)$$

Podemos concluir que la Intensidad dinámica de cortocircuito es 34,64 kA.

Las celdas a instalar en el CT dispondrán de certificación correspondiente que cubre el valor indicado.

2.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.

Los transformadores tienen que estar protegidos tanto en media tensión como en baja tensión. En media tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

2.5.1. PROTECCIÓN GENERAL EN MEDIA TENSIÓN.

La protección general en media tensión de este centro de transformación se va a realizar utilizando una celda interruptor con fusibles combinados, siendo estos los que efectúan la protección ante cortocircuitos.

Son limitadores de corriente produciéndose su fusión antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío.
- Soportar la intensidad nominal en servicio continuo.

- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia total:

- Potencia total del transformador 250kVA.
- Intensidad nominal de los fusibles: 25A.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

2.5.2. PROTECCIÓN GENERAL EN BAJA TENSIÓN.

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo establecido anteriormente en los apartados del cálculo de cortocircuitos.

La descarga del transformador al cuadro de baja tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 95 mm² Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 235 A.

Para el transformador cuya potencia es de 250kVA y cuya intensidad en baja tensión se ha calculado anteriormente, se emplearán 2 conductores por fase y 1 para el neutro.

2.6. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN.

Los cables que se van a utilizar para el correcto funcionamiento de la instalación, deberán ser capaces de soportar cada uno de los parámetros de la red. La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 5,8 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 235 A para un cable de sección de 95 mm² de Al según el fabricante.

2.7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad para el transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.8. VENTILACIÓN DEL EDIFICIO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y DE LOS DOS INVERSORES.

La ubicación del edificio que alberga tanto el centro de transformación como los dos inversores se encuentra detallado en el plano adjunto correspondiente. Dicha ubicación se ha realizado teniendo en cuenta varios factores con el objetivo de aumentar el ahorro económico.

La ubicación de este edificio se encuentra en la parcela de la Universidad de Jaén, en un pequeño terreno sin ocupación. Con esta ubicación se ha intentado:

- Aumentar el rendimiento Global de la instalación, debido a que la longitud existente es pequeña para que existan grandes pérdidas.
- Aumento del ahorro energético al albergar en una sola caseta todos los equipos.

La caseta debe estar provista de una adecuada ventilación, de tal forma que disipe el calor generado por los equipos y garantice que funcionen dentro del

margen establecido. La localización de la caseta se encuentra exenta de cualquier tipo de obstrucción de aire, por ejemplo por disponer de un edificio cercano.

2.8.1. VENTILACIÓN DE LOS DIFERENTES EQUIPOS

Se debe cumplir que la caseta disponga de suficiente ventilación para el correcto funcionamiento de todos los elementos que lo integran. A continuación se va a realizar un pequeño estudio del caudal de aire de refrigeración necesario para cada equipo.

2.8.2. VENTILACIÓN DE LOS INVERSORES

Los inversores disponen de un mecanismo de ventilación propio, de forma que absorben el aire frío por el inferior y lo expulsa por su parte exterior. El caudal necesario para la refrigeración de cada inversor viene detallado en las características técnicas del fabricante, para nuestro caso será de 2600 m³/h.

2.8.3. VENTILACIÓN DEL TRANSFORMADOR

El caudal de aire de refrigeración necesario por el transformador vendrá definido por las ecuaciones que a continuación se muestran:

$$S = \frac{0,18 \cdot P}{\sqrt{H}} = \frac{0,18 \cdot (1.65 + 7.8)}{\sqrt{1.5}} = 1.39 \text{ m}^2 \quad (73)$$

Debemos tener en cuenta que las rejillas obstruyen aproximadamente un 20 % del paso de aire, por lo que la rejilla de ventilación definida mediante S_v vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$S_v = \frac{S}{0.8} = \frac{1.39}{0.8} = 1.74 \text{ m}^2 \quad (74)$$

Con el resultado antes obtenido se puede observar que es necesario el uso de ventilación forzada, debido a que la superficie total para ventilación natural sería de aproximadamente 1.2 m² para el edificio elegido. El caudal de aire de refrigeración necesario viene definido por la siguiente expresión:

$$Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) = 360 \cdot P = 360 \cdot (1.65 + 7.8) = 3400 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad (75)$$

2.8.4. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

Para las celdas de media tensión si seguimos las prescripciones del fabricante el caudal aproximado necesario será de 0.7 l·m²/h.

En este caso el caudal de aire de refrigeración necesario viene expresado mediante:

$$Q \left(\frac{m^3}{h} \right) = 3.60 \cdot 0.7 \cdot 4.32 = 10.89 \frac{m^3}{h} \quad (76)$$

Sabiendo que el área de las rejillas cuando existe ventilación natural para las celdas de Media Tensión es de aproximadamente 0.2 m², y suponiendo una velocidad mínima de aire de 0.05m/s, el caudal de aire estimado por ventilación natural será:

$$Q \left(\frac{m^3}{h} \right) = 10.89 \cdot 0.05 \cdot 1.2 = 216 \frac{m^3}{h} \quad (77)$$

Se puede concluir que para las celdas de media tensión no se requiere de ventilación forzada.

2.8.5. RESUMEN DE VENTILACIÓN ADOPTADA

Para cada compartimento de la sala se necesita asegurar de forma independiente la ventilación. A continuación se va a mostrar una tabla (tabla 29), en la que se decidirá si necesita ventilación forzada o la ventilación se realizará de forma natural.

Compartimento	Caudal requerido por cada equipo (m ³ /h)	Caudal total necesario en cada habitáculo (m ³ /h)	Ventilación natural
Inversor	2600	2·2600= 5200	NO
Transformador	3400	3400	NO
Celdas de MT	10.82	10.82	SI

Tabla 29: Ventilación forzada o natural.

La elección del tipo de ventilación dependerá del caudal de aire estimado por ventilación natural. Este cálculo indica que el caudal de aire serán $216 \frac{m^3}{h}$, por lo que todo caudal por habitáculo que este por encima de este valor será condición necesaria para asegurar la ventilación forzada.

2.9. VENTILACIÓN FORZADA EN LOS DIFERENTES EQUIPOS

La elección del tipo de extractor a usar para asegurar de esta forma el correcto funcionamiento de los equipos dependerá del caudal necesario en cada habitáculo. El extractor elegido será de tipo helicoidal, trabajando en condiciones de chorro libre, asegurando de esta forma unas prestaciones máximas.

Seguidamente se muestra una tabla, en la que aparecen las características de cada extractor elegido para cada habitáculo:

Habitáculo de los inversores	Se elegirá un extractor con una potencia máxima de 520 W. y un caudal máximo expresado en $\frac{m^3}{h}$ de 4400.
Habitáculo del Centro de Transformación	Se elegirá un extractor con una potencia máxima de 520 W. y un caudal máximo expresado en $\frac{m^3}{h}$ de 4400.

Tabla 30: Características de los equipos de ventilación según el habitáculo.

2.10. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

A continuación vamos a proceder al diseño y cálculo de las tomas de tierra del centro de transformación, para ello determinaremos las tensiones de paso y contacto máximas admisibles, en función del tipo de terreno, especialmente de la resistividad.

2.10.1. INTENSIDAD DE DEFECTO Y REACTANCIA CAPACITIVA.

Para el cálculo de la intensidad de defecto y de la reactancia capacitiva vamos a hacer uso de las siguientes ecuaciones

En primer lugar vamos a realizar los cálculos para el neutro aislado teniendo en cuenta las siguientes características:

- Tensión de servicio (U) : 25 kV.
- Resistencia del neutro $R_n = 48 \Omega$.
- Reactancia del neutro $X_n = 0 \Omega$

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_T^2 + X_C^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{48^2 + 0}} = 240,56 \text{ A} \quad (78)$$

Sabiendo que:

$$X_c = \frac{1}{3 \cdot \omega \cdot (L_a \cdot C_a + L_c \cdot C_c)} = 0 \quad (79)$$

El valor de corriente máxima de defecto a tierra calculado se va a aproximar al proporcionado por ENDESA en sus normas particulares. En dichas normas se establece un valor de corriente máximo de defecto de 300 A.

El siguiente paso que vamos a proceder, es el cálculo de la intensidad de falta a tierra, para ello utilizaremos la combinación de las siguientes ecuaciones:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (80)$$

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (81)$$

Dónde:

- I_d : intensidad de falta a tierra [A]
- R_t : Resistencia total de puesta a tierra [Ω]
- V_{bt} : tensión de aislamiento en baja tensión [V]
- R_n : Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ω].

- U_n : Tensión de servicio [V].

Resolviendo estas dos ecuaciones tenemos que:

$$I_d = 92,37 \text{ A}$$

$$R_t = 108,26 \Omega$$

Posteriormente tenemos que seleccionar el electrodo que cumpla con los requisitos antes establecidos, con el fin de obtener una β lo más cercana posible a la calculada para el caso que corresponde. El valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo debe ser tal que sea el cálculo de la siguiente expresión:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_0} \quad (82)$$

Dónde:

- R_t : Resistencia total de puesta a tierra [Ω]
- R_0 : Resistividad del terreno en [$\Omega \cdot m$], para la localización de nuestro proyecto esta resistividad corresponde con un valor aproximado de: 150 $\Omega \cdot m$.
- K_r : Coeficiente del electrodo

Despejando de esta forma el coeficiente del electrodo obtenemos:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_0} \leq \frac{108,26 \Omega}{150 \Omega \cdot m} \leq 0,722 m^{-1} \quad (83)$$

Para la elección de la puesta a tierra de nuestro centro de transformación vamos a utilizar los catálogos de UNESA y de esta forma se puede obtener las características de la red de alimentación:

- El método de cálculo de tierras se realizará mediante la elección de UNESA y para nuestro caso corresponderá con el código 20-30/8/42.
- La tierra de protección quedará caracterizada por los parámetros que se muestran a continuación:

- $K_r = 0,135 \Omega / (\Omega \cdot m)$
- $K_p = 0,0252 V. / (\Omega \cdot m \cdot A)$
- Estará constituida por 4 picas unidas mediante cobre desnudo de 50 mm² de sección.
- Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m.

La disposición de las picas quedará determinada en el plano adjunto de "puesta a tierra de la instalación fotovoltaica".

La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El piso del Centro de Transformación estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m.

Se debe tener en cuenta que se podía haber elegido otra disposición de puesta a tierra, la cuál debería haber cumplido que los parámetros K_r y K_p deberían cumplir la igualdad o inferioridad de los valores antes calculados.

Las medidas de seguridad adicionales para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan a las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del centro de transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0 \quad (84)$$

Los parámetros anteriores pueden ser definidos como:

- K_r : Coeficiente del electrodo, de valor $0,722 \text{ m}^{-1}$
- R_0 : Resistividad del terreno, de valor aproximado $150 \Omega \cdot \text{m}$.
- R'_t : Resistencia total de puesta a tierra ($\Omega \cdot \text{m}$)

De esta forma se puede concluir que el valor real de resistencia de puesta a tierra para el edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0 = 0,097 \cdot 150 = 14,55 \Omega \quad (85)$$

2.11. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n} \quad (86)$$

Siendo:

- U_{ca} = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios.
- $K = 78.5$.
- $n = 0.18$.
- t = Duración de la falta en segundos: 1 s

Obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = 78.5 \text{ V} \quad (87)$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{p(\text{exterior})} = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \alpha}{1000}\right) \quad (88)$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \alpha + 3 \cdot \alpha h}{1000}\right) \quad (89)$$

Siendo:

- U_p = Tensiones de paso en Voltios.
- $K = 78.5$.
- $n = 0.18$.
- t = Duración de la falta en segundos: 1 s
- α = Resistividad del terreno.
- αh = Resistividad del hormigón = 3.000 $\Omega \cdot m$

Obtenemos los siguientes resultados:

$$U_{p(\text{exterior})} = 1491.5 \text{ V} \quad (90)$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 8203.3 \text{ V} \quad (91)$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- En el exterior:

$$U_p = 724.4 \text{ V} < U_{p(\text{exterior})} = 1491.5 \text{ V} \quad (92)$$

- En el acceso al C.T:

$$U_d = 3880.9 \text{ V} < U_{p(\text{acceso})} = 8203.3 \text{ V} \quad (93)$$

2.11.1. INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una

distancia de separación mínima D_{\min} , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\alpha \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} \quad (94)$$

Con:

$$\alpha = 150 \, \Omega \cdot \text{m}. \quad (95)$$

$$I_d = 191.65 \, \text{A}. \quad (96)$$

Obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{\min} = 4.58 \, \text{m}. \quad (97)$$

2.11.2. LÍNEAS DE TIERRA

Las líneas de tierra estarán constituidas por conductores de cobre o acero. La sección del conductor debe calcularse atendiendo a la siguiente fórmula:

$$A = \frac{I}{K} \cdot \sqrt{\frac{t_f}{\ln \frac{\phi_f + \beta}{\phi_i + \beta}}} \quad (98)$$

Los parámetros anteriores quedan definidos de la siguiente forma:

- A: Sección del conductor, en mm^2 .
- I: Intensidad (valor eficaz) en el conductor (A)
- t: Tiempo de duración de la corriente de defecto (.)
- K: Constante que depende del material del componente conductor de corriente
- β : Coeficiente por temperatura de la resistencia del conductor a 0°C .
- ϕ_i : Temperatura inicial en grados centígrados, se adoptará 20°C como la temperatura ambiente a 1m. de profundidad.
- ϕ_f : Temperatura final en grados centígrados.

En la siguiente tabla 31 se muestran los valores correspondientes dependiendo del tipo de conductor que se utilice:

Material	B en °C	K en $A \cdot \sqrt{s}/mm^2$
Cobre	234,5	226
Acero	202	78

Tabla 31: Tabla de conductores

Para el caso a estudiar se va a elegir un conductor de cobre, por lo que la sección quedará regida por la siguiente expresión:

$$A = \frac{I}{226} \cdot \sqrt{\frac{1}{\ln \frac{\phi_f + 234,5}{\phi_i + 234,5}}} \quad (99)$$

La línea de tierra de neutro estará aislada en todo su trayecto con un nivel de aislamiento de 10kV. a frecuencia industrial y de 20kV. a impulso tipo rayo.

2.11.3. CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS ELECTRODOS.

La sección del electrodo se calculará de forma similar al procedimiento empleado para el cálculo de la línea de tierra.

El valor mínimo de la superficie total del electrodo será tal que la densidad de corriente que se disipa sea inferior al valor que viene dado por la siguiente ecuación:

$$\varphi = \frac{11600}{\sqrt{\rho \cdot t}} \quad (100)$$

Los parámetros anteriores representan:

- φ : Densidad de corriente disipada expresada en A/m^2
- ρ : Resistividad media del terreno expresada en $\Omega \cdot m$.
- t : Tiempo de duración de la falta expresado en s.

Posteriormente vamos a proceder a despejar el valor mínimo de la superficie total del electrodo siendo:

$$\varphi = \frac{11600}{\sqrt{\rho \cdot t}} = \frac{11600}{\sqrt{150 \cdot 1}} = 947,13 \text{ A/m}^2 \quad (101)$$

2.11.4. CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA.

En este apartado vamos a realizar un breve resumen de todas las condiciones que se deben cumplir para verificar tanto la seguridad de las personas, como la protección del material.

2.11.4.1. SEGURIDAD DE LAS PERSONAS.

- Tensión de paso calculada \leq Tensión de paso máxima admisible
- Tensión de contacto calculada \leq Tensión de contacto máxima admisible

2.11.4.2. PROTECCIÓN DEL MATERIAL.

- Nivel de aislamineto de BT \geq Tensión de defecto

2.11.4.3. LIMITACIÓN DE LA CORRIENTE DE DEFECTO.

- Intensidad de defecto $>$ Intensidad de arranque protecciones.
- Tensión inducida máxima en tierra de neutro $\leq 1000 \text{ V}$.
- Resistencia global máxima de la puesta a tierra del neutro considerando todas las tomas de tierra existentes en la red $\leq 37 \Omega$.
- Este criterio consigue que un defecto a tierra en una instalación interior, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad de 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a:

$$V = R_T \cdot I_d = 37 \cdot 0,650 = 24 \text{ V}. \quad (102)$$

2.12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA SALA DE INVERSORES, CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.13. CASETA DE INVERSORES Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.13.1. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN

El grado de electrificación del habitáculo será para una potencia prevista inferior a 5750 W. a una tensión de 230 V.

El suministro eléctrico para los servicios auxiliares de la caseta en la que se encuentra tanto los dos inversores como el Centro de Transformación se tomará del cuadro general de Baja Tensión existente en la caseta del Centro de Transformación. Para este fin habrá que disponer de una línea de derivación de aproximadamente 2 metros.

El número de circuitos que se establecen son los siguientes:

- C1: Circuito para alumbrado
- C2: Circuito para tomas de corriente en la sala de inversores.
- C3: Circuito para tomas de corriente en la sala de transformador.
- C4: Circuito para tomas de corriente en la sala de celdas de Media Tensión.
- C5: Circuito para elementos de ventilación forzada del local.

2.13.1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS EXISTENTES.

- C1: Circuito para alumbrado. Este circuito es el correspondiente a la iluminación de la caseta y alumbrado de emergencia. Corresponde con los puntos de luz existentes en las distintas salas del local. Para el alumbrado de emergencia se debe cumplir con la normativa vigente. Dichas luminarias (emergencia) tendrán un grado de protección IP 42, garantizarán una autonomía de 2 horas y cumplirán con las normativas UNE-EN 60598-2-22 y UNE 20392. El local dispondrá de tubos fluorescentes. En dicho habitáculo se han instalado tres puntos de luz simples con el fin de asegurar la iluminación necesaria que cumpla con los límites mínimos.

- C2: Circuito para tomas de corriente en la sala de inversores. En el compartimento en el que se encuentran los inversores se dispondrán de 2 tomas de corriente de 16 A. (2P + T).
- C3: Circuito para tomas de corriente en la sala de transformador. En el compartimento en el que se encuentran el transformador se dispondrá de 1 tomas de corriente de 16 A. (2P + T).
- C4: Circuito para tomas de corriente en la sala de celdas de Media Tensión. En el compartimento en el que se encuentran las celdas del transformador se dispondrá de 1 tomas de corriente de 16 A. (2P + T).
- C5: Circuito para elementos de ventilación forzada del local. Para asegurar la ventilación se hace necesario de un sistema de ventilación forzada, que queda detallado completamente en el anexo correspondiente a Ventilación.

2.13.1.2. DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.

Los dispositivos generales de mando y protección se dispondrán en un cuadro de protección independiente, en cumplimiento con la ITC-BT-17. Dichos dispositivos se situarán a una altura mínima desde el nivel del suelo, de 1,60 metros. Los dispositivos de mando de las luminarias se deberán instalar en un sitio accesible.

2.13.1.3. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN.

Los conductores serán de cobre, con una tensión asignada de 0,6/1kV. y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de la sección adecuada y bajo tubo protector.

El cálculo de las líneas se realizará mediante dos criterios:

- Criterio térmico.
- Criterio por caída de tensión.

2.13.1.3.1. CRITERIO TÉRMICO

La intensidad que circula por cada uno de los circuitos viene dada por la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P \cdot F_s \cdot F_a}{V \cdot \cos \varphi} \quad (103)$$

Dónde

- I : Intensidad de diseño del conductor (A).
- P : Potencia prevista para el circuito (W).
- F_s : Factor de simultaneidad.
- F_a : Factor de arranque.
- V : Tensión de la línea (230 V)
- $\cos \varphi$: Factor de potencia

Para el cálculo de la sección normalizada de los cables debemos seguir la ITC-BT-19. Dicha instalación será de tipo B, con los conductores bajo tubo en montaje superficial sobre la pared, cumpliendo lo especificado en la ITC-BT-21, específicamente en las tablas 3 y 5.

2.13.1.3.2. CRITERIO POR CAÍDA DE TENSIÓN

Para el criterio de caída de tensión debemos seguir la normativa vigente actual, calculando las caídas de tensión dependiendo del circuito que se trate:

- 3 % para los circuitos de iluminación.
- 5% para los circuitos de fuerza.

La sección del cable a utilizar vendrá expresada mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot F_s \cdot L \cdot \cos \varphi}{\rho \cdot e \cdot V} \quad (104)$$

Dónde:

- S : Sección del conductor (mm^2)
- P : Potencia prevista para el circuito (W.)
- F_s : Factor de simultaneidad
- L : Longitud prevista del circuito (m)
- V : Tensión de la línea (230 V)
- $\cos \varphi$: Factor de potencia
- ρ : Conductividad del conductor específico para Cobre $56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$

A continuación se muestran los calculos realizados para la obtención tanto de las secciones como de las protecciones.

- Cálculo de la Línea: ALUMBRADO CASETA

Para el referido cálculo de la línea correspondiente al circuito 1 ALUMBRADO, se van a detallar algunas de las características más importantes para su cálculo.

Este circuito será monofásico (230 V.) con una longitud aproximada de 6 metros. La potencia a instalar será de 700 W. y la canalización que se realizará será empotrada en superficie (B1).

La intensidad que circula por cada conductor será:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{700}{230} = 3,04 \text{ A.} \quad (105)$$

Mediante el REBT se elige una sección de 2x1,5 + TT x 1,5 mm² de Cu con aislamiento 450/750 V. en PVC. bajo tubo con diámetro exterior de 16 mm.

La caída de tensión existente en este tramo puede realizarse mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\rho \cdot \Delta V \cdot V} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 700}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} = 0,435 \text{ V.} \quad (106)$$

La protección térmica a instalar será un interruptor magnetotérmico bipolar de 10 A.

- Cálculo de la Línea: 2 TC INVERSORES

Para el referido cálculo de la línea correspondiente al circuito 2 TC INVERSORES, se van a detallar algunas de las características más importantes para su cálculo.

Este circuito será monofásico (230 V.) con una longitud aproximada de 5 metros. La potencia a instalar será de 10000 W. y la canalización que se realizará será empotrada en superficie (B1).

La intensidad que circula por cada conductor será:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{10000}{230 \cdot 0,8} = 54,35 \text{ A.} \quad (107)$$

Mediante el REBT se elige una sección de $2 \times 16 \text{ mm}^2$ + TT de Cu con aislamiento 450/750 V. en PVC. bajo tubo con diámetro exterior de 32 mm.

La caída de tensión existente en este tramo puede realizarse mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\rho \cdot \Delta V \cdot V} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10000}{56 \cdot 16 \cdot 230} = 0,5176 \text{ V.} \quad (108)$$

La protección térmica a instalar será un interruptor magnetotérmico bipolar de 63 A.

- Cálculo de la Línea: 3 TC TRANSFORMADOR

Para el referido cálculo de la línea correspondiente al circuito 3 TC TRANSFORMADOR, se van a detallar algunas de las características más importantes para su cálculo.

Este circuito será monofásico (230 V.) con una longitud aproximada de 5 metros. La potencia a instalar será de 4000 W. y la canalización que se realizará será empotrada en superficie (B1).

La intensidad que circula por cada conductor será:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{4000}{230 \cdot 0,8} = 21,74 \text{ A.} \quad (109)$$

Mediante el REBT se elige una sección de 2x4 + TT x 4 mm² de Cu con aislamiento 450/750 V. en PVC. bajo tubo con diámetro exterior de 20 mm.

La caída de tensión existente en este tramo puede realizarse mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\rho \cdot \Delta V \cdot V} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 4000}{56 \cdot 4 \cdot 230} = 0,776 V. \quad (110)$$

La protección térmica a instalar será un interruptor magnetotérmico bipolar de 25 A.

- Cálculo de la Línea: 4 TC CELDAS TRANS

Para el referido cálculo de la línea correspondiente al circuito 4 TC CELDAS TRANS, se van a detallar algunas de las características más importantes para su cálculo.

Este circuito será monofásico (230 V.) con una longitud aproximada de 5 metros. La potencia a instalar será de 4000 W. y la canalización que se realizará será empotrada en superficie (B1).

La intensidad que circula por cada conductor será:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{4000}{230 \cdot 0,8} = 21,74 A. \quad (111)$$

Mediante el REBT se elige una sección de 2x4 + TT x 4 mm² de Cu con aislamiento 450/750 V. en PVC. bajo tubo con diámetro exterior de 20 mm. La caída de tensión existente en este tramo puede realizarse mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\rho \cdot \Delta V \cdot V} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 4000}{56 \cdot 4 \cdot 230} = 0,776 V. \quad (112)$$

La protección térmica a instalar será un interruptor magnetotérmico bipolar de 25 A.

- Cálculo de la Línea: 5 TC VENTILACION

Para el referido calculo de la línea correspondiente al circuito 5 TC VENTILACIÓN, se van a detallar algunas de las características más importantes para su cálculo.

Este circuito será monofásico (230 V.) con una longitud aproximada de 5 metros. La potencia a instalar será de 1000 W. y la canalización que se realizará será empotrada en superficie (B1).

La intensidad que circula por cada conductor será:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1000}{230 \cdot 0,8} = 5,43 \text{ A.} \quad (113)$$

Mediante el REBT se elige una sección de 2x2,5 + TT x2,5 mm² de Cu con aislamiento 450/750 V. en PVC. bajo tubo con diámetro exterior de 20 mm.

La caída de tensión existente en este tramo puede realizarse mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\rho \cdot \Delta V \cdot V} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5 \cdot 230} = 0,31 \text{ V.} \quad (114)$$

La protección térmica a instalar será un interruptor magnetotérmico bipolar de 16 A.A continuación se van a mostrar (tabla 32) las secciones de cada tramo y las características de cada uno de los circuitos:

<i>Denominación</i>	<i>P.Cálculo (W)</i>	<i>Dist.Cál (m)</i>	<i>Sección (mm²)</i>	<i>I.Cálculo (A)</i>	<i>I.Adm. (A)</i>	<i>C.T.T otal (%)</i>	<i>Dimensiones (mm) Tubo</i>
ALUMBRADO CASETA	700	6	2x1.5+TTx1.5Cu	3.04	15	0.65	16
C2 TC INVERSORES	10000	5	2x16+TTx16Cu	54.35	66	0.7	32
C3 TC TRANSFORMADOR	4000	5	2x4+TTx4Cu	21.74	27	0.84	20
C4 TC CELDAS TRANS	4000	5	2x4+TTx4Cu	21.74	27	0.84	20
C5 TC VENTILACION	1000	5	2x2.5+TTx2.5Cu	5.43	21	0.59	20

Tabla 32: Secciones de circuitos.

En los planos adjuntos se muestra el esquema unifilar con mayor detalle.

3. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Para el Centro de Seccionamiento cabe mencionar que el cálculo de los parámetros de las tierras coincide con el del centro de transformación.

3.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.

A la tierra de protección se conectarán las masas metálicas que puedan producir tensiones peligrosas.

La configuración elegida para el Centro de Seccionamiento coincide con la elegida para la tierra de protección del centro de transformación y corresponde con la configuración UNESA 20-30/8/42. Mencionar que los cálculos necesarios serán los mismos que los realizados en el caso del centro de transformación.

El centro de seccionamiento se conectará a esta configuración mediante un cable de cobre aislado de 1kV y 50 mm² de sección nominal. El piso del CS estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m.

3.2. TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Las tomas de tierra se separarán una distancia de 2 metros.

3.3. VENTILACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Para el Centro de Seccionamiento se ha considerado ventilación natural, teniendo en cuenta que el procedimiento que se sigue es similar al calcular anteriormente para la caseta que alberga el Centro de Transformación y los dos Inversores

3.4. CASETA DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.

El grado de electrificación del habitáculo será para una potencia prevista inferior a 5750 W. a una tensión de 230 V.

El suministro eléctrico para los servicios auxiliares de la caseta en la que se encuentra el Centro de Seccionamiento se tomará de un cuadro general de Baja Tensión cercano, en específico del cuadro de baja tensión existente en el centro de transformación.

El número de circuitos que se establecen son los siguientes:

- C1: Circuito para iluminación.
- C2: Circuito para tomas de corriente de uso general.

3.4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS EXISTENTES.

- **C1: Circuito para alumbrado.**

Este circuito es el correspondiente a la iluminación de la caseta. Corresponde a los puntos de luz existentes en las distintas salas del local.

El local dispondrá de tubos fluorescentes. En dicho habitáculos se instalarán dos puntos de luz con el fin de asegurar los límites mínimos.

También tendrá este circuito el alumbrado de emergencia, cumpliendo con la normativa vigente, se hace necesario de la colocación de luminarias de emergencia. Dichas luminarias tendrán un grado de protección IP 42, garantizarán una autonomía de 2 horas y cumplirán con las normativas UNE-EN 60598-2-22 y UNE 20392.

- **C2: Circuito para tomas de corriente de uso general.**

Se ha previsto de un total de 2 tomas de corriente de 16 A. (2P + T).

3.4.2. DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.

Los dispositivos generales de mando y protección se dispondrán en un cuadro de protección independiente, en cumplimiento con la ITC-BT-17. Dichos dispositivos se situarán a una altura mínima desde el nivel del suelo, de 1,60 metros.

Los dispositivos de mando de las luminarias se deberán instalar en un sitio accesible.

3.4.3. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN.

Los conductores serán de cobre tipo RV-K, con una tensión asignada de 0,6/1kV. y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de la sección adecuada y bajo tubo protector.

El cálculo de las líneas se ha realizado siguiendo el mismo procedimiento (criterio térmico y criterio por caída de tensión) que el detallado para el local de los inversores y Centro de Transformación. A continuación se muestran los cálculos realizados para la obtención tanto de las secciones como de las protecciones.

- **Cálculo de la Línea: C1 ALUMBRADO**

Para el referido cálculo de la línea correspondiente al circuito 1 ALUMBRADO, se van a detallar algunas de las características más importantes para su cálculo.

Este circuito será monofásico (230 V.) con una longitud aproximada de 5 metros. La potencia a instalar será de 800 W. y la canalización que se realizará será empotrada en superficie (B1).

La intensidad que circula por cada conductor será:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{800}{230} = 3,48 \text{ A.} \quad (115)$$

Mediante el REBT se elige una sección de 2x1,5 + TT x 1,5 mm² de Cu con aislamiento 450/750 V. en PVC. bajo tubo con diámetro exterior de 16 mm.

La caída de tensión existente en este tramo puede realizarse mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\rho \cdot \Delta V \cdot V} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 800}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} = 0,414 \text{ V.} \quad (116)$$

La protección térmica a instalar será un interruptor magnetotérmico bipolar de 10 A.

- Cálculo de la Línea: 2 TC CASETA

Para el referido calculo de la línea correspondiente al circuito 2 TC CASETA, se van a detallar algunas de las características más importantes para su calculo.

Este circuito será monofásico (230 V.) con una longitud aproximada de 5 metros. La potencia a instalar será de 4000 W. y la canalización que se realizará será empotrada en superficie (B1).

La intensidad que circula por cada conductor será:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{4000}{230 \cdot 0,8} = 21,74 \text{ A.} \quad (117)$$

Mediante el REBT se elige una sección de 2x 4+TT x4 mm² de Cu con aislamiento 450/750 V. en PVC. bajo tubo con diámetro exterior de 20 mm.

La caída de tensión existente en este tramo puede realizarse mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\rho \cdot \Delta V \cdot V} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 4000}{56 \cdot 4 \cdot 230} = 0,776 \text{ V.} \tag{118}$$

La protección térmica a instalar será un interruptor magnetotérmico bipolar de 25 A.


Para concluir se va a mostrar una tabla con las secciones de cada tramo y las características de cada uno de los circuitos:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo.
DERIVACION IND.	5340	10	4x6+TTx6Cu	9.63	40	50
C1 ALUMBRADO	800	5	2x1.5+TTx1.5Cu	3.48	15	16
C2 TC CASETA	4000	5	2x4+TTx4Cu	21.74	27	20

Tabla 33: Secciones de circuitos.

En los planos adjuntos se muestra el esquema unifilar con mayor detalle.

Fdo:



TRABAJO FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW
CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y
VENTA DE ENERGÍA.**

ANEXO III

CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

ANEXO IV: CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

1.	DATOS DE OBRA.....	138
1.1.	NORMAS CONSIDERADAS.....	138
1.2.	ESTADOS LÍMITE.....	138
1.2.1.	SITUACIONES DE PROYECTO.....	138
1.2.2.	COMBINACIONES.....	141
1.3.	SISMO DINÁMICO.....	142
1.3.1.	DATOS GENERALES DE SISMO.....	142
2.	ESTRUCTURA.....	144
2.1.	GEOMETRÍA.....	144
2.1.1.	NUDOS.....	144
2.1.2.	BARRAS.....	145
2.1.2.1.	MATERIALES UTILIZADOS.....	145
2.1.2.2.	DESCRIPCIÓN.....	146
2.2.	CARGAS.....	147
2.2.1.	BARRAS.....	147
2.3.	RESULTADOS.....	149
2.3.1.	RESISTENCIA.....	149
2.3.2.	FLECHAS.....	149
2.3.3.	COMPROBACIONES E.L.U.....	152

1. DATOS DE OBRA

La estructura de los aparcamientos sobre los que se ubicaran los módulos fotovoltaicos tendrá modificaciones, especialmente en la cubierta de la estructura.

Dichas modificaciones consisten en la sustitución de las vigas existentes en la cubierta por otras que tengan una mayor resistencia para que no se produzca ningún esfuerzo o evitar el límite teórico de las vigas que existen.

La elección del tipo de vigas transversales a la colocación de los módulos se determinará de tal forma que cumpla con el Código Técnico de la Edificación, siendo capaz de soportar además del propio peso de los módulos fotovoltaicos, las sobrecargas específicas de viento y nieve.

1.1. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

1.2. ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

Tabla 34: Estados límite.

1.2.1. SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Situaciones persistentes o transitorias**
- **Con coeficientes de combinación**

(101)

- Sin coeficientes de combinación

(102)

- Situaciones sísmicas**- Con coeficientes de combinación**

(103)

- Sin coeficientes de combinación

(104)

- Donde:

- G_k • Acción permanente
- Q_k • Acción variable
- A_E • Acción sísmica
- γ_G • Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $\gamma_{Q,1}$ • Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$ • Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- γ_{AE} • Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
- $\psi_{p,1}$ • Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- $\psi_{a,i}$ • Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. DE ROTURA. HORMIGÓN EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad		Coeficientes de combinación	
	Favorable	Desfavorable	Principal	Acompañamiento
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad		Coeficientes de combinación	
	Favorable	Desfavorable	Principal	Acompañamiento
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300 ⁽¹⁾

Notas:

⁽¹⁾ Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Tabla 35: E.L.U. ROTURA. HORMIGÓN EHE-08

E.L.U. DE ROTURA. ACERO LAMINADO: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad		Coeficientes de combinación	
	Favorable	Desfavorable	Principal	Acompañamiento
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad		Coeficientes de combinación	
	Favorable	Desfavorable	Principal	Acompañamiento
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300 ⁽¹⁾

Notas:

⁽¹⁾ Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Tabla 36: E.L.U. DE ROTURA. ACERO LAMINADO: CTE DB SE-A

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

Tabla 37: Desplazamientos.

1.2.2. COMBINACIONES

• G	Carga permanente
• SX	Sismo X
• SY	Sismo Y

E.L.U. DE ROTURA. HORMIGÓN

Comb.	G	SX	SY
1	1.000		
2	1.350		
3	1.000	-0.300	-1.000
4	1.000	0.300	-1.000
5	1.000	-0.300	1.000
6	1.000	0.300	1.000
7	1.000	-1.000	-0.300
8	1.000	1.000	-0.300
9	1.000	-1.000	0.300
10	1.000	1.000	0.300

Tabla 38: E.L.U. DE ROTURA. HORMIGÓN.

E.L.U. DE ROTURA. ACERO LAMINADO

Comb.	G	SX	SY
1	0.800		
2	1.350		
3	1.000	-0.300	-1.000
4	1.000	0.300	-1.000
5	1.000	-0.300	1.000
6	1.000	0.300	1.000
7	1.000	-1.000	-0.300
8	1.000	1.000	-0.300
9	1.000	-1.000	0.300
10	1.000	1.000	0.300

Tabla 39: E.L.U. DE ROTURA. ACERO LAMINADO.

DESPLAZAMIENTOS

Comb.	G	SX	SY
1	1.000		
2	1.000	-1.000	
3	1.000	1.000	
4	1.000		-1.000
5	1.000		1.000

Tabla 40: DESPLAZAMIENTOS.

1.3. SISMO DINÁMICO**1.3.1. DATOS GENERALES DE SISMO**

- Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02
- No se realiza análisis de los efectos de 2º orden
- Acción sísmica según X
- Acción sísmica según Y
- Provincia:JAEN Término:JAEN
- Clasificación de la construcción: Construcciones de importancia normal

- Aceleración sísmica básica (a_b): 0.070 g, (siendo 'g' la aceleración de la gravedad)
- Coeficiente de contribución (K): 1.00
- Coeficiente adimensional de riesgo (ρ): 1
- Coeficiente según el tipo de terreno (C): 1.30 (Tipo II)
- Coeficiente de amplificación del terreno (S): 1.040
- Aceleración sísmica de cálculo ($a_c = S \times \rho \times a_b$): 0.073 g
- Método de cálculo adoptado: Análisis modal espectral
- Amortiguamiento: 5% (respecto del amortiguamiento crítico)
- Número de modos: 6
- Coeficiente de comportamiento por ductilidad: 2 (Ductilidad baja)

Coeficientes de participación

	T	Lx	Ly	Mx	My	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	1.659	1	0.0017	31.48 %	0 %	R = 2 A = 0.28 m/s ² D = 19.519 mm	R = 2 A = 0.28 m/s ² D = 19.519 mm
Modo 2	0.969	1	0.0016	24.17 %	0 %	R = 2 A = 0.479 m/s ² D = 11.3916 mm	R = 2 A = 0.479 m/s ² D = 11.3916 mm
Modo 3	0.38	0.0092	1	0 %	8.14 %	R = 2 A = 0.893 m/s ² D = 3.2641 mm	R = 2 A = 0.893 m/s ² D = 3.2641 mm
Modo 4	0.293	0.1439	0.9896	0.01 %	0.43 %	R = 2 A = 0.893 m/s ² D = 1.93981 mm	R = 2 A = 0.893 m/s ² D = 1.93981 mm
Modo 5	0.249	1	0.0029	12.35 %	0 %	R = 2 A = 0.893 m/s ² D = 1.40135 mm	R = 2 A = 0.893 m/s ² D = 1.40135 mm
Modo 6	0.229	0.1055	0.9944	0.01 %	0.89 %	R = 2 A = 0.893 m/s ² D = 1.18442 mm	R = 2 A = 0.893 m/s ² D = 1.18442 mm

Tabla 41: Coeficientes de participación.

- T = Periodo de vibración en segundos.
- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

- M_x, M_y = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.
- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.
- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.
- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

	Masa total desplazada
Masa X	68.02 %
Masa Y	9.46 %

Tabla 42: Masa total desplazada.

2. ESTRUCTURA

2.1. GEOMETRÍA

2.1.1. NUDOS

Referencias:

- $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.
- $\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	-20.000	0.000	2.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N2	-20.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N3	-20.000	4.963	2.609	-	-	-	-	-	-	Articulado
N4	-20.000	-4.963	2.609	-	-	-	-	-	-	Articulado
N5	-20.000	1.655	2.203	-	-	-	-	-	-	Articulado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N6	-20.000	3.308	2.406	-	-	-	-	-	-	Articulado
N7	-14.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N8	-14.000	0.000	2.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	-14.000	4.963	2.609	-	-	-	-	-	-	Articulado
N10	-14.000	-4.963	2.609	-	-	-	-	-	-	Articulado
N11	-14.000	1.655	2.203	-	-	-	-	-	-	Articulado
N12	-14.000	3.308	2.406	-	-	-	-	-	-	Articulado
N13	-20.000	-3.970	2.487	-	-	-	-	-	-	Articulado
N14	-14.000	-3.970	2.487	-	-	-	-	-	-	Articulado
N15	-20.000	-2.978	2.365	-	-	-	-	-	-	Articulado
N16	-14.000	-2.978	2.365	-	-	-	-	-	-	Articulado
N17	-20.000	-1.985	2.244	-	-	-	-	-	-	Articulado
N18	-14.000	-1.985	2.244	-	-	-	-	-	-	Articulado
N19	-20.000	-0.993	2.122	-	-	-	-	-	-	Articulado
N20	-14.000	-0.993	2.122	-	-	-	-	-	-	Articulado

Tabla 43: Nudos.

2.1.2. BARRAS

2.1.2.1. MATERIALES UTILIZADOS

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
<p><i>Notación:</i> <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>ν: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>f_y: Límite elástico</i> <i>α_t: Coeficiente de dilatación</i> <i>γ: Peso específico</i></p>							

Tabla 44: Materiales utilizados.

2.1.2.2. DESCRIPCIÓN

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N2/N1	N2/N1	HE 200 B (HEB)	2.000	0.70	0.70	-	-
		N1/N5	N1/N3	IPN 160 (IPN)	1.667	1.00	1.00	-	-
		N5/N6	N1/N3	IPN 160 (IPN)	1.666	1.00	1.00	-	-
		N6/N3	N1/N3	IPN 160 (IPN)	1.667	1.00	1.00	-	-
		N1/N19	N1/N4	IPN 180 (IPN)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N19/N17	N1/N4	IPN 180 (IPN)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N17/N15	N1/N4	IPN 180 (IPN)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N15/N13	N1/N4	IPN 180 (IPN)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N13/N4	N1/N4	IPN 180 (IPN)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N7/N8	N7/N8	HE 200 B (HEB)	2.000	0.70	0.70	-	-
		N8/N11	N8/N9	IPN 160 (IPN)	1.667	1.00	1.00	-	-
		N11/N12	N8/N9	IPN 160 (IPN)	1.666	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N8/N9	IPN 160 (IPN)	1.667	1.00	1.00	-	-
		N8/N20	N8/N10	IPN 180 (IPN)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N20/N18	N8/N10	IPN 180 (IPN)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N18/N16	N8/N10	IPN 180 (IPN)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N16/N14	N8/N10	IPN 180 (IPN)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N14/N10	N8/N10	IPN 180 (IPN)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N1/N8	N1/N8	IPN 200 (IPN)	6.000	1.00	1.00	-	-
		N3/N9	N3/N9	IPN 100 (IPN)	6.000	1.00	1.00	-	-
N5/N11	N5/N11	IPN 100 (IPN)	6.000	1.00	1.00	-	-		
N6/N12	N6/N12	IPN 100 (IPN)	6.000	1.00	1.00	-	-		
N4/N10	N4/N10	IPN 180 (IPN)	6.000	1.00	1.00	-	-		
N13/N14	N13/N14	IPN 180 (IPN)	6.000	1.00	1.00	-	-		
N15/N16	N15/N16	IPN 180 (IPN)	6.000	1.00	1.00	-	-		
N17/N18	N17/N18	IPN 180 (IPN)	6.000	1.00	1.00	-	-		
N19/N20	N19/N20	IPN 180 (IPN)	6.000	1.00	1.00	-	-		

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

Tabla 45: Descripción.

2.2. CARGAS

2.2.1. BARRAS

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N2/N1	Carga permanente	Uniforme	0.061	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N5	Carga permanente	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Carga permanente	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N3	Carga permanente	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N19	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N17	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N15	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N13	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N4	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	Carga permanente	Uniforme	0.061	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N11	Carga permanente	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	Carga permanente	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N9	Carga permanente	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N20	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N18	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N16	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N14	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N10	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N8	Carga permanente	Uniforme	0.026	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N8	Carga permanente	Uniforme	0.006	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N9	Carga permanente	Uniforme	0.008	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N11	Carga permanente	Uniforme	0.008	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N12	Carga permanente	Uniforme	0.008	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N10	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N10	Carga permanente	Uniforme	0.006	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	Carga permanente	Uniforme	0.011	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N16	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N16	Carga permanente	Uniforme	0.011	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N18	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N18	Carga permanente	Uniforme	0.011	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N20	Carga permanente	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N20	Carga permanente	Uniforme	0.011	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Tabla 46: Cargas en barras.

2.3. RESULTADOS

2.3.1. RESISTENCIA

Referencias:

- N: Esfuerzo axial (t)
- V_y : Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
- V_z : Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
- M_t : Momento torsor (t·m)
- M_y : Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
- M_z : Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

2.3.2. FLECHAS

Referencias:

- Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

- L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	V _y (t)	V _z (t)	M _t (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)		
N2/N1	11.24	2.000	-1.142	-0.080	0.000	0.000	-1.606	0.108	G	Cumple
N1/N5	17.61	0.000	-0.027	0.000	-0.220	0.000	-0.634	0.001	G	Cumple
N5/N6	8.76	0.000	-0.013	-0.007	-0.109	0.000	-0.223	-0.017	GS	Cumple
N6/N3	2.78	0.000	-0.006	-0.004	-0.054	0.000	-0.066	-0.006	GS	Cumple
N1/N19	45.09	0.000	-0.096	-0.001	-0.786	0.000	-2.240	-0.001	G	Cumple
N19/N17	29.56	0.000	-0.077	0.000	-0.624	0.000	-1.469	0.000	G	Cumple
N17/N15	17.29	0.000	-0.057	0.000	-0.463	0.000	-0.859	0.000	G	Cumple
N15/N13	8.29	0.000	-0.037	0.000	-0.301	0.000	-0.411	0.000	G	Cumple
N13/N4	2.55	0.000	-0.012	-0.006	-0.103	0.000	-0.093	-0.006	GS	Cumple
N7/N8	11.24	2.000	-1.142	0.080	0.000	0.000	-1.606	-0.108	G	Cumple
N8/N11	17.61	0.000	-0.027	0.000	-0.220	0.000	-0.634	-0.001	G	Cumple
N11/N12	8.76	0.000	-0.013	0.007	-0.109	0.000	-0.223	0.017	GS	Cumple
N12/N9	2.78	0.000	-0.007	-0.004	-0.054	0.000	-0.066	-0.006	GS	Cumple
N8/N20	45.09	0.000	-0.096	0.001	-0.786	0.000	-2.240	0.001	G	Cumple
N20/N18	29.56	0.000	-0.077	0.000	-0.624	0.000	-1.469	0.000	G	Cumple
N18/N16	17.29	0.000	-0.057	0.000	-0.463	0.000	-0.859	0.000	G	Cumple
N16/N14	8.29	0.000	-0.037	0.000	-0.301	0.000	-0.411	0.000	G	Cumple
N14/N10	2.55	0.000	-0.012	-0.006	-0.103	0.000	-0.093	-0.006	GS	Cumple
N3/N9	7.57	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.050	0.006	G	Cumple
N4/N10	5.60	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.165	-0.020	G	Cumple
N13/N14	6.72	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.198	-0.024	G	Cumple
N15/N16	6.72	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.198	-0.024	G	Cumple

Tabla 47: Comprobación de resistencia.

Flechas

Referencias:

- Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
- L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N2/N1	1.400	0.03	1.000	0.49	1.400	0.03	1.000	0.49
	1.400	L/(>1000)	1.000	L/(>1000)	1.400	L/(>1000)	1.000	L/(>1000)
N1/N3	0.625	0.00	1.875	2.53	0.625	0.00	1.875	2.53
	0.625	L/(>1000)	1.875	L/(>1000)	0.625	L/(>1000)	1.875	L/(>1000)
N1/N4	1.250	0.00	2.000	5.60	1.250	0.00	2.000	5.60
	0.333	L/(>1000)	2.000	L/892.8	0.333	L/(>1000)	2.000	L/892.8
N7/N8	1.400	0.03	1.000	0.49	1.400	0.03	1.000	0.49
	1.400	L/(>1000)	1.000	L/(>1000)	1.400	L/(>1000)	1.000	L/(>1000)
N8/N9	0.625	0.00	1.875	2.53	0.625	0.00	1.875	2.53
	0.625	L/(>1000)	1.875	L/(>1000)	0.625	L/(>1000)	1.875	L/(>1000)
N8/N10	1.250	0.00	2.000	5.60	1.250	0.00	2.000	5.60
	0.333	L/(>1000)	2.000	L/892.8	0.333	L/(>1000)	2.000	L/892.8
N1/N8	3.000	0.01	3.000	0.39	3.000	0.01	3.000	0.39
	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)
N3/N9	3.000	6.55	3.000	3.82	3.000	6.55	3.000	3.82
	3.000	L/915.5	3.000	L/(>1000)	3.000	L/915.5	3.000	L/(>1000)
N5/N11	3.000	6.55	3.000	3.82	3.000	6.55	3.000	3.82
	3.000	L/915.5	3.000	L/(>1000)	3.000	L/915.5	3.000	L/(>1000)
N6/N12	3.000	6.55	3.000	3.82	3.000	6.55	3.000	3.82
	3.000	L/915.5	3.000	L/(>1000)	3.000	L/915.5	3.000	L/(>1000)
N4/N10	3.000	3.24	3.000	1.49	3.000	3.24	3.000	1.49
	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)
N13/N14	3.000	3.89	3.000	1.79	3.000	3.89	3.000	1.79
	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)
N15/N16	3.000	3.89	3.000	1.79	3.000	3.89	3.000	1.79
	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)
N17/N18	3.000	3.89	3.000	1.79	3.000	3.89	3.000	1.79
	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)
N19/N20	3.000	3.89	3.000	1.79	3.000	3.89	3.000	1.79
	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)

Tabla 48: Flechas.

2.3.3. COMPROBACIONES E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_{Ed}	N_c	M_{yEd}	M_{zEd}	V_{zEd}	V_{yEd}	M_{yVzEd}	M_{zVyEd}	NM_{yMzEd}	$NM_{zMzVyVzEd}$	M_{tEd}	M_{tVzEd}	M_{tVyEd}	
N2/N1	$\bar{\lambda} < 2.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta = 9.4$	x: 2 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2 m $\eta = 11.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 1.8 m $\eta < 0.1$	x: 1.4 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 11.2$
N1/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.67 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 17.5$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 0 m $\eta = 1.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 17.6$
N5/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.67 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 8.3$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 8.8$
N6/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.67 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 2.8$
N1/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 29.4$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 0 m $\eta = 4.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 45.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 45.1$
N19/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 17.2$	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 2.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 29.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 29.6$
N17/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 8.2$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 17.3$
N15/N13	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 8.3$
N13/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 2.6$
N7/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta = 9.4$	x: 2 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2 m $\eta = 11.2$	$\eta < 0.1$	x: 0.2 m $\eta = 0.7$	x: 1.8 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 11.2$
N8/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.5$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 0 m $\eta = 1.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 17.6$
N11/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.67 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.3$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 8.8$
N12/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$	x: 1.67 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 2.8$
N8/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 44.9$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 0 m $\eta = 4.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 45.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 45.1$
N20/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 29.4$	x: 0 m $\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 3.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 29.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 29.6$
N18/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.2$	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 2.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 17.3$
N16/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.2$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 8.3$
N14/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 2.6$
N1/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 5.3$
N3/N9	N.P. ⁽⁴⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3 m $\eta = 4.7$	x: 3 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 7.6$	x: 0.375 m $\eta = 7.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 7.6$
N5/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 0.1$	x: 3 m $\eta = 4.7$	x: 3 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 7.6$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 7.6$
N6/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3 m $\eta = 4.7$	x: 3 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 7.6$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 7.6$
N4/N10	N.P. ⁽⁴⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3 m $\eta = 3.3$	x: 3 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 5.6$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 5.6$
N13/N14	N.P. ⁽⁴⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3 m $\eta = 4.0$	x: 3 m $\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 6.7$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 6.7$
N15/N16	N.P. ⁽⁴⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3 m $\eta = 4.0$	x: 3 m $\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 6.7$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 6.7$
N17/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3 m $\eta = 4.0$	x: 3 m $\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 6.7$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 6.7$
N19/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 4.0$	x: 3 m $\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 6.7$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 6.7$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	
<p>Notación:</p> <p>λ: Limitación de esbeltez N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p>														

Tabla 49: Comprobaciones E.L.U.

Fdo:



TRABAJO FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW
CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y
VENTA DE ENERGÍA.**

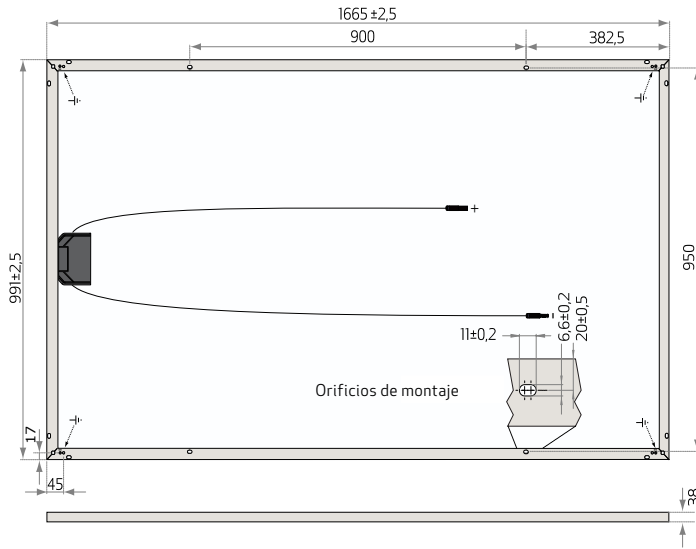
ANEXO IV

**DOCUMENTACIÓN TÉCNICA
DE LOS EQUIPOS
INSTALADOS.**

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS INSTALADOS

HOJA DE CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO	156
HOJA DE CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR	157
DETALLES A UTILIZAR PARA LA SUJECCIÓN DE LOS MÓDULOS.....	158
CABLE RV-K.....	159
CABLE XZ-K.....	160
CABLE ZZ-F.....	161

REC PEAK ENERGY SERIE



PARÁMETROS ELÉCTRICOS @ STC

	REC225PE	REC230PE	REC235PE	REC240PE	REC245PE	REC250PE
Punto de máxima potencia - P_{MAX} (Wp)	225	230	235	240	245	250
Tolerancia de la potencia pico - P_{TOL} (W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Tensión en el punto de máxima potencia - V_{MPP} (V)	28,9	29,2	29,6	29,9	30,2	30,5
Corriente en el punto de máxima potencia - I_{MPP} (A)	7,8	7,9	8,0	8,0	8,1	8,2
Tensión a circuito abierto - V_{OC} (V)	36,2	36,5	36,7	37,0	37,2	37,5
Corriente corto circuito - I_{SC} (A)	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8
Eficiencia del módulo (%)	13,6	13,9	14,2	14,5	14,8	15,1

Valores en condiciones estándares de medida STC (masa de aire AM 1,5, irradiancia 1000W/m², temperatura de la célula 25°C).

En bajas radiaciones de 200W/m² y condiciones STC (1,5 AM y Temperatura de célula de 25°C) es posible obtener, al menos el 97% de la eficiencia.

PARÁMETROS ELÉCTRICOS @ NOCT

	REC225PE	REC230PE	REC235PE	REC240PE	REC245PE	REC250PE
Punto de máxima potencia - P_{MAX} (Wp)	167	170	173	176	179	182
Tensión en el punto de máxima potencia - V_{MPP} (V)	26,6	26,8	27,1	27,3	27,6	27,9
Corriente en el punto de máxima potencia - I_{MPP} (A)	6,3	6,3	6,4	6,4	6,5	6,6
Tensión a circuito abierto - V_{OC} (V)	33,4	33,6	33,8	34,1	34,3	34,5
Corriente de corto circuito - I_{SC} (A)	6,8	6,8	6,9	7,0	7,0	7,1

Celle nominal operativa NOCT (800 W/m², AM 1,5, velocidad del viento 1 m/s, temperatura ambiente 20°C).

CERTIFICADOS



IEC 61215 y IEC 61730



Miembro del PV Cycle

GARANTÍA

10 años de garantía de producto
25 años de garantía de la potencia nominal lineal (máxima degradación de rendimiento del 0.7% p.a.)

15,1% EFICIENCIA

10 AÑOS DE GARANTÍA DE PRODUCTO

25 AÑOS DE GARANTÍA DE LA POTENCIA NOMINAL LINEAL

PARÁMETROS TÉRMICOS

Temp. de operación nominal de la célula (NOCT)	47,9°C (±2°C)
Coefficiente de temperatura para P_{MPP}	-0,43%/°C
Coefficiente de temperatura V_{OC}	-0,33%/°C
Coefficiente de temperatura I_{SC}	0,074%/°C

DATOS GENERALES

Tipo de célula	60 Células policristalinas REC PE 3 filas de 20 células - 3 diodos de derivación
Cristal	Cristal solar con tratamiento antirreflejante de Sunarc Technology
Lámina posterior	Doble capa de poliéster de alta resistencia
Marco	Aluminio anodizado
Cable	Cable solar Radox 4mm ² , 0,90m + 1,20m
Conectores	De cierre por torsión Radox 4mm ²

LÍMITES OPERATIVOS

Margen de temperatura del módulo	-40 ... +80°C
Voltaje máximo del sistema	1000V
Carga máxima	551 kg/m ² (5400 Pa)
Velocidad máxima del viento	197 km/h (safety factor 3)
Capacidad máxima del fusible	15A
Máxima Corriente Inversa	15A

DATOS MECÁNICOS

Dimensiones	1665 x 991 x 38 mm
Área	1,65 m ²
Peso	18 kg

Atención! Las especificaciones están sujetas a cambios sin notificación previa.

REC es una empresa integrada verticalmente líder en el sector de la energía solar. Es uno de los principales productores mundiales de polisilicio y obleas para aplicaciones solares, además de un fabricante de células y módulos solares en rápido crecimiento. REC participa también en actividades de desarrollo de proyectos en segmentos de energía fotovoltaica. REC, fundada en Noruega en 1996, es una empresa internacional dedicada a la energía solar con más de 4.000 empleados en todo el mundo y unos beneficios superiores a 14.000 millones de coronas noruegas en 2010, aproximadamente 1.700 millones de euros. Visite www.recgroup.com para obtener más información acerca de REC.



www.recgroup.com

ÓPTIMAS PRESTACIONES EN GRANDES INSTALACIONES MULTIMEGAVATIO

50 / 60 / 70 / 80 / 90 / 100

Inversor trifásico para instalaciones en cubierta de medianas y grandes potencias, y para instalaciones multi-megavatio en suelo.

Máxima eficiencia a temperaturas elevadas
Avanzado sistema de seguimiento del punto de potencia máxima (MPPT).

Es capaz de soportar huecos de tensión y dispone de un control de potencia activa y reactiva. Apto para instalaciones de media tensión.

Fácil instalación

No necesita elementos adicionales. Se puede desconectar manualmente de la red. Completo equipamiento de protecciones eléctricas incluido de serie.

Fácil mantenimiento

Datalogger interno para almacenamiento de datos de hasta 3 meses. Se puede controlar desde un PC remoto o *in situ* desde el teclado frontal del inversor. LEDs indicadores de estado y alarmas. Pantalla LCD. Vida útil de más de 20 años.

Software incluido

Incluyen sin coste las aplicaciones INGECON® SUN Manager, INGECON® SUN Monitor y su versión para smartphone iSun Monitor para la monitorización y registro de datos del inversor a través de internet.

Garantía estándar de 5 años, ampliable hasta 25 años

PROTECCIONES

- Aislamiento galvánico entre las partes de DC y AC.
- Polarizaciones inversas.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Fallos de aislamiento.

- Anti-isla con desconexión automática.
- Seccionador DC.
- Fusibles DC.
- Seccionador magneto-térmico AC.
- Descargadores de sobretensiones DC y AC, tipo 2.

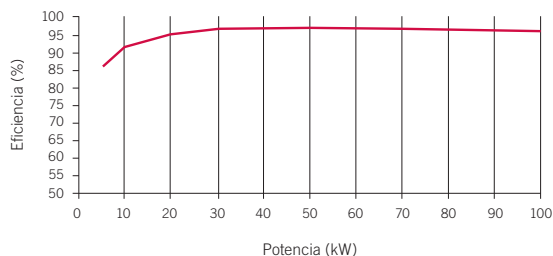
ACCESORIOS OPCIONALES

- Comunicación entre inversores mediante Ethernet, Bluetooth o RS-485.
- Comunicación remota GSM/GPRS.
- Monitorización de las corrientes de string del campo FV: INGECON® SUN String Control.
- Kit de puesta a tierra para los módulos FV que lo requieran.



RENDIMIENTO

INGECON® SUN 100
V_{dc} = 450 V

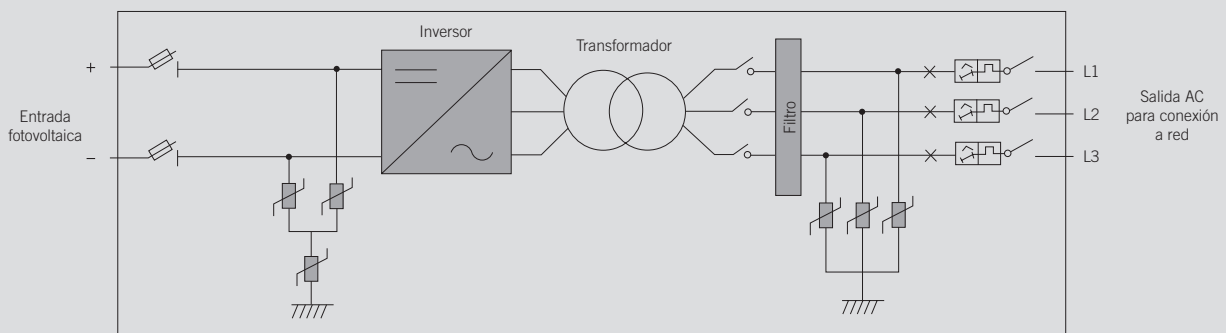


	50	60	70	80	90	100
Valores de Entrada (DC)						
Rango pot. campo FV recomendado ⁽¹⁾	52 - 65 kWp	63 - 78 kWp	73 - 91 kWp	83 - 104 kWp	93 - 117 kWp	104 - 130 kWp
Rango de tensión MPP	405 - 750 V	405 - 750 V	405 - 750 V	405 - 750 V	405 - 750 V	405 - 750 V
Tensión máxima DC ⁽²⁾	900 V	900 V	900 V	900 V	900 V	900 V
Corriente máxima DC	130 A	156 A	182 A	208 A	234 A	260 A
Nº entradas DC	4	4	4	4	4	4
MPPT	1	1	1	1	1	1
Valores de Salida (AC)						
Potencia nominal AC ⁽³⁾	55 kW	66 kW	77 kW	88 kW	99 kW	110 kW
Corriente máxima AC	93 A	118 A	131 A	156 A	161 A	161 A
Tensión nominal AC	400 V	400 V	400 V	400 V	400 V	400 V
Frecuencia nominal AC	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
Coseno Phi ⁽⁴⁾	1	1	1	1	1	1
Coseno Phi ajustable	Sí. Smáx=55 kVA	Sí. Smáx=66 kVA	Sí. Smáx=77 kVA	Sí. Smáx=88 kVA	Sí. Smáx=99 kVA	Sí. Smáx=110 kVA
THD ⁽⁵⁾	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%
Rendimiento						
Eficiencia máxima	96,3%	96,4%	97,2%	97,5%	96,9%	96,8%
Euroeficiencia	94,3%	94,7%	96,1%	96,2%	95,8%	95,7%
Datos Generales						
Refrigeración por aire	2.600 m ³ /h	2.600 m ³ /h	2.600 m ³ /h	2.600 m ³ /h	2.600 m ³ /h	2.600 m ³ /h
Consumo en stand-by ⁽⁶⁾	30 W	30 W	30 W	30 W	30 W	30 W
Consumo nocturno	1 W	1 W	1 W	1 W	1 W	1 W
Temperatura de funcionamiento	-20°C a +65°C	-20°C a +65°C	-20°C a +65°C	-20°C a +65°C	-20°C a +65°C	-20°C a +65°C
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 95%	0 - 95%	0 - 95%	0 - 95%	0 - 95%	0 - 95%
Grado de protección	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20

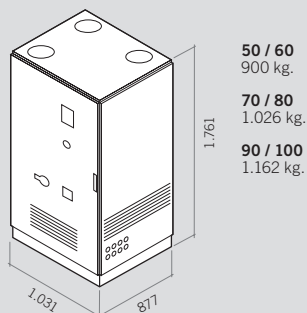
Notas: ⁽¹⁾ Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica ⁽²⁾ No superar en ningún caso. Considerar el aumento de tensión de los paneles 'Voc' a bajas temperaturas ⁽³⁾ Potencia AC hasta 40°C de temperatura ambiente. Por cada °C de incremento, la potencia de salida se reducirá un 1,8% ⁽⁴⁾ Para P_{AC}>25% de la potencia nominal ⁽⁵⁾ Para P_{AC}>25% de la potencia nominal y tensión según IEC 61000-3-4 ⁽⁶⁾ Consumo desde el campo fotovoltaico.

Referencias normativas: CE, IEC61000-6-2, IEC61000-6-4, EN50178, RD1699/2011, P.O.12.3, VDE-AR-N-4105, VDE0126-1-1, CEI11-20, CEIO-21, Allegato 70 TERNA, Arrêté 23-04-2008, MV Guideline BDEW, G59/2.

Power



Dimensiones y peso (mm)



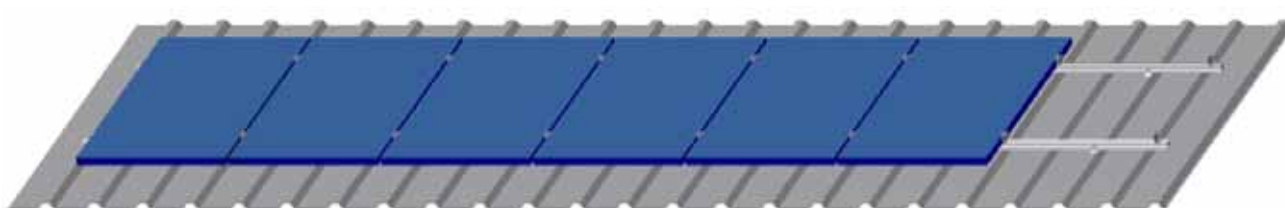


Instalación integrada para cubiertas de chapa metálica

Integrada 1 línea

Artículo nº KV915

Soporte diseñado para poder instalar filas de 1 MFV en vertical con la misma inclinación que la cubierta existente.



Artículo	Capacidad
KV915 [1x2]	2 Módulos Fotovoltaicos
KV915 [1x3]	3 Módulos Fotovoltaicos
KV915 [1x5]	5 Módulos Fotovoltaicos
KV915 [1x7]	7 Módulos Fotovoltaicos

Montaje y características técnicas:

Estructura atornillada, regulable.

Distancias de hasta 2.30 m* entre apoyos.

Materiales:

Aluminio EN-AW 6005 T6.

Tornillería A2-70.



Ángulo fijación a cubiertas metálicas



Guía módulos



Sistema con perfil de unión de guías



Detalle presor lateral e intermedio



Detalle ángulo fijación

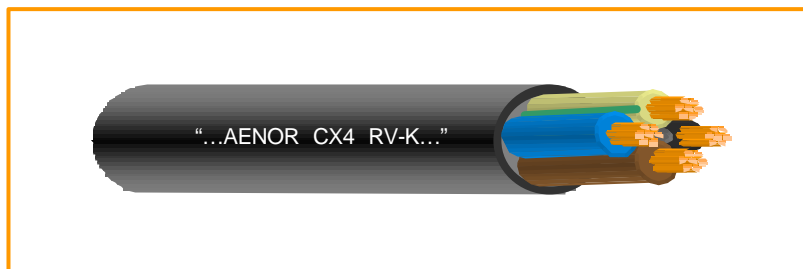
Nota:

Previamente, se tiene que comprobar que la fijación de la chapa a la subestructura y que la capacidad de soporte máxima de la chapa son suficientes. Especialmente, en el caso de elementos sándwich, debido a su escasa capacidad de soporte, por norma general, no se puede realizar la fijación directa a la chapa de cubierta. El grosor mínimo de la chapa trapezoidal de acero es, por norma general, de 0,6 mm.

*Según cargas climatológicas .

Consultar Normativa vigente en el punto de instalación.

CABLE RV-K 0,6/1kV



Cables industriales de tensión asignada 0,6/1kV., aislados con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de policloruro de vinilo (PVC).

DESCRIPCIÓN

- Cable de energía para una tensión eficaz (U) de 1 kV para utilización en instalaciones fijas

APLICACIÓN

- Transporte y distribución de energía en instalaciones industriales de baja tensión.
- Redes interiores y exteriores, aéreas y enterradas.

PROPIEDADES

- Flexibilidad, fácil instalación.

NORMAS DE REFERENCIA

- Dimensiones y materiales según **UNE 21123-2**
- Identificación de conductores **UNE 21089-1(HD 308)**
- No propagación de la llama, **UNE 50265-2-1**

AISLAMIENTO

- Polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según **HD 603-1**

CUBIERTA

- PVC, tipo DMV-18 según **HD 603-1**,

TENSIÓN NOMINAL

0,6 / 1 kV.

TENSIÓN DE ENSAYO

3.5 kV. C.A. (5 min.)

RADIO DE CURVATURA mínimo

4 D D < 25 mm
5 D 25mm >= D <= 50mm

CONDUCTOR

Cobre flexible recocado electrolítico **Clase 5** según **UNE 21022/ IEC 228**

SUMINISTRO

Rollos
Bobinas de madera.

APROBACIONES

AENOR
(Certificado nº 042/000748)

IDENTIFICACIÓN POR COLORACION DE LOS CONDUCTORES (UNE 21089-1/HD 308)

	Nº de Conductores				
	1	2	3	4	5
Cables con conductor de protección (AM/VD)		AZ-MRR	AZ-MRR-AM/VD	GR-MRR-NG-AM/VD	AZ-MRR-NG-GR-AM/VD
Cables sin conductor de protección		AZ-MRR	GR-NG-MR	AZ-MRR-NG-GR	AZ-MRR-NG-GR-NG



Especificaciones Generales Cables RV-K 0,6/1kV. (*)

Conductor de Cobre				Peso del Cable Kg/Km	Intensidad (A)	Caída de tensión cos F = 1 V/A km	Radio mínimo de curvatura mm
Sección Nominal mm ²	Diametro aislamiento mm	Diámetro Exterior Mm	Resistencia a 20°C max. Ω/km				
1 x 1,50	2.90	5,7	13,3	50	18	26.72	23
1 x 2,50	3.40	6,2	7,98	60	26	16.37	25
1 x 4,00	3.90	6,7	4,95	75	35	10.18	27
1 x 6,00	4.40	7,2	3,30	95	46	6.8	29
1 x 10,00	5.70	8,5	1,91	145	64	4.04	35
1 x 16,00	6.80	9,6	1,21	205	86	2.54	39
1 x 25,00	8.40	11,2	0,780	295	120	1.61	45
1 x 35,00	10.0	12,8	0,554	395	145	1.16	55
1 x 50,00	11.7	14,5	0,386	540	180	0,85	60
1 x 70,00	13.9	16,7	0,272	745	230	0,59	70
1 x 95,00	15.4	18,4	0,206	960	285	0,43	71
1 x 120,00	17.5	20,5	0,161	1.205	335	0,34	85
1 x 150,00	19.6	22,8	0,129	1.500	385	0,27	95
1 x 185,00	22	25,2	0,108	1.810	450	0,22	130
1 x 240,00	24.9	28,3	0,0801	2.360	535	0,17	145
2 x 1,50	2.90	8,40	13,3	100	17	30.86	34
2 x 2,50	3.40	9,30	7,98	130	25	18.9	38
2 x 4,00	3.90	10,30	4,95	170	34	11.76	42
2 x 6,00	4.4	11,40	3,30	225	44	7.85	46
3 x 1,50	2.90	8,90	13,3	115	17	26.72	36
3 x 2,50	3.40	9,80	7,98	155	25	16.37	40
3 x 4,00	3.90	10,90	4,95	205	34	10.18	44
3 x 6,00	4.40	12,10	3,30	275	44	6.8	49
4 x 1,50	2.90	9,60	13,3	135	17	26.72	39
4 x 2,50	3.40	10,70	7,98	185	25	16.37	43
4 x 4,00	3.90	11,9	4,95	250	34	10,18	48
4 x 6,00	4.40	13,3	3,30	340	44	6.8	55
5 x 1,50	2.90	10,50	13,3	170	17	26.72	42
5 x 2,50	3.40	11,70	7,98	225	25	16.37	47
5 x 4,00	3.90	13,01	4,95	310	34	10.18	55
5 x 6,00	4.40	14,60	3,30	420	44	6.8	60

*Cablena se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación sin previo aviso. Estos datos son meramente informativos



XZ-K (AS)



APLICACIONES

SOLAR

90°C

Cables válidos para conexionado entre la caja de conexiones y el inversor de corriente continua a alterna. recomendado para la instalación bajo tubo o en canal protectora con tapa. Cable de alta seguridad (AS), resistentes al ozono y a los rayos ultravioleta.

NORMA	EA 0038:2008 (PARA MATERIALES Y ESPESORES)	Número de Conductores	Sección (mm ²)	Resistencia Ohms (Ω/Km)	Kg/Km
MARCADO MÍNIMO	CONCISA FOTOVOLTAICO XZ-K (AS) +SECCION+ 1,8 Kv c.c.+AÑO	1	16	1,21	188
TIPO DE COBRE	COBRE ELECTROLITICO RECOCIDO CLASE 5 SEGÚN EN 60228	1	25	0,78	284
TIPO DE AISLAMIENTO	XLPE POLIETILENO RETICULADO TIPO DIX-3 SEGUN HD 603-1	1	35	0,554	377
TIPO DE CUBIERTA	EM-8 DE ACUERDO A LA UNE 50363	1	50	0,386	527
GAMA DE TEMPERATURAS	-40°C a +90°C / +250°C en Cortocircuito	1	70	0,272	752
TENSIÓN NOMINAL	0,6/1Kv c.a. - 1,8Kv c.c.	1	95	0,206	948
COLORES DE AISLAMIENTO	ROJO Y NEGRO	1	120	0,161	1210
		1	150	0,129	1500
		1	185	0,106	1800
		1	240	0,0801	2360
		1	300	0,0641	3055

concisa

CONDUCTORES DEL CINCA, S.A.

FÁBRICA

Ctra. Binéfar - Binaced, Km 7,240 22510 - Binaced (Huesca) España
 Tlf: (+34) 974-427052 Fax: (+34) 974-427406
 comercial@concisa.es www.concisa.es



Cable **Topsolar** PV ZZ-F (AS) disponible en rollos de 100m

El cable **Topsolar PV ZZ-F (AS)** está disponible tanto en bobinas como en rollos de 100 metros.

Debido a sus excelentes prestaciones, el cable **Topsolar ZZ-F (AS)** es el idóneo en la interconexión de paneles en una instalación solar fotovoltaica. Para facilitar una mejor disponibilidad del producto, Top Cable dispone de este cable en stock tanto en bobinas de 800 mm de diámetro como en rollos de 100m, en colores rojo y negro.

Características

Se trata de un cable flexible apto para servicios móviles y para instalación fija, adecuado para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los

paneles al inversor de corriente continua a alterna. Su cubierta de Goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio, así como su aislamiento de Goma libre de halógenos tipo EI6, lo convierten en un cable de alta seguridad (AS), resistente a los rayos ultravioletas y respetuoso con el medio ambiente.

La temperatura mínima de servicio móvil del cable **Topsolar PV ZZ-F (AS)** es de -40°C . La temperatura máxima del conductor es de 120°C , y la temperatura máxima en cortocircuito es de 250°C para un máximo de 5 segundos.

Para más información sobre el cable **Topsolar PV ZZ-F (AS)**, contacte con su comercial habitual.



El cable **Topsolar PV ZZ-F (AS)** está disponible en bobinas y en rollos de 100m, en colores negro y rojo.

TRABAJO FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW
CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y
VENTA DE ENERGÍA.**

ANEXO V

**DOCUMENTACIÓN PARA LA
SOLICITUD Y CONEXIÓN A
RED**

DOCUMENTACIÓN PARA LA SOLICITUD Y CONEXIÓN A RED

MODELO DE SOLICITUD PARA LA CONEXIÓN A RED	164
MODELO DE DECLARACIÓN DEL PROPIETARIO	166
FORMULARIO PARA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN.....	167

Modelo de solicitud de conexión

Solicitud de conexión de una instalación a la red de distribución de baja o media tensión	
Detalles generales del proyecto	
Emplazamiento/dirección/código postal	La localización de la instalación fotovoltaica será en el campus "Las Lagunillas" de la Universidad de Jaén.
Referencia catastral	
Teléfono de contacto del titular	
Empresa de distribución	ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
Propietario del sistema	
Dirección de correo electrónico del titular	
CUPS suministro asociado	
Usuario del sistema (si es diferente del propietario)	-
Potencia asignada total	200 kWp.
Aplicación del calor recuperado	-
Detalles del instalador autorizado	
Instalador autorizado	-
Acreditación/Cualificación	-
Dirección (incluyendo el código postal)	-
Persona de contacto	-
Teléfono	-
Fax	-
Dirección de correo electrónico	-

Detalles de la instalación de producción		
Emplazamiento del generador(es) dentro de la instalación	El generador fotovoltaico se colocará en la cubierta del tejado.	
Fabricante del generador(es)/modelo(s)	REC 250 PE	
Potencia asignada del equipo(s) generador(es) (kVA)	200	
Factor de potencia del equipo(s) generador(es)	0.95	
Monofásico o trifásico	Monofásico	
Máxima corriente de pico en cortocircuito (A)	-	
Tecnología del generador y combustible empleado	El generador está constituido de 8 subgeneradores. Cada subgenerador estará compuesto de 20 módulos en serie de la marca REC y 5 ramas en paralelo, dichos módulos será policristalinos.	
Número de serie del equipo(s) generador(es)	-	
Contador y número de registro del contador	0	
Punto de conexión propuesto		
Descripción de la configuración de conexión	<p>La configuración adoptada será:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 8 Subgeneradores - 5 Módulos en Paralelo. -20 Módulo en Serie <p>La orientación será hacia el Sur con una inclinación de 7º</p>	
Esquema unifilar adjunto		
Declaración a ser completada por el instalador		
Comentarios		
<p>Declaro que esta instalación ha sido diseñada cumpliendo con los requisitos del fabricante, instrucciones, la regulación de cableado, verificación del correcto funcionamiento de las protecciones y los requisitos de puesta a tierra.</p>		
Nombre:	Firma:	Fecha: 17/07/14

Don/Doña con NIF....., propietario del inmueble o parcela ubicado en(dirección completa), municipio decon Referencia Catastral.....

Teléfono de contacto:

Dirección email:

DA SU CONFORMIDAD

Para que.....(nombre)..... con CIF..... y domicilio social en, municipio de

Datos de la persona de contacto:

Nombre:

Teléfono:

Dirección e-mail:

Pueda realizar la solicitud de punto de conexión ante la Empresa Distribuidora para una central a ubicar en el del citado inmueble. Las características de esta central serían:

Tipo de generación: (fotovoltaica, cogeneración,...)

Potencia: kW

La presente autorización se emite exclusivamente para la central e inmueble especificados.

Fecha de la autorización:

Firma del propietario

SOLICITANTE DE LA INSTALACIÓN

Nombre: **NIF:**
Dirección: **Nº:** **Piso:**
Población: **C.P.:** **Provincia:**
Teléfono: **Correo electrónico:**
Persona contacto:

REPRESENTANTE AUTORIZADO (cumplimentar si es diferente del solicitante)

Nombre: **NIF:**
Dirección: **Nº:** **Piso:**
Población: **C.P.:** **Provincia:**
Teléfono: **Correo electrónico:**
Persona contacto:

PROPIETARIO DEL INMUEBLE DONDE SE UBICA LA INSTALACIÓN

Nombre: **NIF:**
Dirección: **Nº:** **Piso:**
Población: **C.P.:** **Provincia:**
Teléfono: **Correo electrónico:**
Persona contacto:

SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN

Dirección: **Nº:**
Municipio: **C.P.:** **Provincia:**
Aclarador ubicación:

COORDENADAS UTM

X:
Y:
HUSO:

NECESARIO ADJUNTAR PLANO DE SITUACIÓN (PREFERENTEMENTE INDICANDO PUNTO DE CONEXIÓN SOLICITADO)

REFERENCIA CATASTRAL

SI HAY CONSUMO PREEXISTENTE ASOCIADO EN EL PUNTO SOLICITADO, INDICAR CUPS

DATOS DE LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN

DENOMINACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Potencia solicitada: kW **Marcar si se trata de una ampliación:**

TIPO DE INSTALACIÓN:

b. Instalaciones que utilicen como energía primaria alguna de las energías renovables no consumibles, biomasa, o cualquier tipo de biocarburante, siempre y cuando su titular no realice...
 b.1 Instalaciones que utilicen como energía primaria la energía solar.
 b.1.1 Instalaciones que únicamente utilicen como energía primaria la solar fotovoltaica
 Tipo I. Instalaciones que estén ubicadas en cubiertas (R.D. 1578/2008)
 Tipo I.2: instalaciones del tipo I, con un potencia superior a 20 kW (R.D. 1578/2008)

Nº GENERADORES: **POTENCIA UNITARIA:** kW

TIPO DE GENERADOR: INVERSORES ADJUNTAR ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN

ADJUNTAR DESCRIPCIÓN DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN Y ELEMENTOS DE CONEXIÓN
 ADJUNTAR CERTIFICADOS DE CUMPLIMIENTO NIVELES DE EMISIÓN E INMUNIDAD (ARMÓNICAS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA)

PROPUESTA DE PUNTO DE CONEXIÓN (INFORMAR DATOS SI PLACAS VISIBLES DESDE VÍA PÚBLICA)

Tensión de Evacuación: kV **Subestación:** **Tipo:** MT - En Línea MT
(EN BT, MÁXIMO 100 kW. FV MONOFÁSICA SOLO HASTA 5 kW) **Línea de MT:** **Centro Tr.:**
Placa Ident. Apoyo (si accesible):

Aclaraciones adicionales

COORDENADAS UTM DEL PUNTO DE C.

X:
Y:
HUSO:

En el caso de que varias instalaciones de generación soliciten conjuntamente punto de conexión único, (compartiendo infraestructura de evacuación), se deberá definir por su parte un representante que actuará además como solicitante, debiendo aportar documento por el cual los solicitantes de las instalaciones individuales permiten actuar en representación suya en el proceso de punto de conexión y se deberá aportar la información solicitada para cada instalación independiente (un formulario por la potencia total y un formulario individual por central)

OBSERVACIONES

SE APORTA JUSTIFICACIÓN DE PRESENTACIÓN DE AVAL

DOCUMENTACIÓN ADICIONAL NECESARIA SEGÚN EL CASO (adjuntar en formato digital)

- DECLARACIÓN DEL PROPIETARIO DEL INMUEBLE DANDO SU CONFORMIDAD A LA SOLICITUD DE PUNTO DE CONEXIÓN
- SI EXISTE REPRESENTANTE DEL SOLICITANTE, ADJUNTAR ESCRITO DEL SOLICITANTE AUTORIZANDO LA REPRESENTACIÓN
- EN EL CASO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA HASTA 100 kW QUE CONECTE EN BT, TIPO Y DESCRIPCIÓN DE LOS INVERSORES, MODO DE OPERACIÓN Y CONEXIÓN A RED
- VARIAS CENTRALES SOLICITAN CONJUNTAMENTE PUNTO DE CONEXIÓN Y COMPARTIR INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN. SE ADJUNTA AUTORIZACIÓN A UN REPRESENTANTE QUE ACTUARÁ
- FOTO EMPLAZAMIENTO (OPCIONAL)

TRABAJO FIN DE GRADO

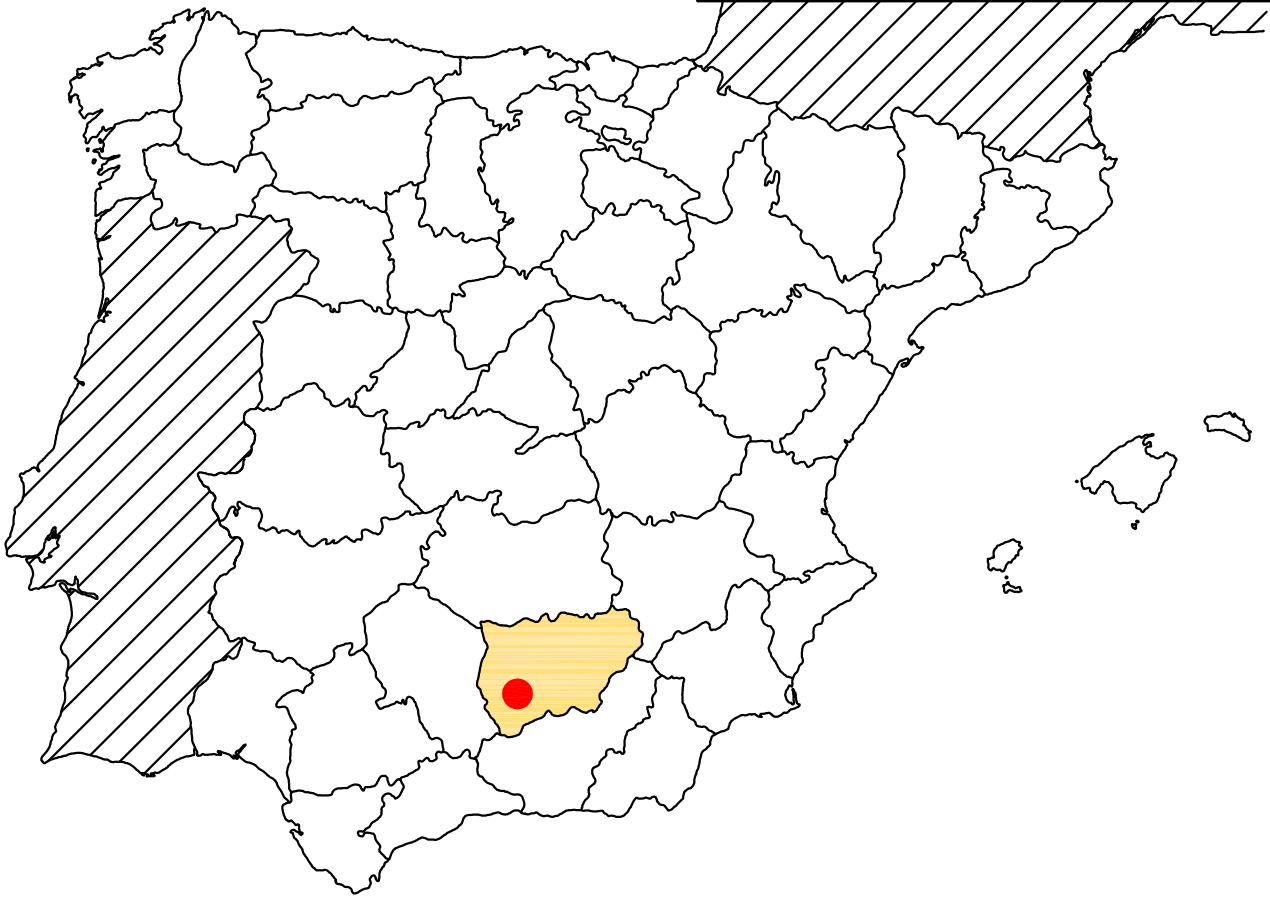
**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW
CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y
VENTA DE ENERGÍA.**

PLANOS

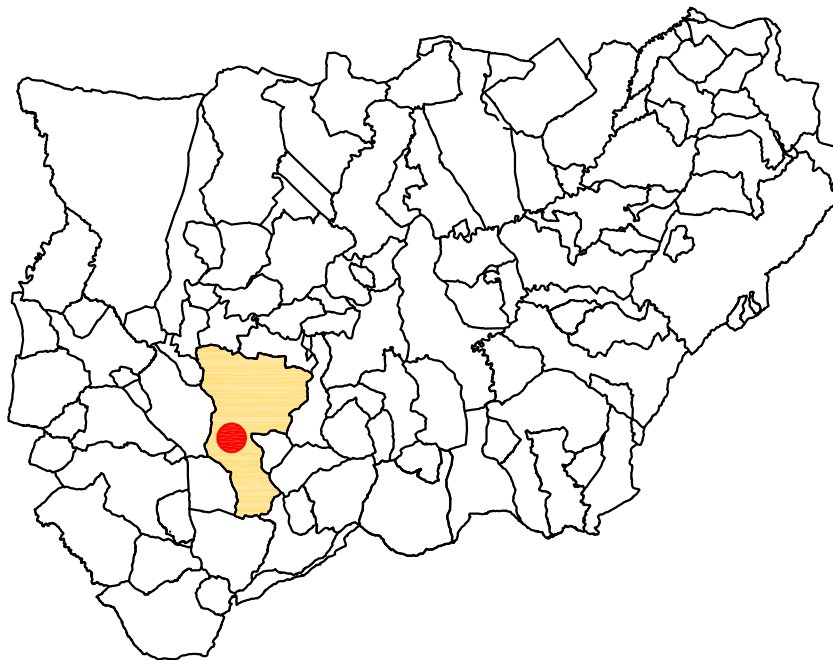
PLANOS

PLANO DE SITUACIÓN	170
PLANO DE EMPLAZAMIENTO	171
EMPLAZAMIENTO DE LA LÍNEA ELÉCTRICA	172
CONEXIONADO DE LOS MÓDULOS.....	173
ESQUEMA UNIFILAR DC	174
ESQUEMA UNIFILAR AC	175
DETALLE CONEXIÓN INVERSORES-CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (C.G.P.).....	176
DETALLE ESTRUCTURA SOPORTE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	177
PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	178
LOCAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES.....	179
VISTA DEL TRANSFORMADOR Y EXCAVACIÓN DEL FOSO	180
ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIONES ELÉCTRICAS CASETA CT E INVERSORES....	181
LOCAL CENTRO DE SECCIONAMIENTO	182
ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIONES ELÉCTRICA CASETA CS	183
ZANJA PARA CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA EN B.T. Y M.T.....	184

MAPA DE SITUACIÓN NACIONAL



MAPA DE SITUACIÓN PROVINCIAL



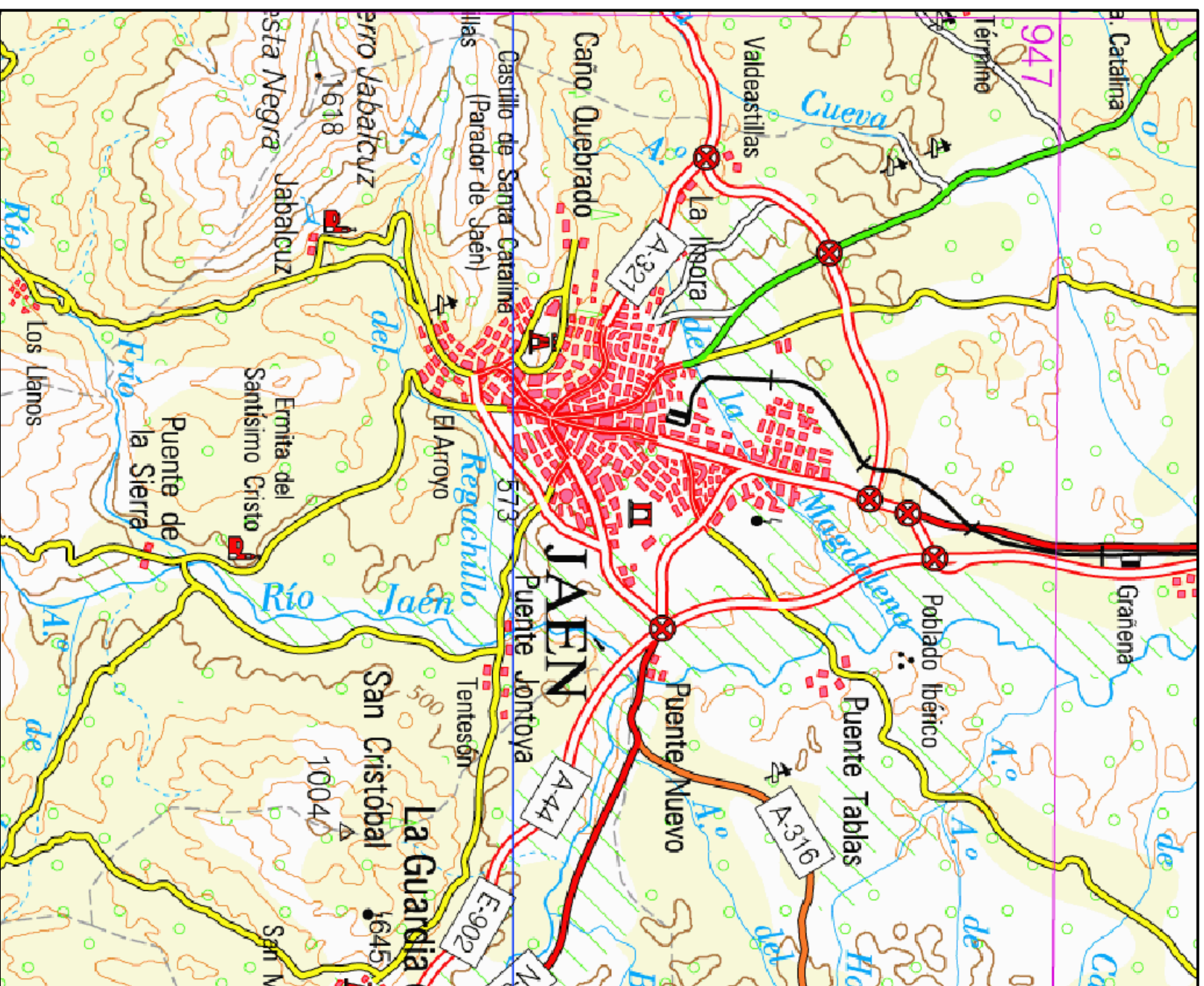
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 kW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

	Fecha	Nombre	José Antonio
Dibujado	11/06/2014	Apellidos	Cano Linde
Comprobado	30/08/2014	Firma	



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN

Escala: S/E	Designación: PLANO DE SITUACIÓN	Número de Plano: 1
Formato: A4		



LEYENDA

- P1: Mapa Superior Izquierdo: MTN 25000. Escala 1/25000.
 - P2: Mapa Superior Derecho:PNOA 2011. Escala 1/1000.
 - P3: Mapa Inferior Derecho:PNOA 2011. Escala sin valor.
- NOTA: Situación de la zona de actuación en rojo en P3.











INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

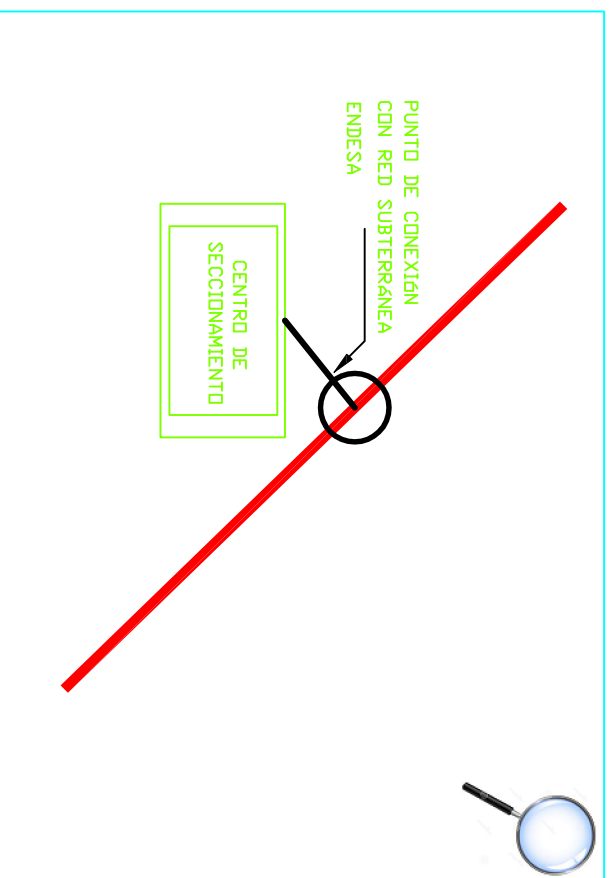
FECHA		NOMBRE		 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN	NÚMERO DE PLANO:
Dibujado	19/05/2014	Apellidos	José Antonio Cano Linde		
Comprobado	30/08/2014	Firma			
Escala:	S/E	Designación:			
Formato:	A3				




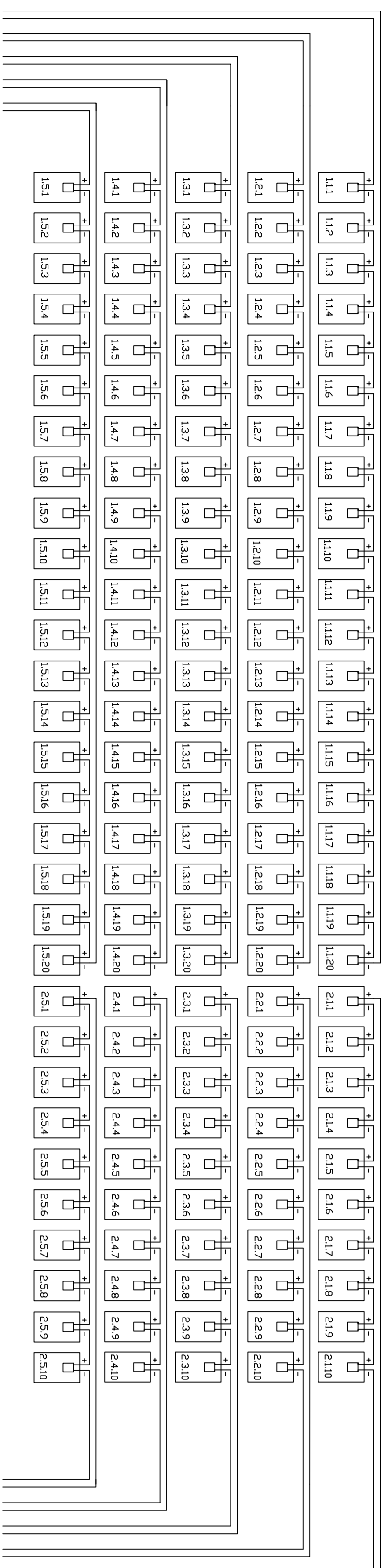
ZOOM
PARTE
INFERIOR

LEYENDA

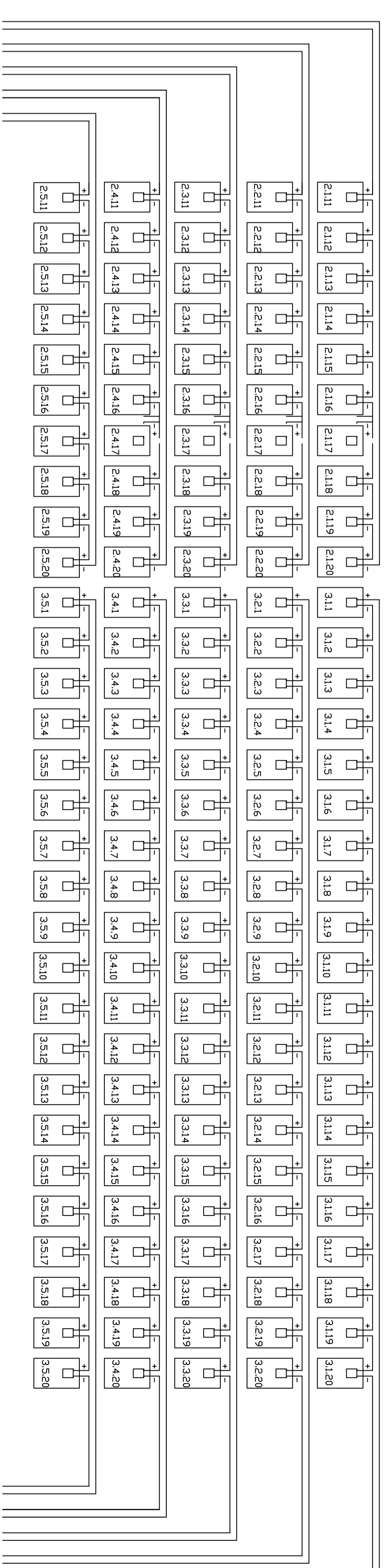
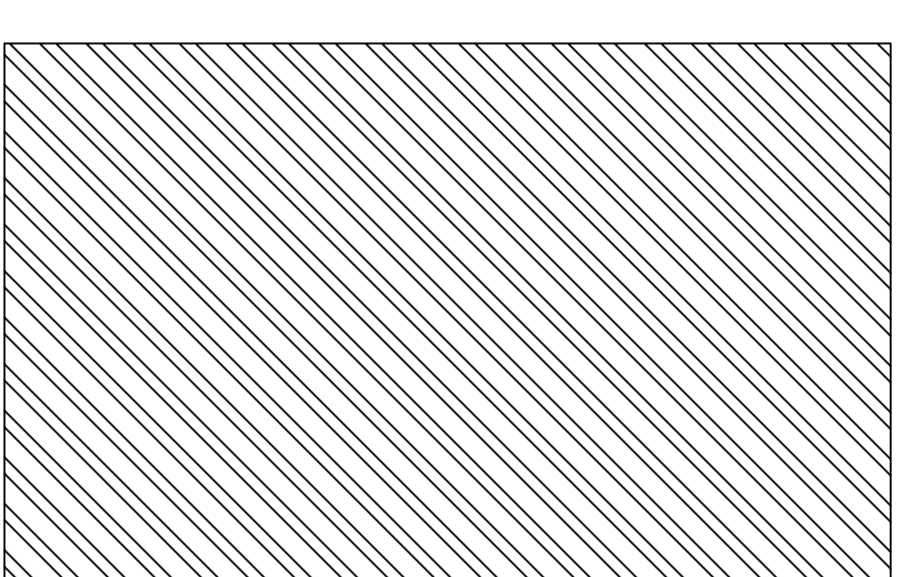
-  CAJA DE CONEXIONADO DC INVERSDR
-  INVERSOR
-  ARQUETA
-  CAJA DE CONEXIONADO AC INVERSDR
-  CABLEADO SUBTERRANEO CC
-  CABLEADO SUBTERRANEO CA
-  CABLEADO SUBTERRANEO COMPANIA ENDESA
-  MODULO FOTOVOLTAICO DE 250 VP
-  APDYO DE ENDESA
-  ARQUETAS ENDESA



INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA			
Fecha	José Antonio		
Dibujado	19/05/2014		
Comprobado	30/08/2014		
Escala:	S/E		
Formato:	A3		
Nombre	Apellidos	Firma	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN
Designación:			EMPLAZAMIENTO DE LA LÍNEA ELÉCTRICA
Número de Plano:			3

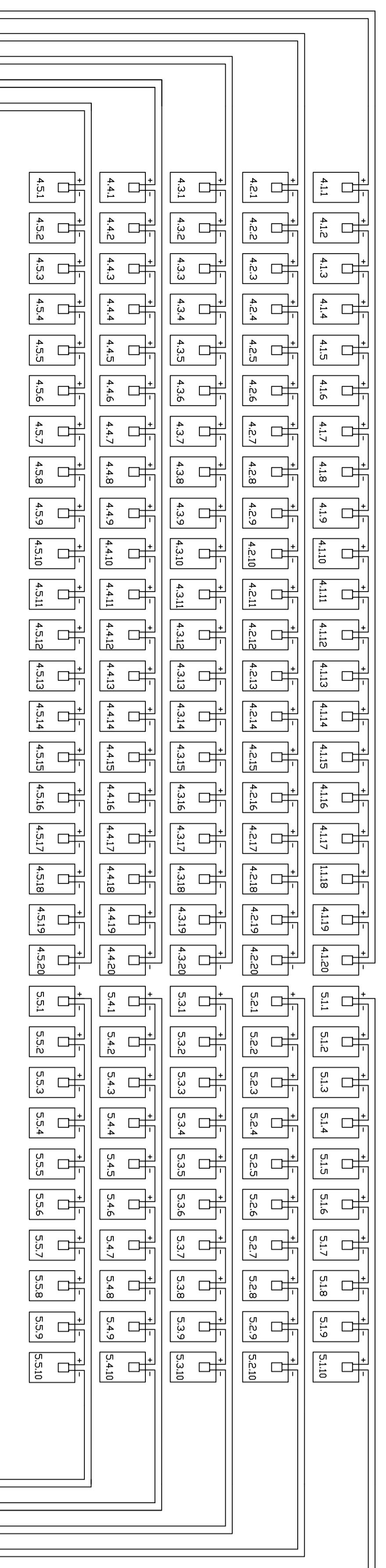


A caja
conexión 1

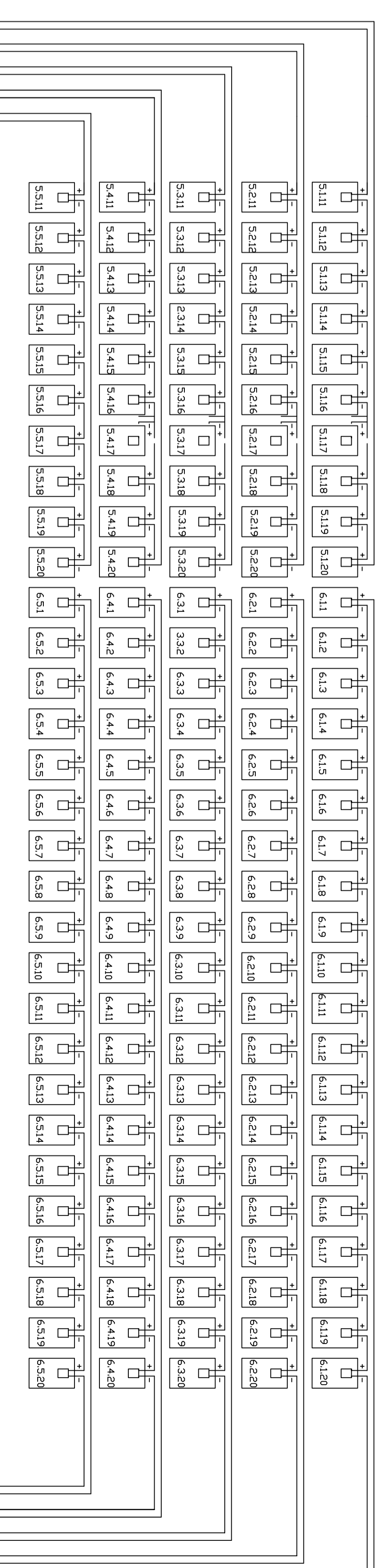
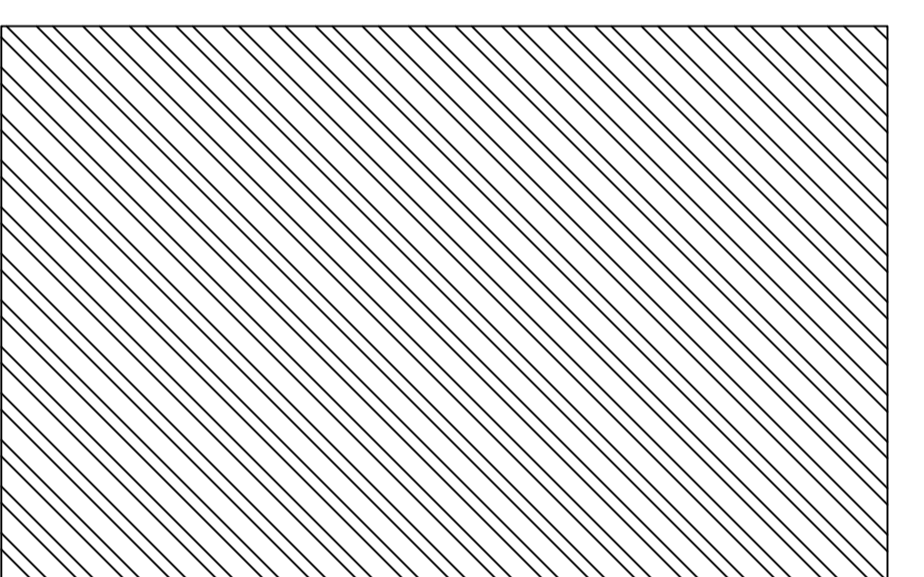


A caja
conexión 2

A caja
conexión 3

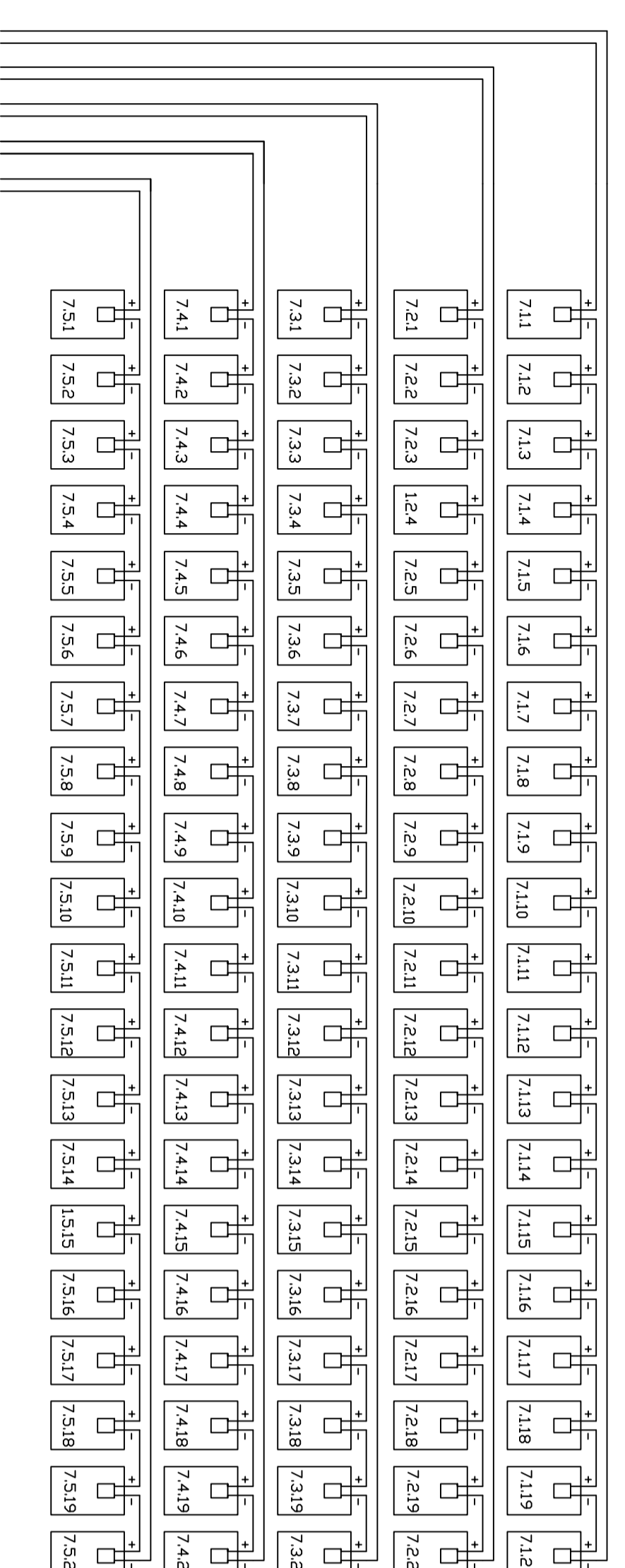


A caja
conexión 4

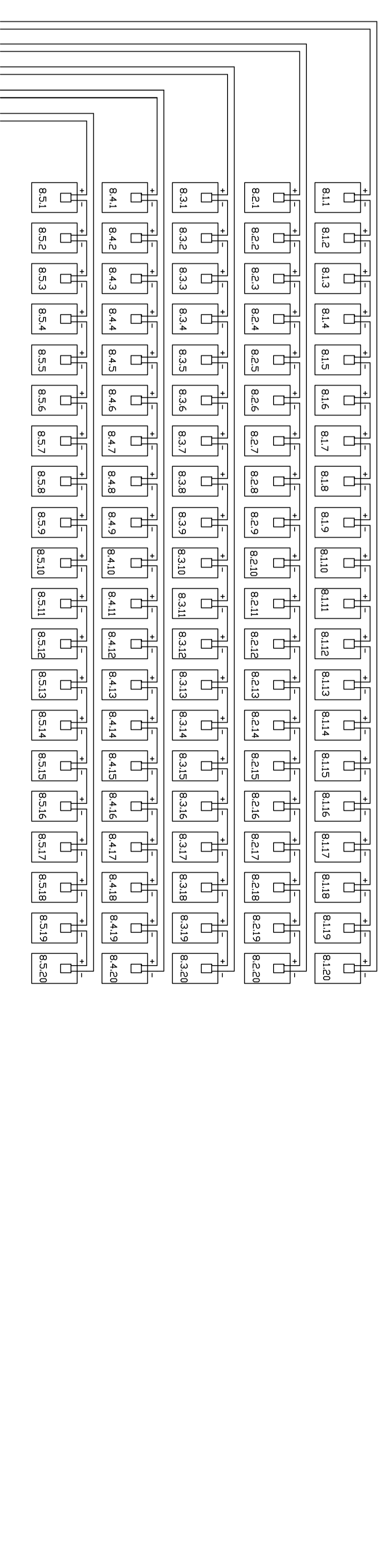
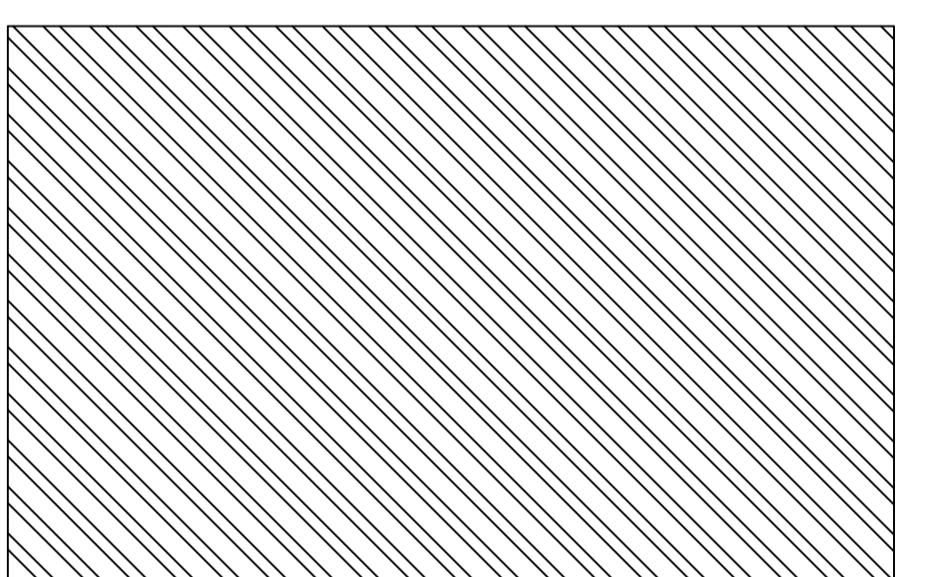


A caja
conexión 5

A caja
conexión 6




A caja
conexión 7

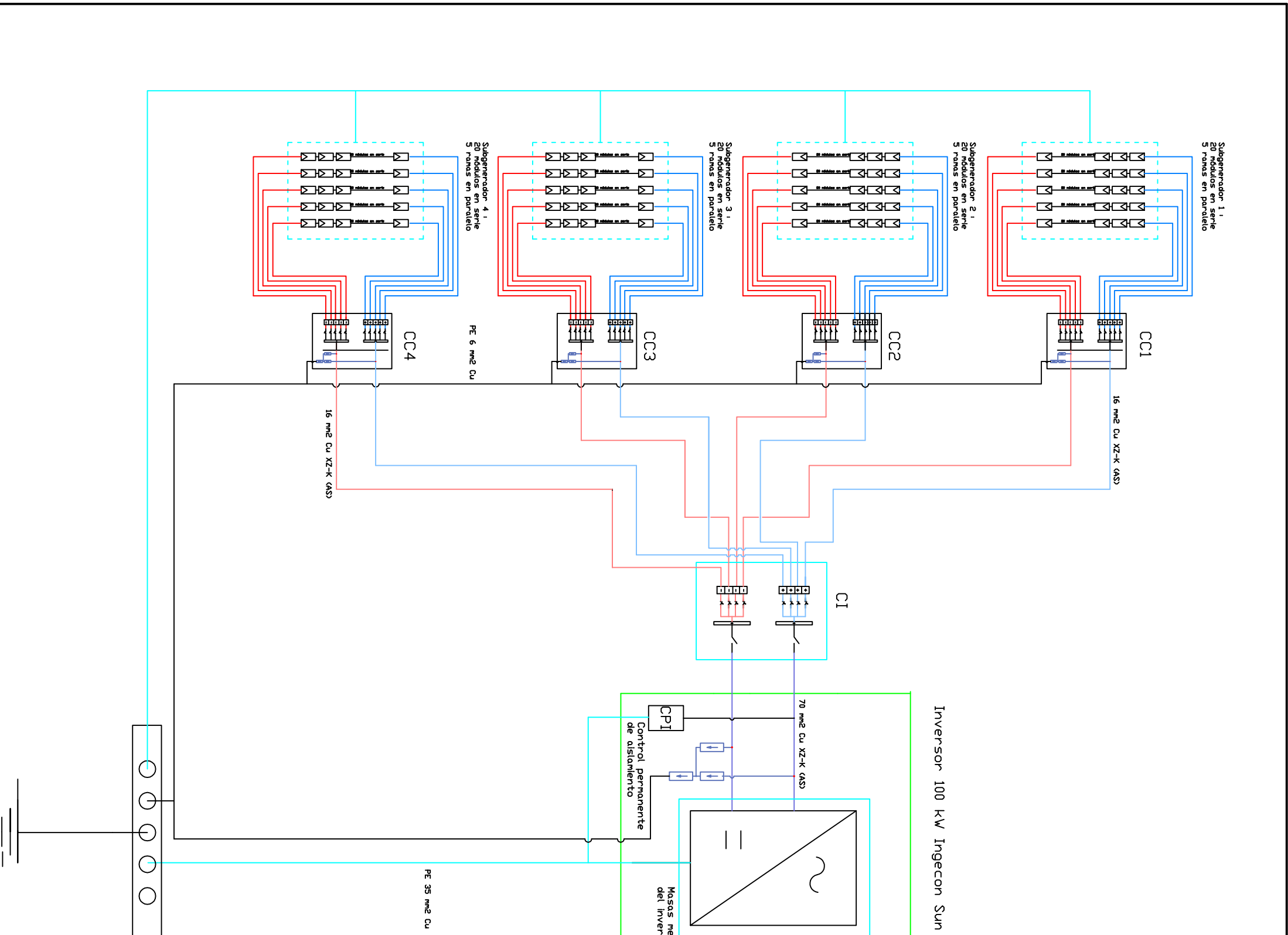


A caja
conexión 8

LEYENDA	
<input type="checkbox"/>	MÓDULO FOTOVOLTAICO
1 →	SUBGENERADOR
2 →	RAMAL EN PARALELO
3 →	MÓDULO EN SERIE

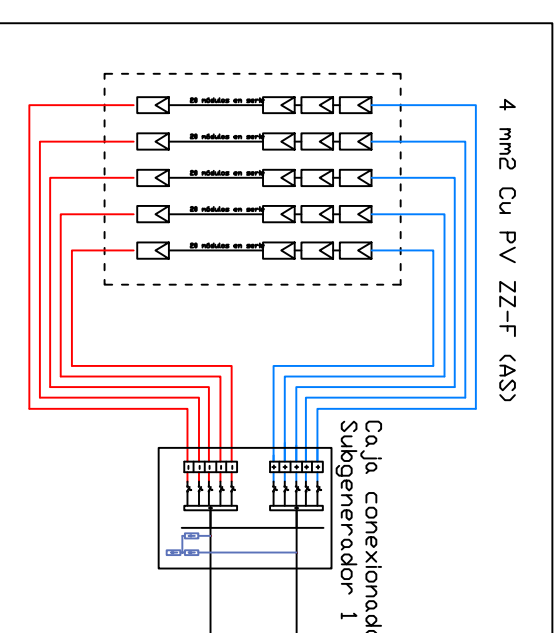
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

Fecha	José Antonio
Dibujado	Apellidos Cano Linde
Comprobado	30/08/2014 Firma
Escala: S/E	Designación:
Formato: A0	CONEXIONADO DE LOS MÓDULOS
 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN	
Número de Plano:	4



CC1

Caja conexión subgenerador

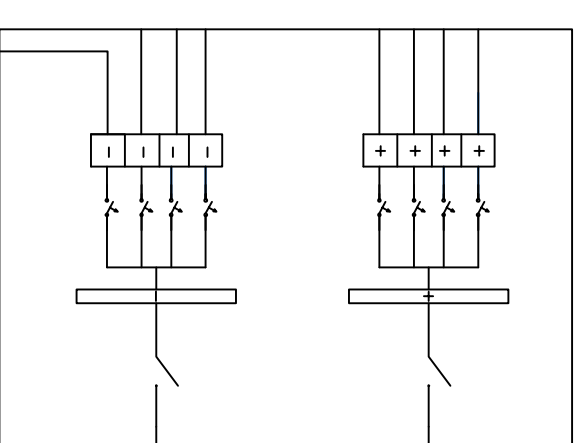


Descargador de Sobretensión.
Tensión nominal: 1kV
Corriente máxima transitoria: 20kA
Tiempo restante de respuesta: 25ns.
Intensidad nominal: 40kA
Tensión nominal DC: 1V

Interruptores magnetotérmicos 2P 16 A.
Tensión nominal DC 800 V
Poder de corte Icu: 5kA
Tensión asignada de aislamiento: 1500 V

CI

Caja conexión inversor

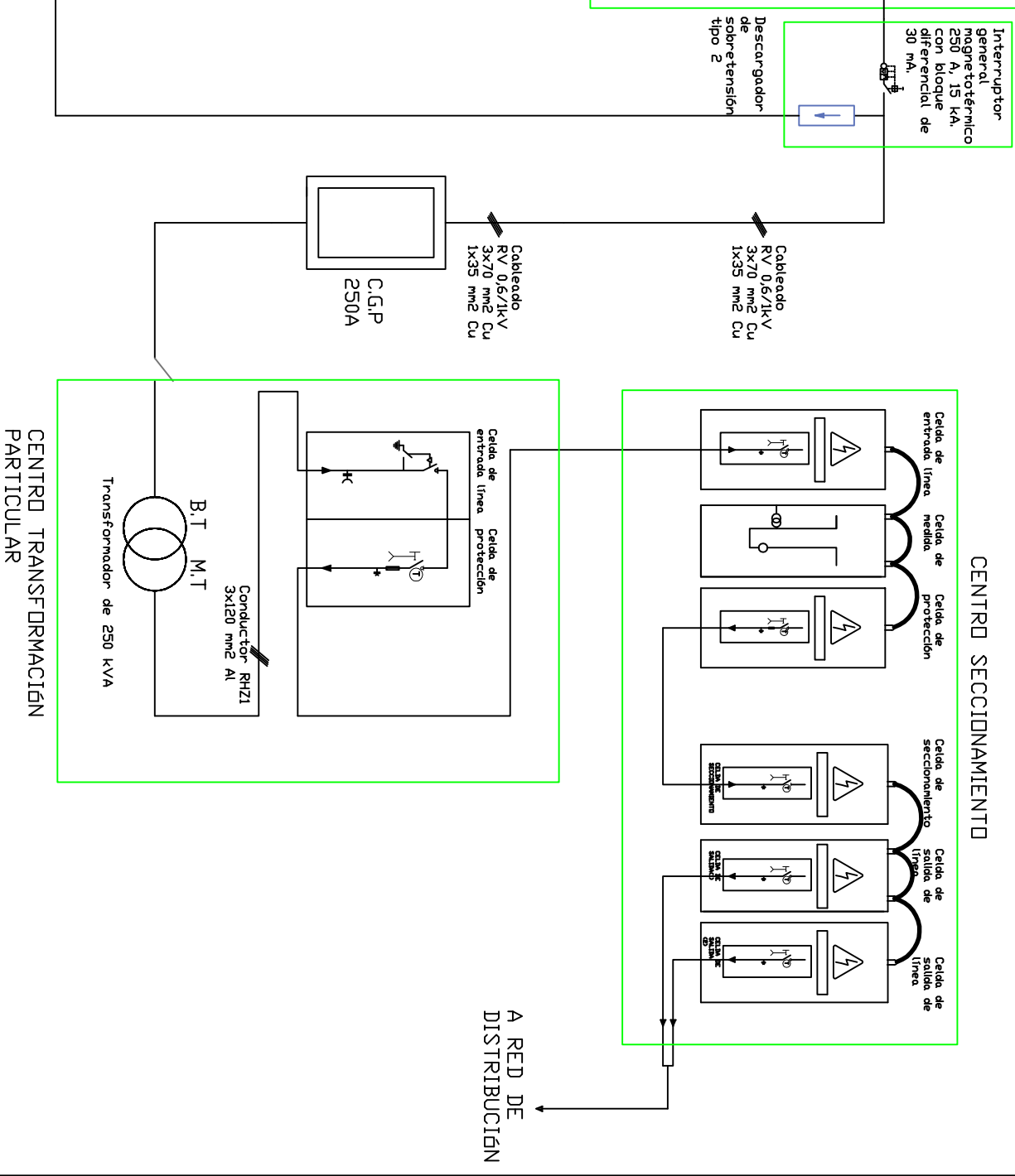
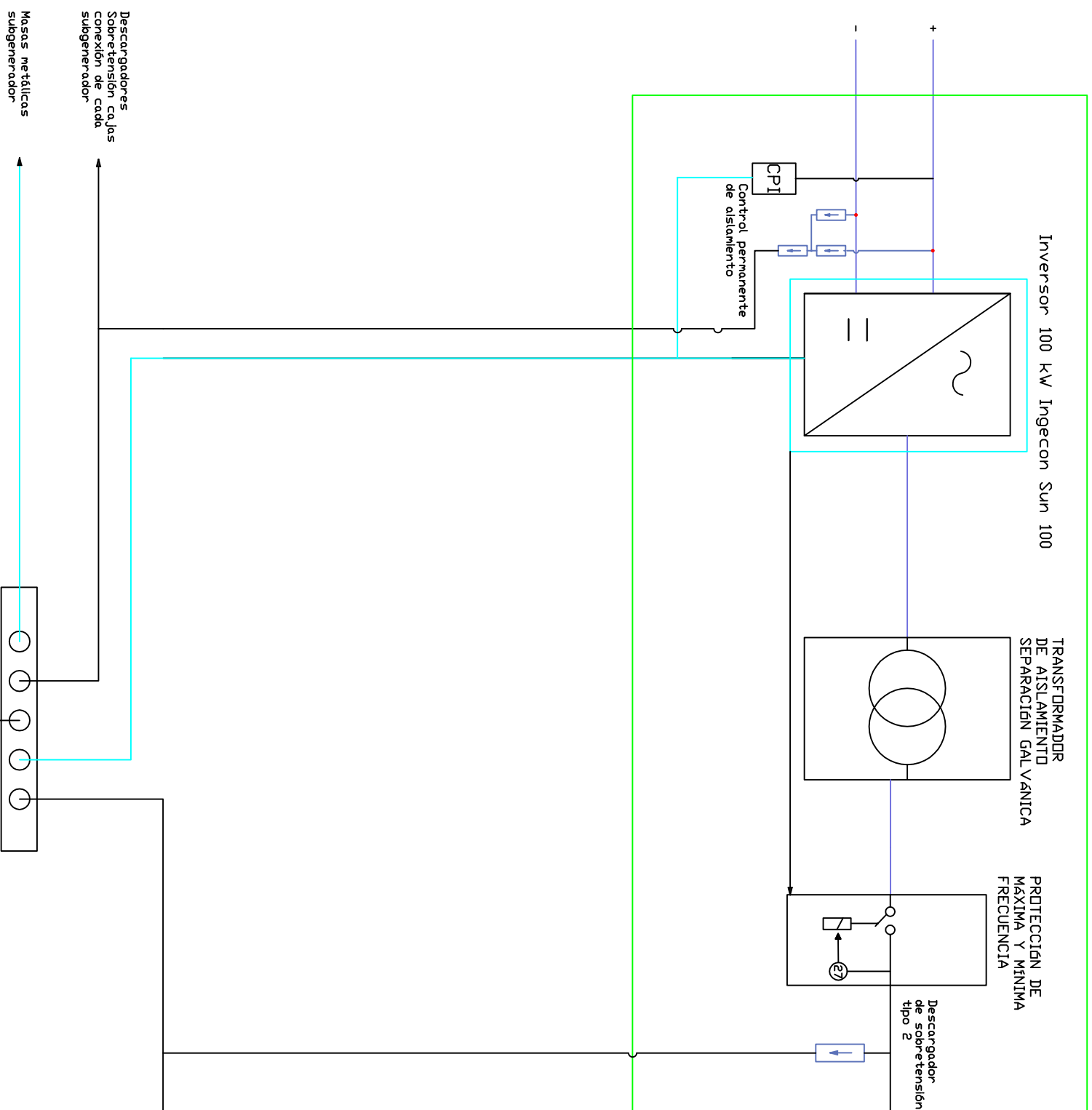


Interruptores magnetotérmicos 2P 63 A.
Tensión nominal DC 800 V
Poder de corte Icu: 5kA
Tensión asignada de aislamiento: 1500 V

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

Fecha	19/08/2014	Nombre	José Antonio		Número de Plano:
Dibujado	19/08/2014	Apellidos	Cano Linde		
Comprobado	30/08/2014	Firma		ESQUEMA UNIFILAR DC	
Escala:	S/E	Designación:			
Formato:	A3				

ELEMENTOS INCORPORADOS EN EL INVERSOR

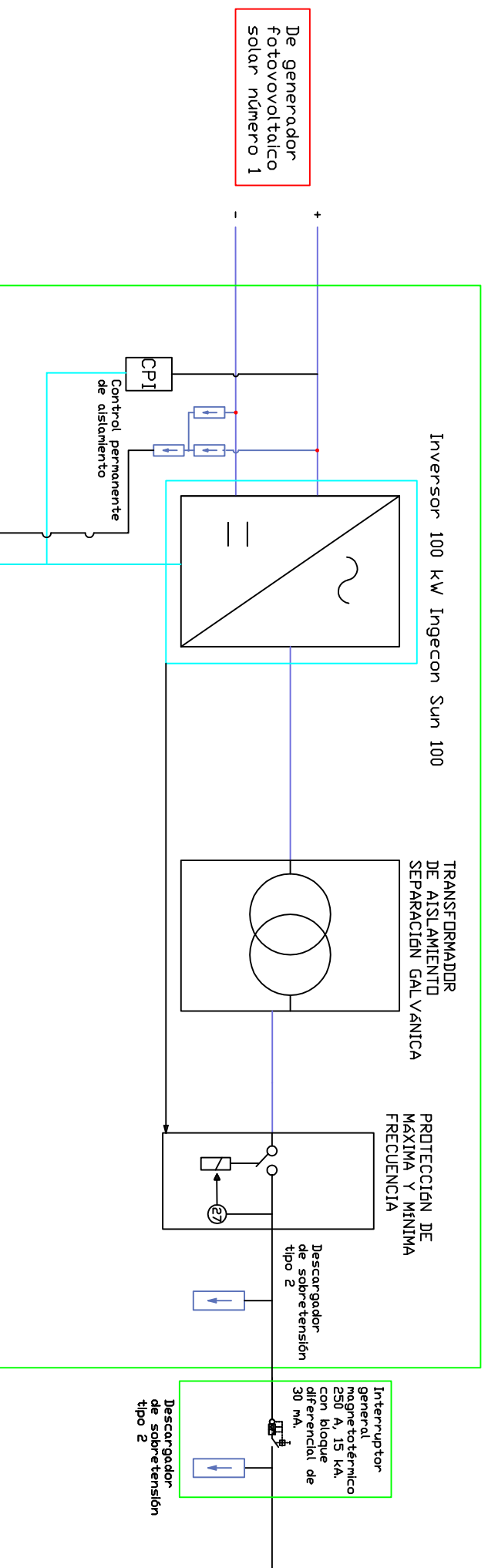


Descargadores
Sobretension cajas
conexion de cada
subgenerador

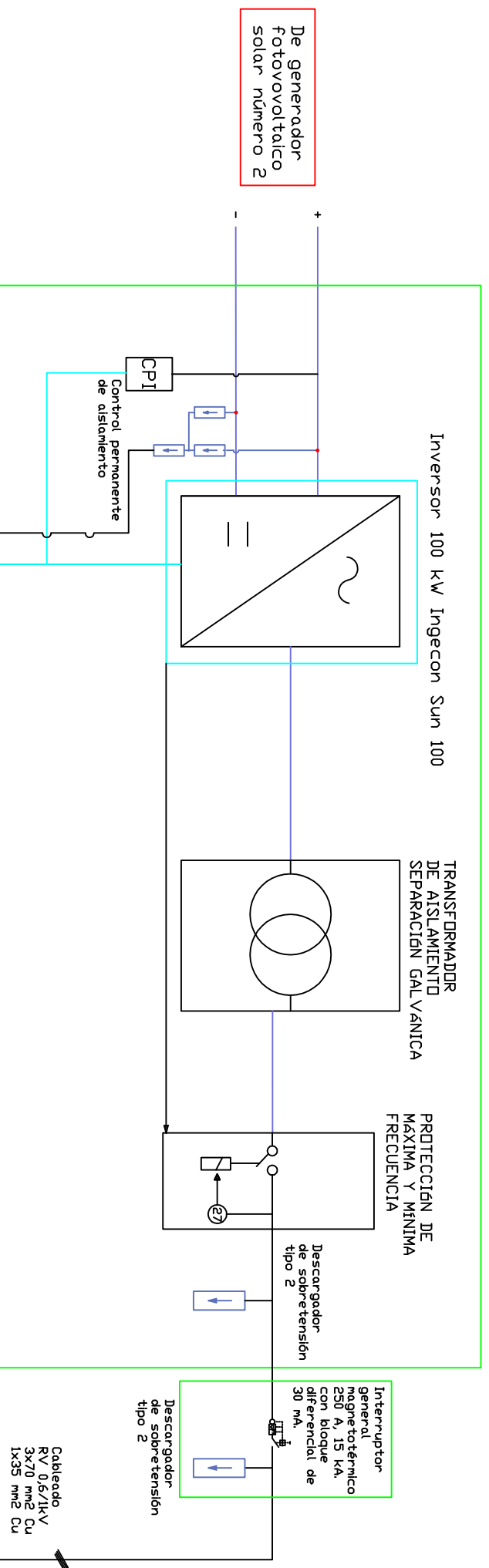
Masas metálicas
subgenerador

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA			
Fecha	Nombre	José Antonio	
Dibujado	Apellidos	Cano Linde	
Comprobado	Firma		
Escala:	Designación:		
S/E	ESQUEMA UNIFILAR AC		
Formato:			
A3			

ELEMENTOS INCORPORADOS EN EL INVERSOR




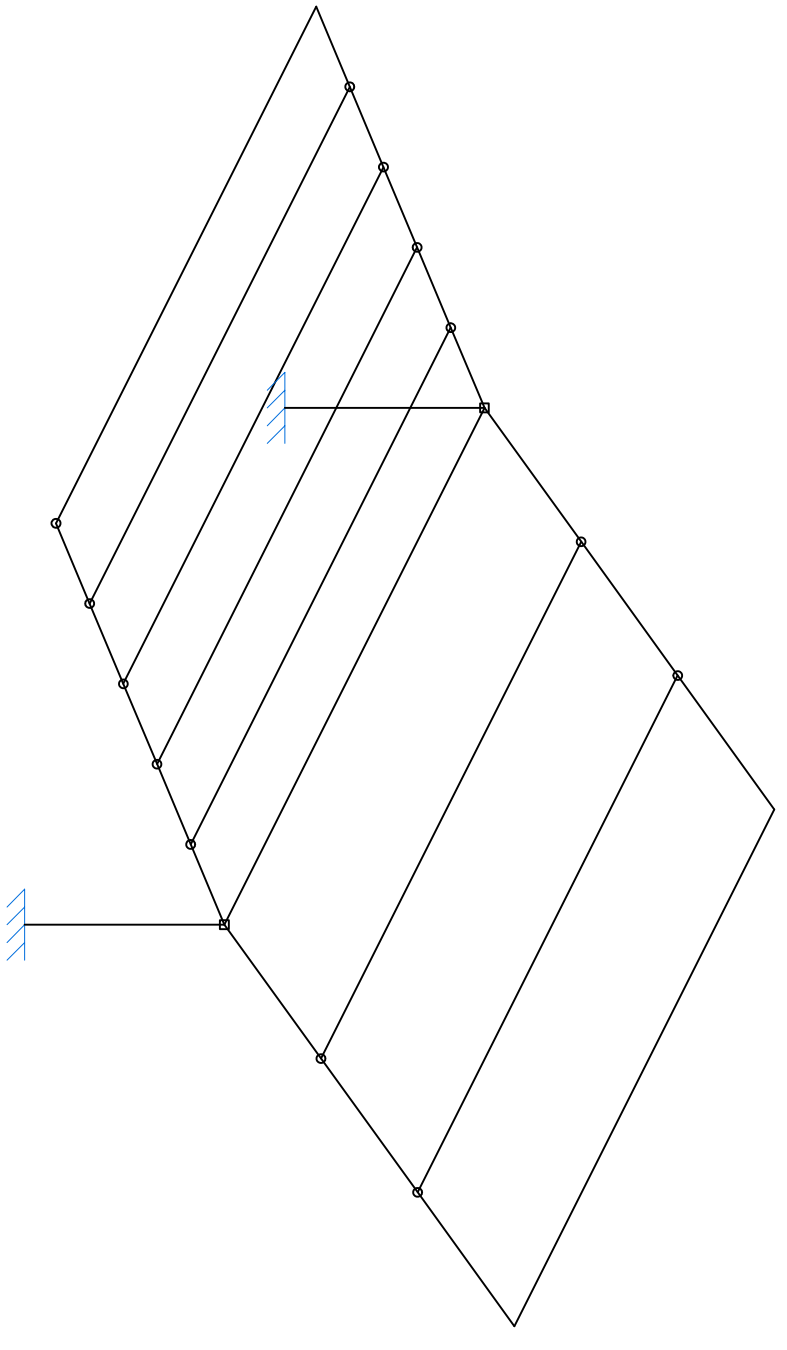
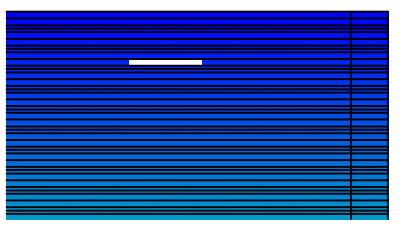
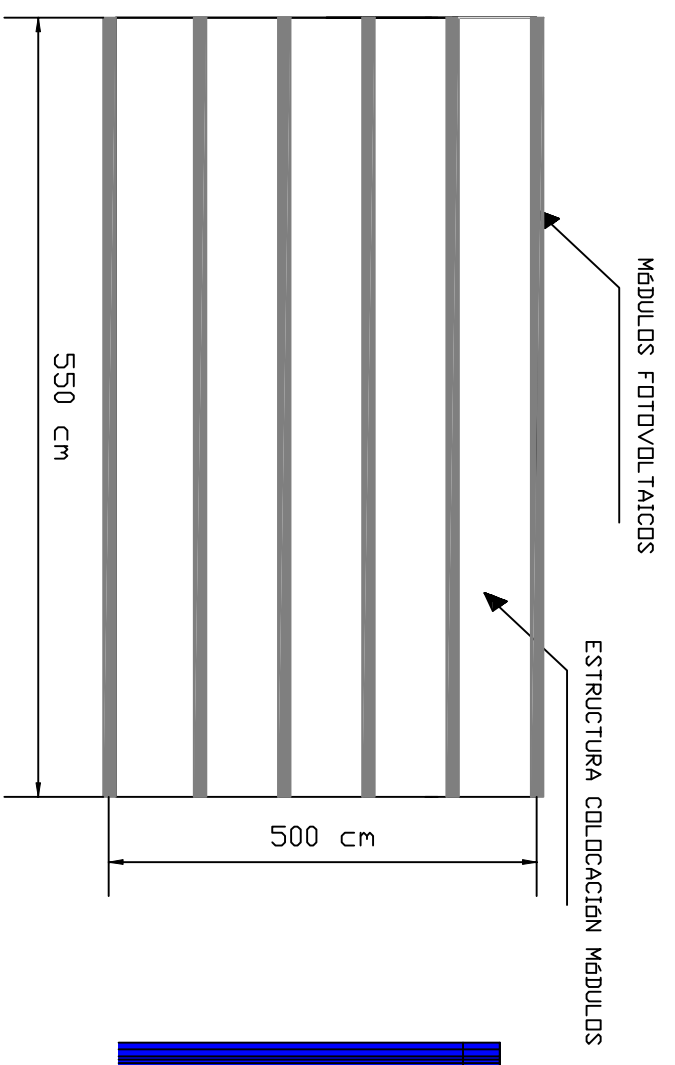
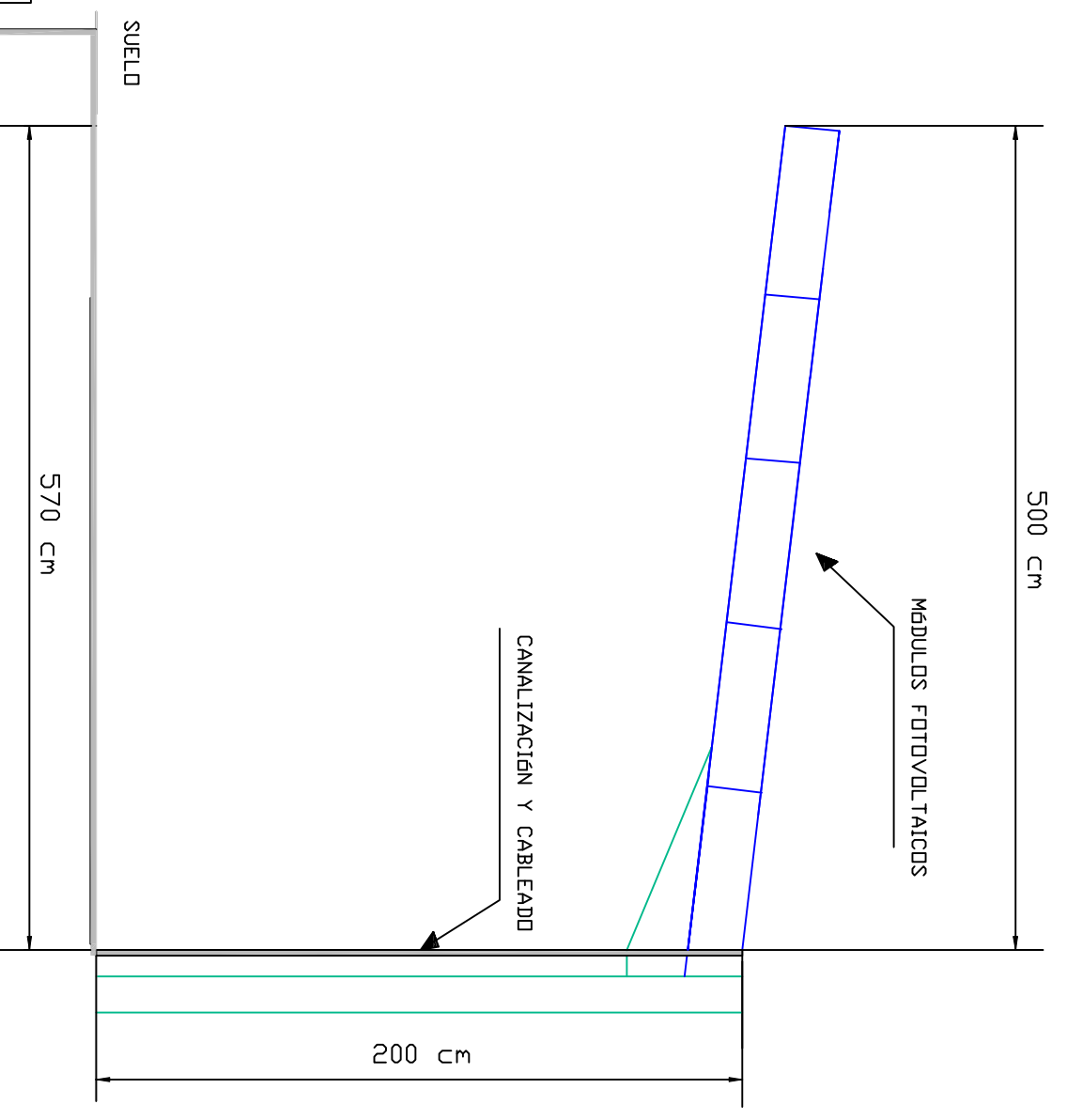
ELEMENTOS INCORPORADOS EN EL INVERSOR



*2 entradas utilizadas, una por cada Inversor.
 *2 entradas de reserva.


INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

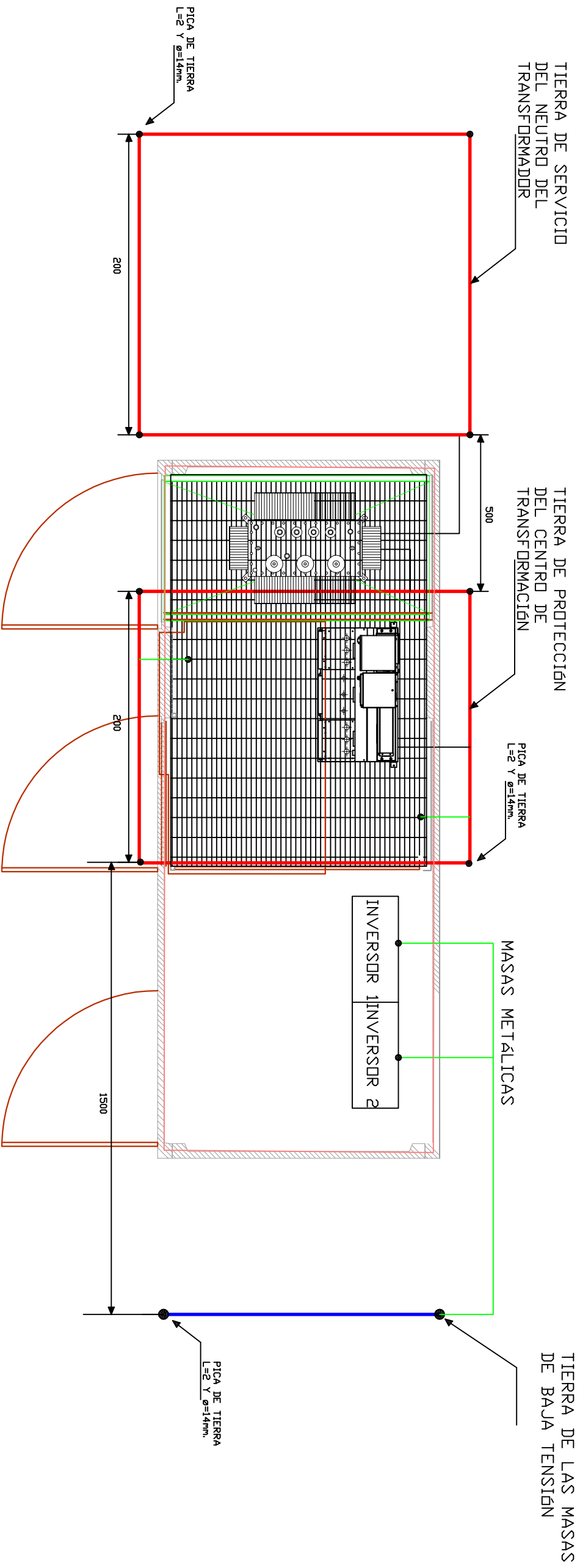
Fecha	José Antonio	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN	Número de Plano:
Dibujado	Apellidos		
Comprobado	Firma		
Escala:	Designación:		
S/E			
Formato:			
A3			



ESTRUCTURA PARA LA COLOCACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS, DICHA ESTRUCTURA ESTARÁ COMPUESTA POR PERFILES IPN PARA SOPORTAR EL PESO DE DICHS MÓDULOS

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

Fecha	19/08/2014	Nombre	José Antonio		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN
Dibujado	19/08/2014	Apellidos	Cano Linde		
Comprobado	30/08/2014	Firma			
Escala:	Designación:				
S/E	DETALLE ESTRUCTURA SOPORTE				
Formato:	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS				
A3					Número de Plano:
					8



LEYENDA

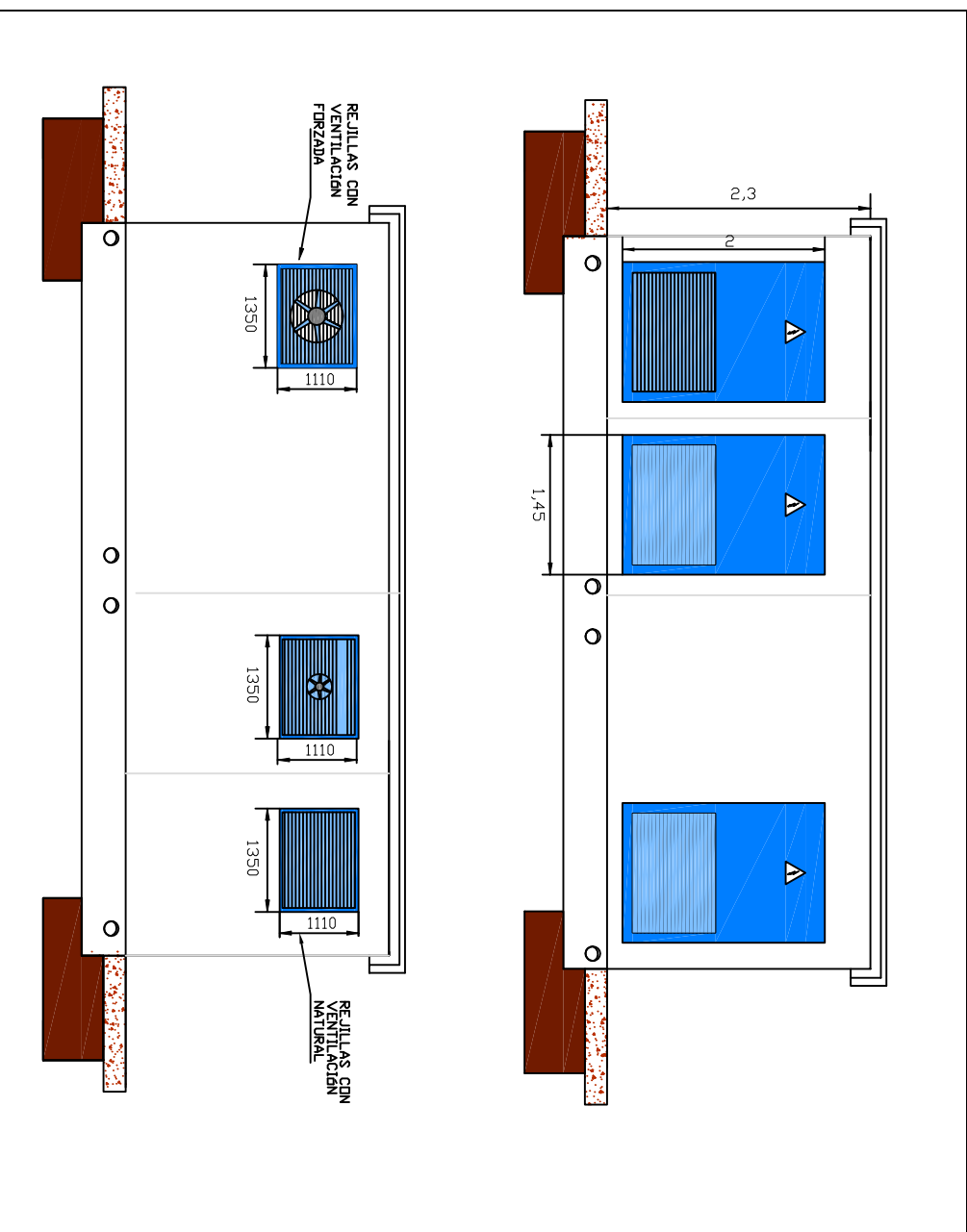
- *TIERRAS DE NEUTRO DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA CONFIGURACION UTILIZADA 8/22 RECOMENDACION UNESA
- *TIERRAS DE MASAS DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA CONFIGURACION UTILIZADA 8/22 RECOMENDACION UNESA
- *TIERRAS DE PROTECCION DEL CENTRO DE TRANSFORMACION CONFIGURACION UTILIZADA 20-30/8/42 RECOMENDACION UNESA SE CONECTARAN A ESTA TOMA DE TIERRA TODAS LAS MASAS METALICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACION Y DE LAS CELDAS DE PROTECCION.
- *TIERRAS DE SERVICIO DEL CENTRO DE TRANSFORMACION CONFIGURACION UTILIZADA 20-30/8/42 RECOMENDACION UNESA.
- PARA LA TIERRA DE SERVICIO SE UTILIZARA UN CONDUCTOR DE COBRE AISLADO
- PICAS DE PUESTA A TIERRA
- CONDUCTOR DE COBRE AISLADO DE 50 mm² DE SECCION
- CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 50 mm² DE SECCION
- CONDUCTOR DE PROTECCION, CABLE DE 50 mm² CU AISLADO BAJO TUBO DE PVC DE Ø110 mm
- MALLAZO ELECTROSOLDADO

NOTA: LOS CONDUCTORES AISLADOS SERAN DEL TIPO 0,6/1kV
 LOS CONDUCTORES UTILIZADOS PARA LA UNIR LAS PICAS SERAN DE COBRE DESNUDO DE SECCION NOMINAL 50mm²

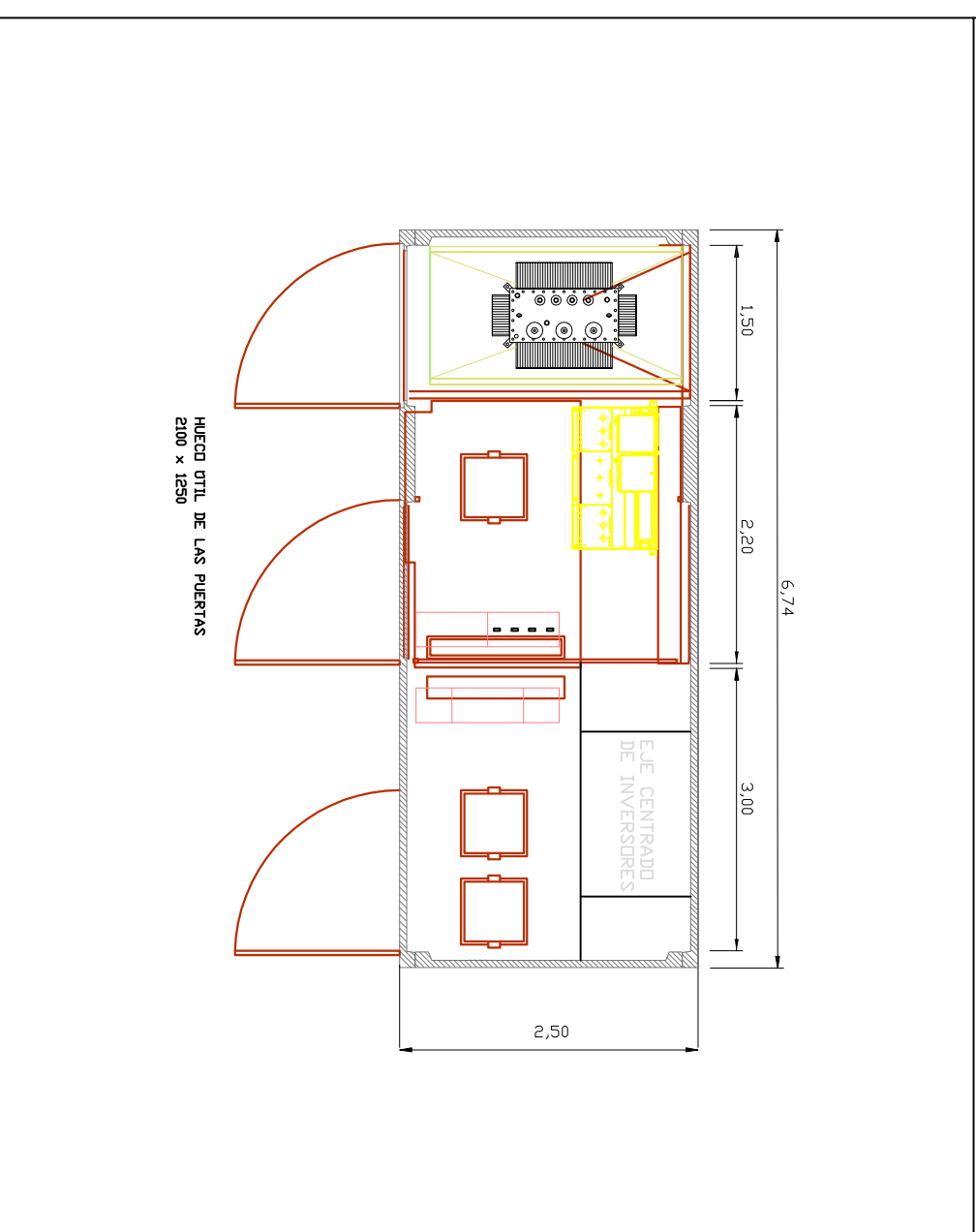
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

Fecha	19/05/2014	Nombre	Apellidos	José Antonio Cano Linde	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN	Número de Plano:	9	
Dibujado	30/08/2014	Firma						
Comprobado		Escala:	Designación:					
		S/E	PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN					
Formato:	A3	SOLAR FOTOVOLTAICA						

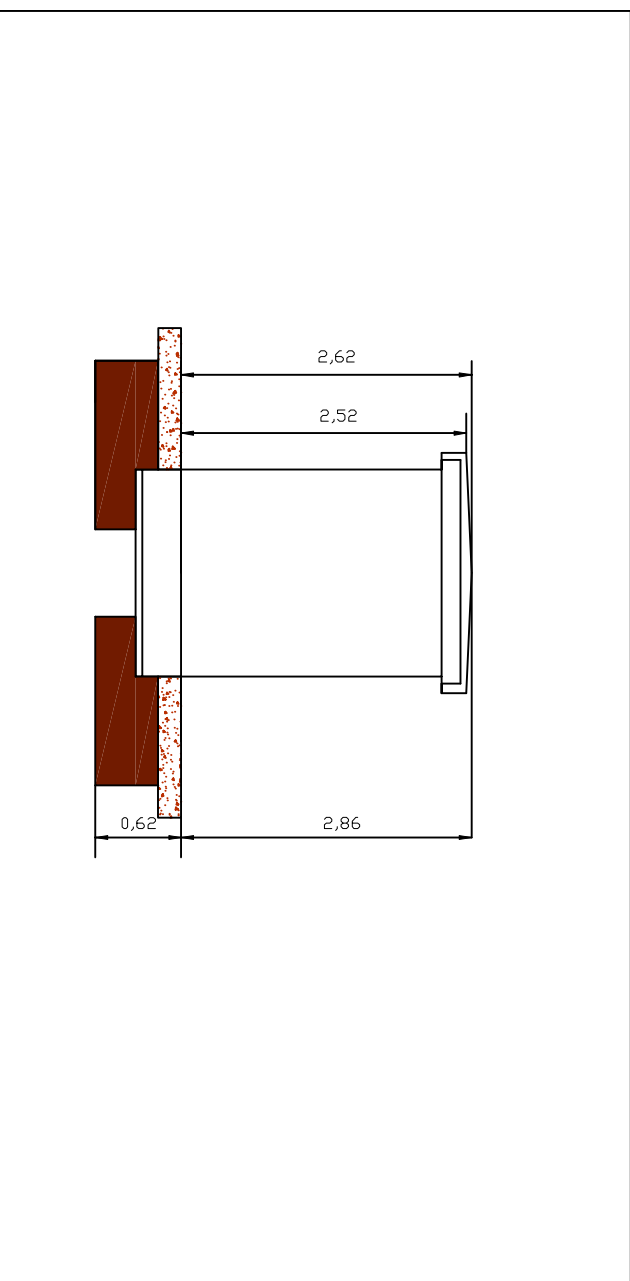
ALZADO Y ALZADO POSTERIOR




PLANTA



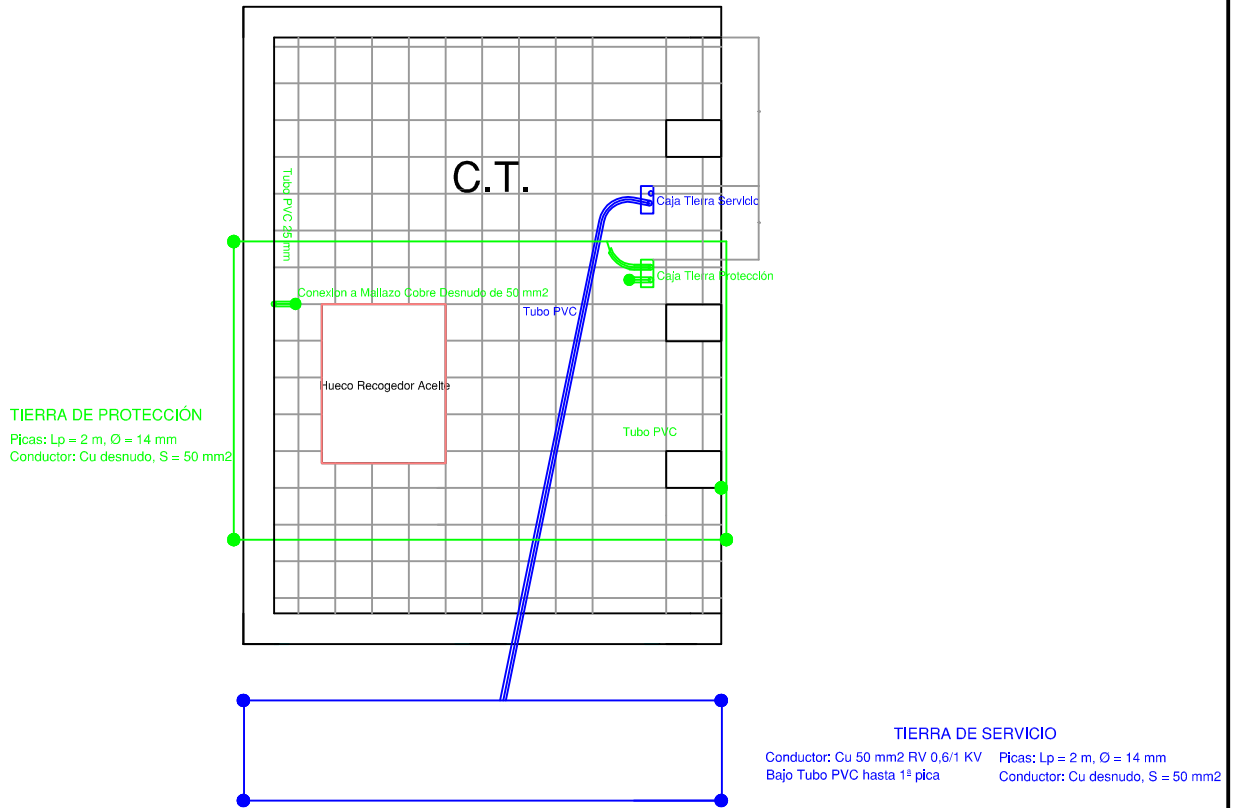
PERFIL



INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

Fecha	22/08/2014	Nombre	José Antonio	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN
Dibujado	22/08/2014	Apellidos	Cano Linde	
Comprobado	30/08/2014	Firma		
Escala: S/E	Designación:			
Formato: A3	LOCAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES			Número de Plano:
				10

PUESTA A TIERRA



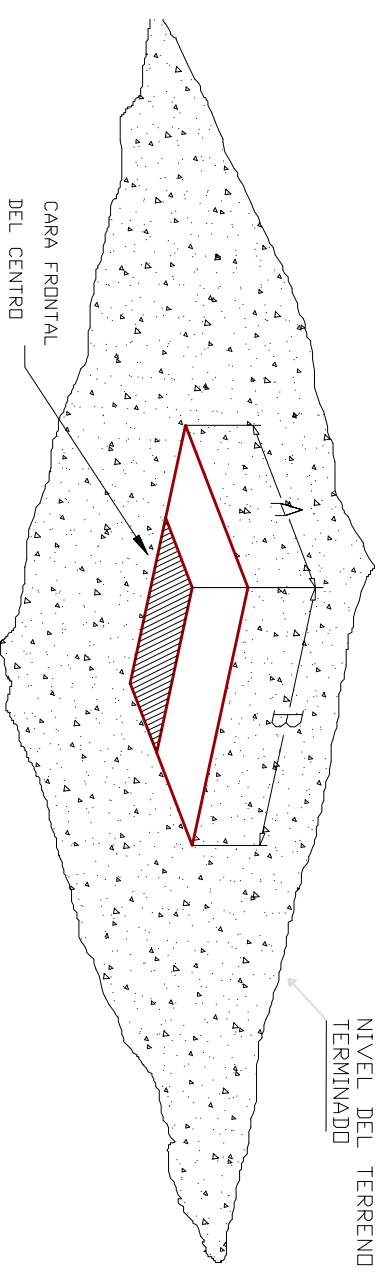
TIERRA DE PROTECCIÓN
 Configuración: 20-30/8/42
 Profundidad electrodo: 0,8 m
 Separación picas: 3 m
 4 picas
 Sección conductor: 50 mm²
 Diámetro picas: 14 mm
 Longitud picas: 2

TIERRA DE SERVICIO
 Configuración: 20-30/8/42.
 Profundidad electrodo: 0,5 m
 Separación picas: 3 m
 4 picas
 Sección conductor: 50 mm²
 Diámetro picas: 14 mm
 Longitud picas: 2

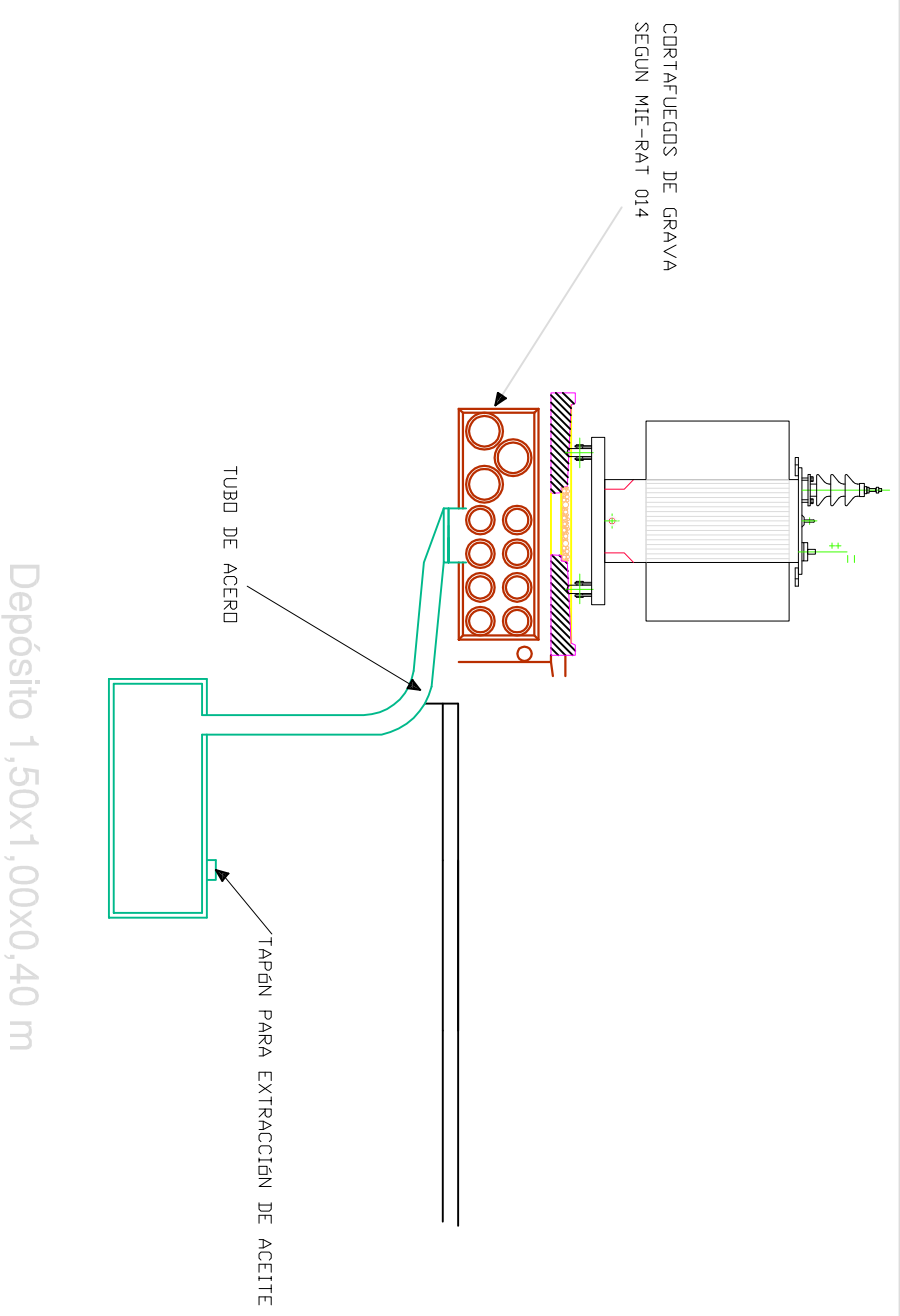
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 kW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

	Fecha	Nombre	José Antonio	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UNIVERSAIDAD DE JAÉN
Dibujado	22/08/2014	Apellidos	Cano Linde	
Comprobado	30/08/2014	Firma		
Escala: S/E Formato: A4	Designación: DETALLE PUESTA A TIERRA CT E INVERSORES			Número de Plano: 11

VISTA DE LA EXCAVACION

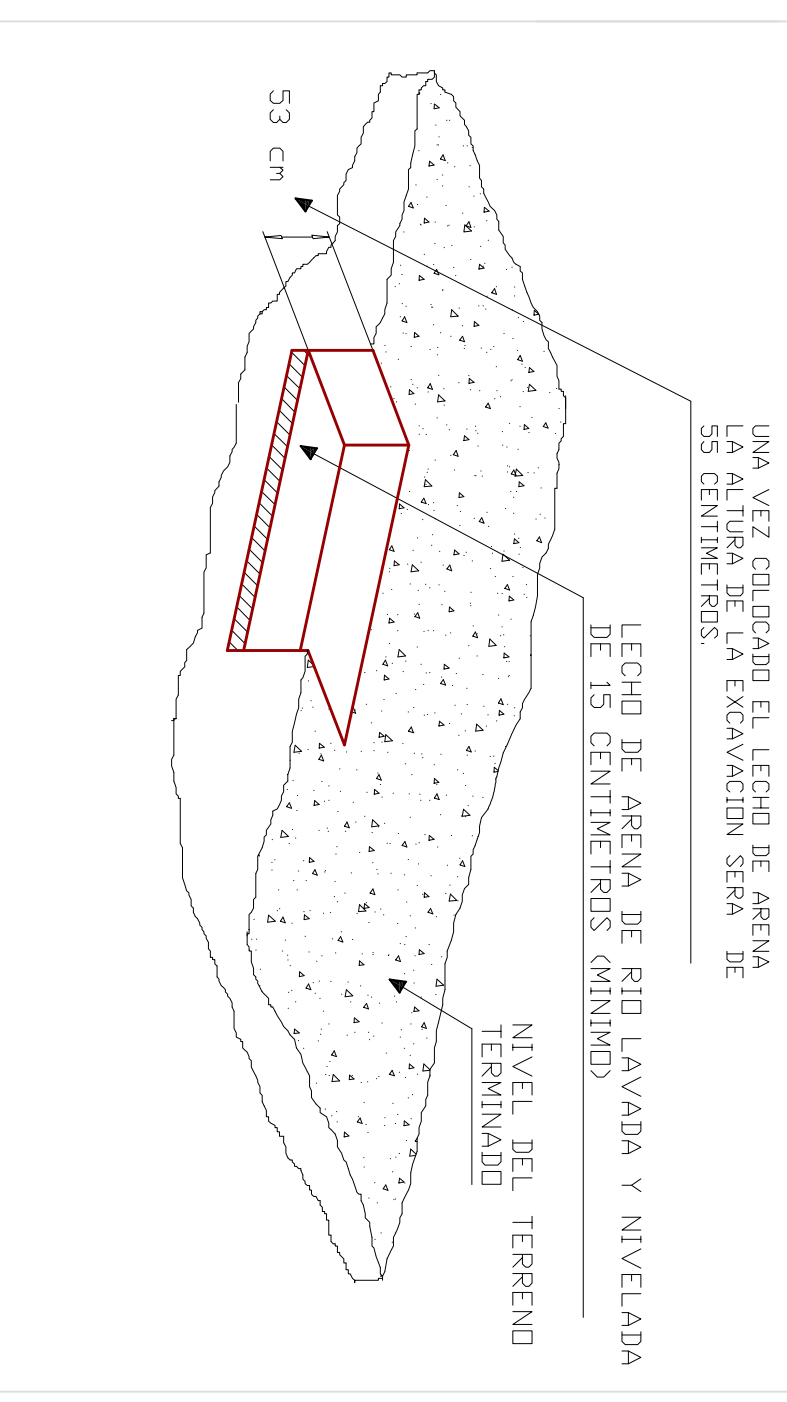


TRANSFORMADOR Y VISTA DEL DEPÓSITO




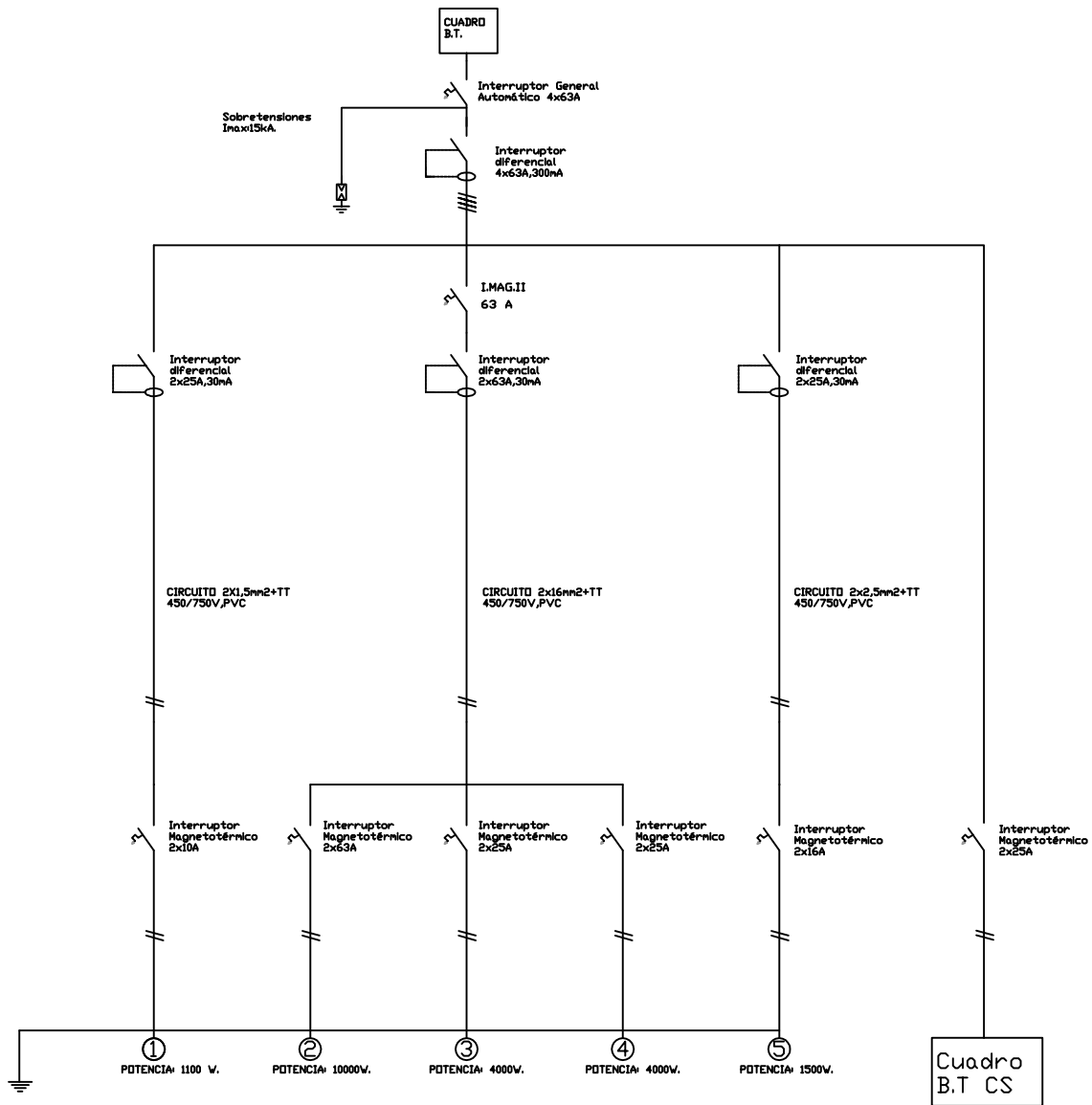
Depósito 1,50x1,00x0,40 m

SECCION DEL FOSO



INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

Fecha	23/08/2014	Nombre	José Antonio		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN
Dibujado	23/08/2014	Apellidos	Cano Linde		
Comprobado	30/08/2014	Firma			
Escala:	S/E	Designación:			Número de Plano:
Formato:	A3	VISTA DEL TRANSFORMADOR Y EXCAVACIÓN DEL FOSO.			12

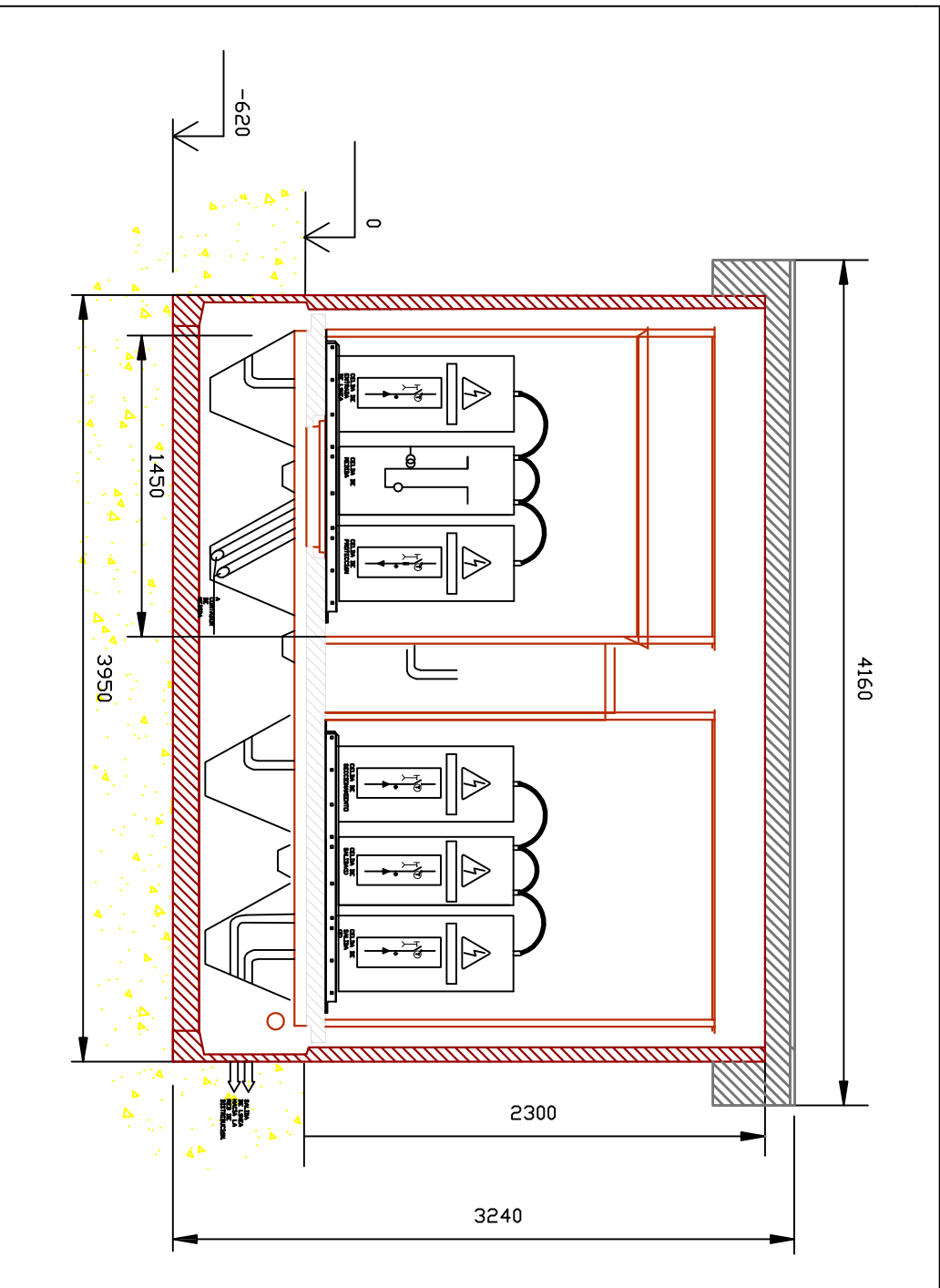


LEYENDA	
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
①	CIRCUITO ALUMBRADO: 2x1,5mm ² +TT; 450/750,PVC
②	CIRCUITO TOMA DE CORRIENTE: 2x16mm ² +TT;450,PVC
③	CIRCUITO TOMA DE CORRIENTE: 2x4mm ² +TT;450,PVC
④	CIRCUITO TOMA DE CORRIENTE: 2x4mm ² +TT;450,PVC
⑤	CIRCUITO TOMA DE CORRIENTE: 2x2,5mm ² +TT;450,PVC

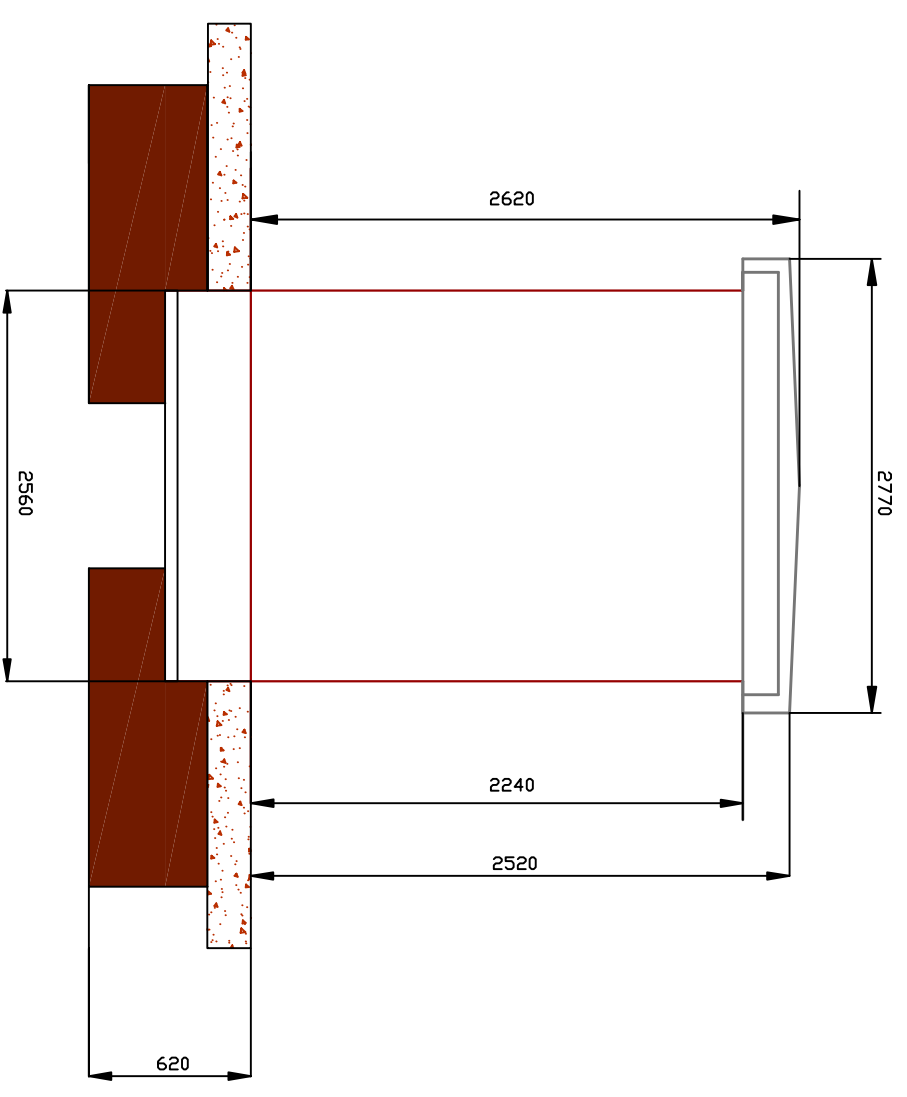
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 kW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

	Fecha	Nombre	José Antonio	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN
Dibujado	11/06/2014	Apellidos	Cano Linde	
Comprobado	30/08/2014	Firma		
Escala: S/E Formato: A4	Designación: <i>ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIONES ELÉCTRICAS CASETA CT E INVERSORES</i>			Número de Plano: 13

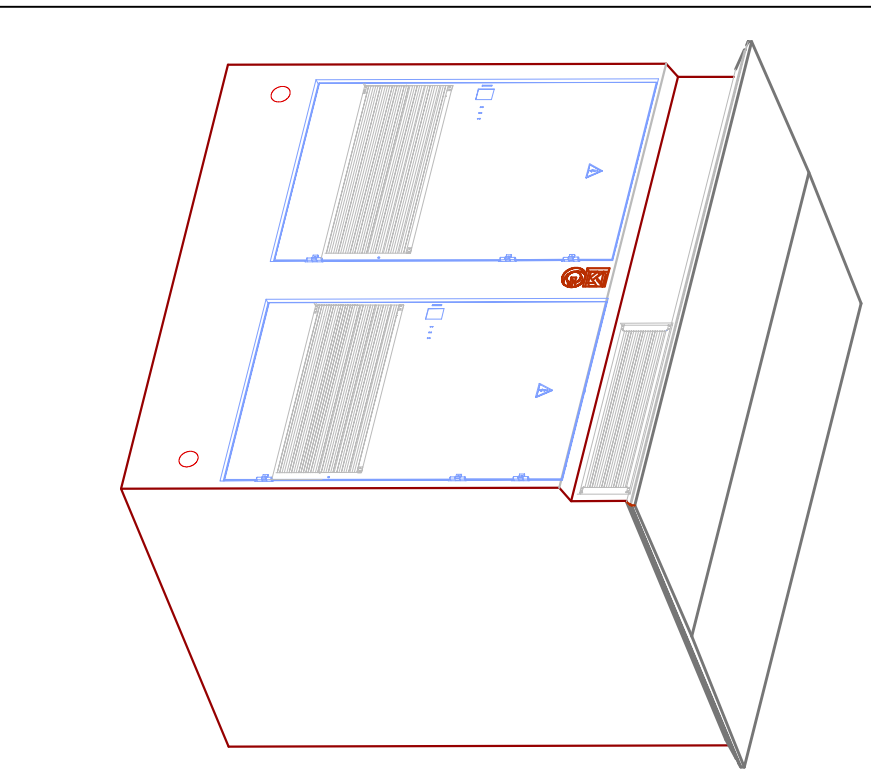
ALZADO Y DETALLES



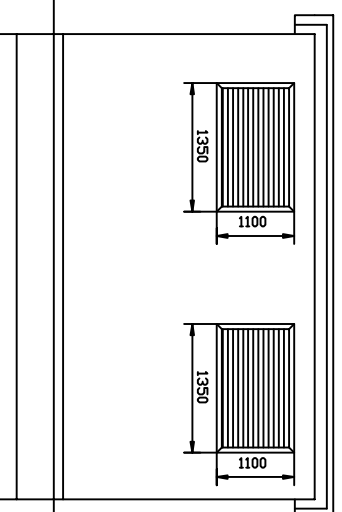
PERFIL Y FOSO



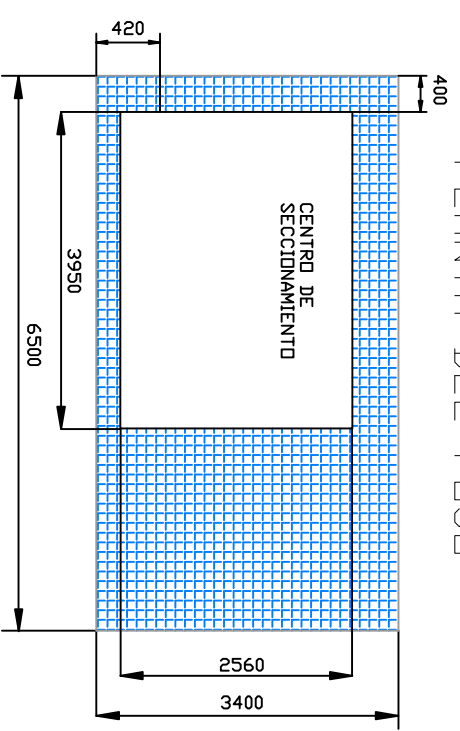
ALZADO Y ALZADO POSTERIOR




ALZADO POSTERIOR

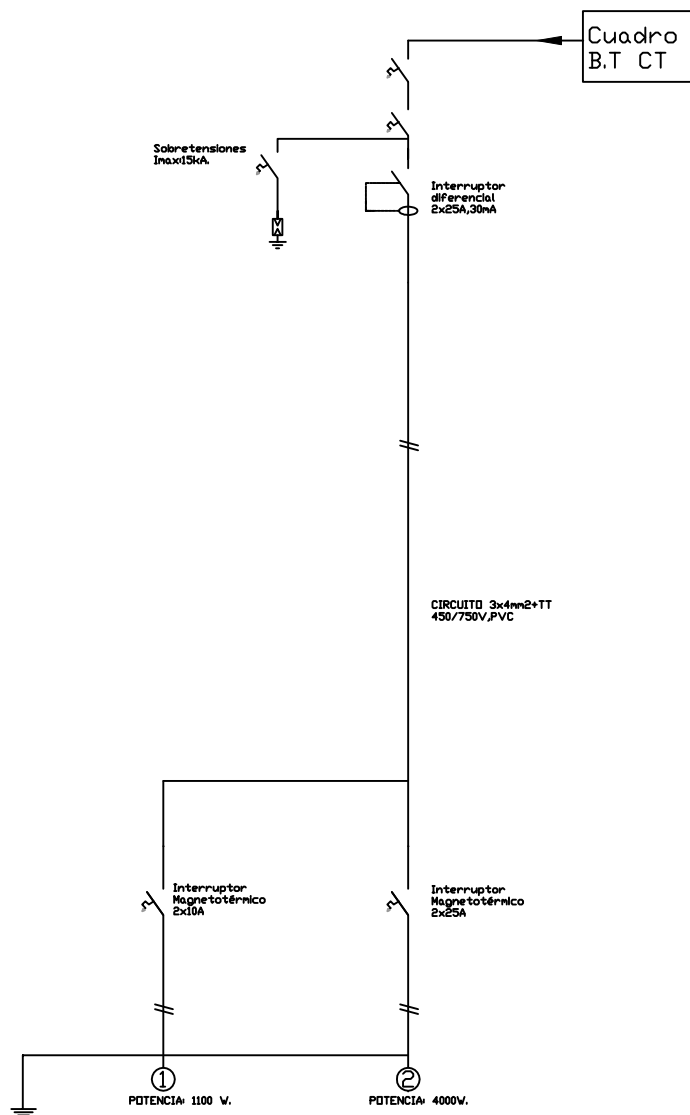


PLANTA DEL FOSO



INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

Fecha	19/05/2014	Nombre	José Antonio		Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Jaén
Dibujado	30/08/2014	Apellidos	Cano Linde		
Comprobado		Firma			
Escala:	S/E	Designación:	LOCAL CENTRO DE SECCIONAMIENTO		
Formato:	A3			Número de Plano:	14

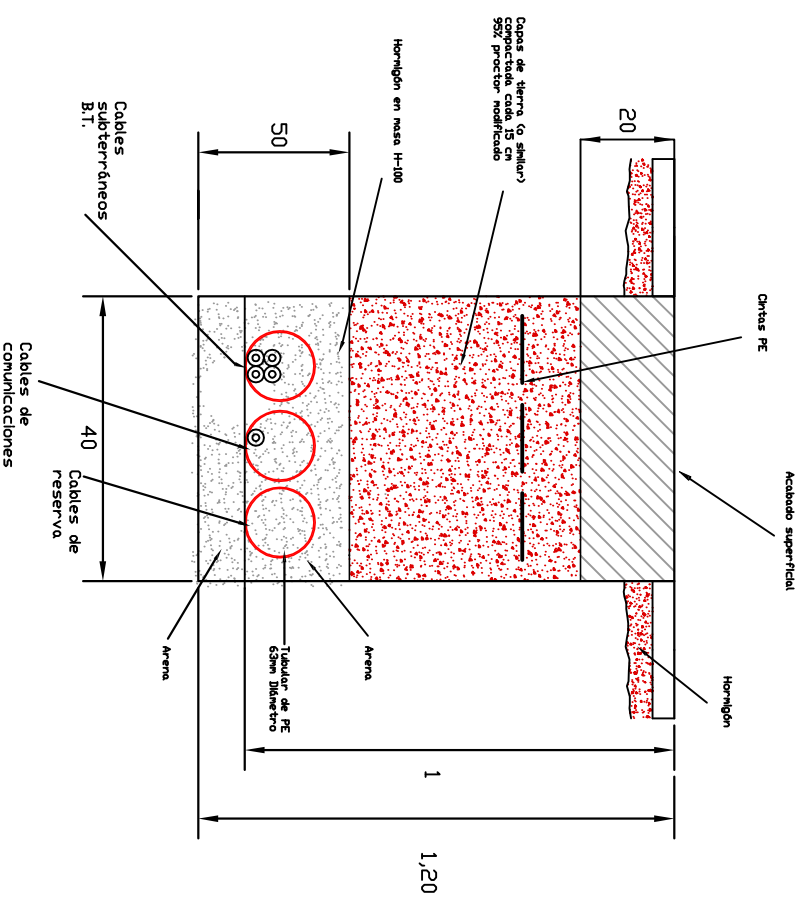


LEYENDA	
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
①	ALUMBRADO: CIRCUITO 2x1,5mm ² + TT; 450/750V,PVC
②	TOMA DE CORRIENTE: CIRCUITO 2x4 + TT; 450/750V,PVC

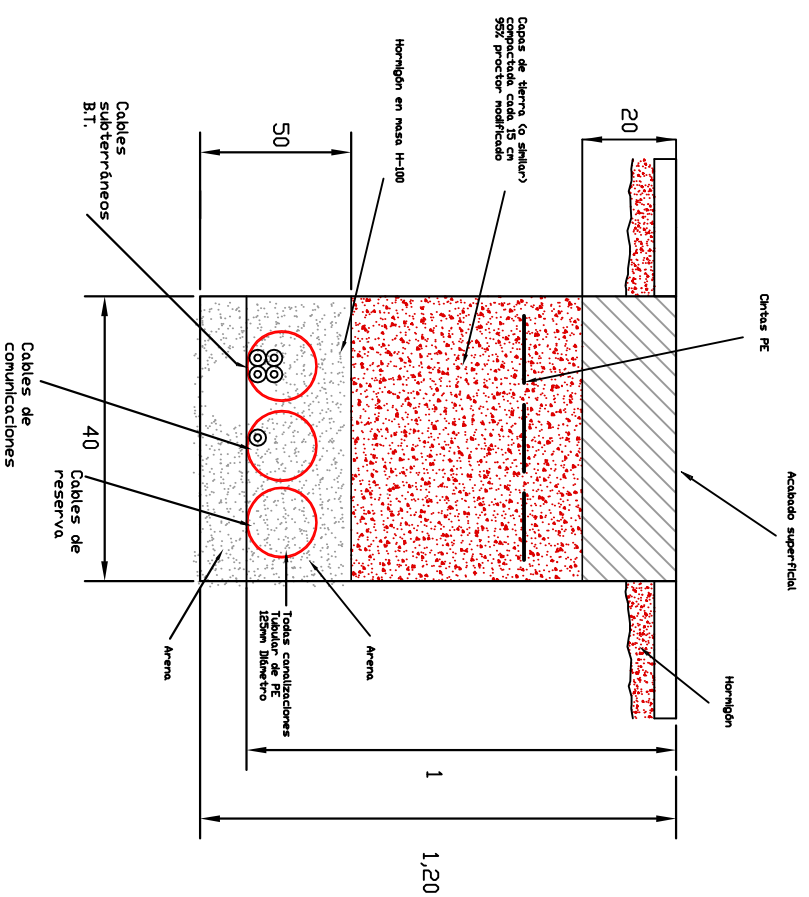
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 kW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

	Fecha	Nombre	José Antonio	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN
Dibujado	25/08/2014	Apellidos	Cano Linde	
Comprobado	30/08/2014	Firma		
Escala: S/E Formato: A4	Designación: <i>ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIONES ELÉCTRICAS CASETA C. SECCIONAMIENTO</i>			Número de Plano: <div style="font-size: 2em; text-align: center;">15</div>

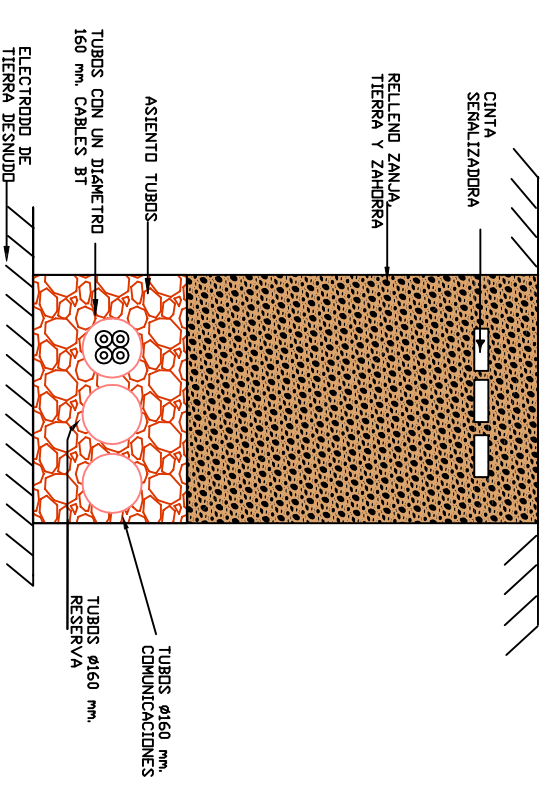
CIRCUITO EN CALZADA DE BAJA TENSION



CIRCUITO EN CALZADA DE BAJA TENSION



CIRCUITO EN TIERRA DE MEDIA TENSION



INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSION PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA

Fecha	25/08/2014	Nombre	José Antonio		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN
Dibujado	30/08/2014	Apellidos	Cano Linde		
Comprobado		Firma			
Escala:	S/E	Designación:	ZANJA PARA CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA EN B.T.		
Formato:	A3			Número de Plano:	16

TRABAJO FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW
CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y
VENTA DE ENERGÍA.**

PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

1.	ESTRUCTURA.....	189
1.1.	ÍNDICE GENERAL.....	189
1.2.	MEMORIA.....	190
1.3.	ANEXOS.....	191
1.4.	PLANOS.....	191
1.5.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	192
1.6.	PRESUPUESTO.....	192
2.	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	193
3.	NORMATIVA VIGENTE.....	194
4.	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	194
4.1.	DATOS DE LA OBRA.....	194
4.2.	REPLANTEO DE LA OBRA.....	195
4.3.	MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.....	195
4.4.	RECEPCIÓN DEL MATERIAL.....	196
4.5.	ORGANIZACIÓN.....	196
4.6.	FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.....	197
4.7.	ENSAYOS.....	197
4.8.	LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS.....	197
4.9.	MEDIOS AUXILIARES.....	197
5.	CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y MATERIALES.....	198
5.1.	GENERALIDADES.....	198
5.2.	GENERALIDADES DE LOS GENERADORES FOTOVOLTAICOS.....	199
5.3.	INVERSORES.....	201
5.4.	CABLEADO.....	203
5.5.	MEDIDAS.....	204
5.6.	PROTECCIONES.....	204
5.7.	PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.....	204
5.8.	MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	204
6.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	205
6.1.	OBRA CIVIL.....	205
6.2.	EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN.....	205
6.3.	EVACUACIÓN Y EXTINCIÓN DEL ACEITE AISLANTE.....	207
6.4.	VENTILACIÓN.....	208
6.5.	APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	208
6.6.	TRANSFORMADORES DE POTENCIA.....	209

6.7.	EQUIPOS DE MEDIDA.....	209
6.8.	PUESTA DE SERVICIO.....	210
6.9.	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	210
6.10.	PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	211
6.11.	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	211
6.12.	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	212
6.13.	LIBRO DE ÓRDENES.....	212
7.	MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	212
7.1.	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	212
7.2.	INVERSOR.....	213
7.3.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA C.C. Y C.A. SUBSISTEMA DE GENERACIÓN.....	213
7.4.	SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	213
7.5.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA GENERAL Y SERVICIOS AUXILIARES.....	214
7.6.	OBRA CIVIL.....	214
8.	RECEPCIÓN Y PRUEBAS.....	214

1. ESTRUCTURA

La estructura del presente proyecto queda regulada por la Norma española UNE 157001 de febrero del 2002, denominada: "Criterios generales para la elaboración de proyectos".

En aplicación de dicha norma, todo Proyecto debe de tener un título que ha de expresar de forma clara e inequívoca el producto, obra, instalación, servicio o software (soporte lógico) objeto del mismo. De este modo, este proyecto recibe el título de "Instalación fotovoltaica de 200 kW conectada a la red de distribución de media tensión para producción y venta de energía".

El Proyecto deberá estar redactado de forma que pueda ser interpretado correctamente por personas distintas de sus autores. Se requerirá un lenguaje claro, preciso, libre de vaguedades y términos ambiguos, coherente con la terminología empleada en los diferentes capítulos y apartados de los diferentes documentos del Proyecto y con una mínima calidad literaria.

La primera vez que se utilice un acrónimo o abreviatura en el texto se presentará, entre paréntesis, detrás de la palabra o texto completo al que en lo sucesivo reemplazará. El uso del tiempo futuro indicará requisitos obligatorios. Las sugerencias o propuestas no obligatorias se expresarán mediante la utilización del tiempo condicional o subjuntivo.

El Proyecto, en su totalidad, constará de los siguientes documentos básicos: Índice General, Memoria, Anexos, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto.

Dichos documentos básicos han de tener una presentación cuidadosa, limpia y ordenada y podrán estar agrupados en distintos volúmenes o en uno sólo.

1.1. ÍNDICE GENERAL.

El índice General constituye uno de los documentos básicos del Proyecto y tiene como misión la localización fácil de los distintos contenidos del Proyecto. El índice General contendrá todos y cada uno de los Índices de los diferentes documentos básicos del Proyecto.

1.2. MEMORIA.

La Memoria es uno de los documentos básicos que constituyen el Proyecto y asume la función fundamental de nexo de unión entre todos ellos. Tiene como misión justificar las soluciones adoptadas y, conjuntamente con los planos y pliego de condiciones, describir de forma unívoca el objeto del Proyecto.

La Memoria deberá ser claramente comprensible, no sólo por profesionales especialistas sino por terceros, en particular por el cliente, especialmente en lo que se refiere a los objetivos del Proyecto, las alternativas estudiadas, sus ventajas e inconvenientes, y las razones que han conducido a la solución elegida.

Este documento se descompondrá en una serie de capítulos, estructurados según se estime oportuno en la hora de su confección, pero que tendrán que albergar obligatoriamente los siguientes elementos:

El **objetivo del Proyecto**, junto con su justificación y el ámbito de aplicación del Proyecto.

Las distintas alternativas estudiadas, qué caminos se han seguido para llegar a ellas, ventajas e inconvenientes de cada una y cuál es la **solución** finalmente elegida y su justificación.

Se describirá el diseño del nuevo trazado según la solución elegida, indicando cuáles son sus características definitorias y haciendo referencia a los planos y otros elementos del Proyecto que lo definen.

Se establecerá el orden de prioridad entre los documentos básicos. El autor del Proyecto, frente a posibles discrepancias, deberá establecer el orden de prioridad de los documentos básicos del Proyecto. El orden de prioridad del presente proyecto, de mayor a menor, será: Planos, Pliego de Condiciones, Presupuesto y Memoria.

1.3. ANEXOS.

El documento Anexo está formado por los documentos que desarrollan, justifican o aclaran apartados específicos de la memoria u otros documentos básicos del Proyecto.

Teniendo presente que este proyecto es un Trabajo Fin de Grado en el Grado de Ingeniería Eléctrica, este documento tendrá que abordar todas y cada una de las distintas fases del proyecto, explicando detalladamente cada una de estas fases.

Este documento contendrá los anexos necesarios (según proceda en cada caso) correspondientes a la documentación de partida, los cálculos, y todos aquellos documentos que justifiquen y aclaren los conceptos expresados en el proyecto. De este modo, los anexos que contendrá este proyecto son:

- Anexo I: Cálculos y diseño de la Instalación Fotovoltaica.
- Anexo II: Cálculo y diseño del Centro de Transformación y Centro de Seccionamiento.
- Anexo III: Estudio Económico.
- Anexo IV: Anexo de catálogos y documentación técnica.
- Anexo V: Documentos para la solicitud y conexión a la red.

1.4. PLANOS.

Los Planos tienen como misión, junto con la Memoria, definir de forma unívoca el objeto del Proyecto, y son esenciales para la materialización del mismo.

En todo producto gráfico elaborado en el presente proyecto se han de representar todos los detalles identificables que sean de interés a escala, además de contener los siguientes elementos:

- Leyenda.
- Orientación (Norte geográfico).
- Escala gráfica.
- Cajetín normalizado.
- Información adicional.

Se tomarán los formatos normalizados, de la serie ISO, los cuales irán desde el formato A0 al A4, tomando el más adecuado para cada plano, usando un cajetín que contendrá la siguiente información: título del proyecto, entidad u empresa, autor, firma, escala, nombre del plano, número del plano y fecha de dibujo.

1.5. PLIEGO DE CONDICIONES.

El Pliego de condiciones constituye uno de los documentos básicos del Proyecto, tal como se ha indicado al inicio de este documento. Los objetivos específicos que se han pretendido conseguir con el presente documento son los siguientes:

- Disponer de un documento que sirva de base a las normas pertinentes para la ejecución de las obras, a fin de verificar y controlar la calidad de lo proyectado, optimizar los recursos económicos y aumentar el grado de satisfacción de los usuarios.
- Servir como norma obligatoria a aplicar en las obras.
- Ser un documento que contribuya a garantizar el cumplimiento de los requisitos esenciales de calidad y a mejorar la calidad final que ha de alcanzarse con el producto construido.
- Establecer bases técnicas sólidas en las que puedan apoyarse las labores de control de calidad y dirección de obras, facilitando el correcto desarrollo de las mismas.
- Redactar un documento revestido del rigor técnico necesario para que pueda ser utilizado en la obra.

1.6. PRESUPUESTO.

El Presupuesto constituye uno de los documentos básicos del Proyecto. Tiene como misión determinar el coste económico del objeto del Proyecto. Se basará en las unidades de cada partida o unidad de obra que configuran la totalidad del producto objeto del Proyecto.

- El Presupuesto para este proyecto, será para adquirir el costo del trabajo realizado por el Ingeniero Técnico en Topografía. Este presupuesto contendrá:
- Un cuadro de precios unitarios de materiales, mano de obra y elementos auxiliares que componen las partidas o unidades de obra.
- Un cuadro de precios unitarios de las unidades de obra, de acuerdo con los elementos unitarios, mano de obra y elementos auxiliares.
- El presupuesto propiamente dicho que contendrá la valoración económica global, desglosada y ordenada.

El Presupuesto establecerá el alcance de los precios, indicando conceptos tales como gastos generales, beneficio industrial, impuestos, tasas, seguros, costes de certificación y visado, permisos, licencias y cualquier otro concepto que influya en el coste final de materialización del objeto del Proyecto. De este modo, para el presente proyecto se fijará un 15% de gastos generales, un 4% de beneficios industriales, un 21% a favor del I.V.A.

2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Los trabajos a realizar son los necesarios para la puesta en marcha de la Instalación fotovoltaica de 200 kWp conectada a la red de Media Tensión para producción y venta de energía. La instalación estará compuesta de 8 subgenerador fotovoltaicos y de 2 inversores de 100 kW. La localización exacta de los trabajos a realizar quedan definidos en el plano nº 2 "PLANO DE EMPLAZAMIENTO".

En dicha instalación se llevarán a cabo las siguientes obras:

- Demolición del pavimento de hormigón
- Movimiento de Tierras.
- Obra Civil

Instalación Fovoltaica: Generador Solar, inversor, cajas de conexionado tanto de corriente continua como de corriente alterna.

- Monotorización.

- Centro de Transformación y Centro de Seccionamiento.
- Conexión a la Red de Media Tensión.

3. NORMATIVA VIGENTE.

Para la ejecución de obras que se incluyen en este Trabajo Fin de Grado se debe seguir la Orden aprobada el 6 de Febrero de 1976 sobre la aplicación del Pliego de Condiciones Técnicas Generales. La corrección a la Orden antes mencionada coincide con la ORDEN FOM/1382/2002, por el que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para determinadas obras.

- Las obras realizadas en el presente Trabajo fin de Grado, se registrarán por lo determinado en:
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas UNE según última relación de Normas Españolas.
- Normativa incluida en Memoria Descriptiva y en el Estudio de Seguridad y Salud.
- Recomendaciones UNESA

4. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

4.1. DATOS DE LA OBRA

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

4.2. REPLANTEO DE LA OBRA

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista. Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

4.4. RECEPCIÓN DEL MATERIAL

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

4.5. ORGANIZACIÓN

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

4.6. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

4.7. ENSAYOS

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

4.8. LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

4.9. MEDIOS AUXILIARES

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

5. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y MATERIALES.

5.1. GENERALIDADES.

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

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

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

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

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

En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

5.2. GENERALIDADES DE LOS GENERADORES FOTOVOLTAICOS.

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

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

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

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

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

Será deseable una alta eficiencia de las células y la estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

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

Las características del módulos fotovoltaico vendrán definidas en la tabla 3 del Documento "Memoria".

5.3. INVERSORES

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

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

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

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

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

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

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superior a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos
- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

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

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

Las características del inversor vendrán definidas en el Documento "Memoria".

5.4. CABLEADO

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

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.

El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Las características del cableado vendrán definidas en el Documento "Memoria".

5.5. MEDIDAS

Todas las instalaciones deberán cumplir con el reglamento específico de puntos de medida del sistema eléctrico.

5.6. PROTECCIONES

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

5.7. PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

5.8. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con

los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

6. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO

6.1. OBRA CIVIL

La envolvente empleada en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

6.2. EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.

- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.

-También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.

- Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.

- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.

- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.

- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.

- Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberán disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

6.3. EVACUACIÓN Y EXTINCIÓN DEL ACEITE AISLANTE

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como

lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

6.4. VENTILACIÓN

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada. Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

6.5. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

Corte: Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

6.6. TRANSFORMADORES DE POTENCIA

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

6.7. EQUIPOS DE MEDIDA

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

6.8. PUESTA DE SERVICIO

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orde: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio yno se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

Mantenimiento

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

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

6.9. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

6.10. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

6.11. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio. En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas. Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

6.12. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante el organismo público competente, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

6.13. LIBRO DE ÓRDENES

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

7. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

7.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

Los módulos fotovoltaicos no requieren de un mantenimiento excesivo, ya que los módulos utilizados no tienen partes móviles y tanto las células como el conexionado permanecen encapsulados en las capas del material protector.

Para una mayor fiabilidad del sistema se realizará un mantenimiento periódico de forma que se asegure:

- La conexión entre módulos fotovoltaicos.
- La conexión existente entre los módulos fotovoltaicos y el cuadro de continua esté bien ajustada y exento de corrosión.
- Comprobación del estado de la red de tierras, para proteger de sobretensiones.

- La limpieza de los módulos fotovoltaicos en caso de que sea necesario. La limpieza se realizará con agua.

El mantenimiento de los módulos fotovoltaicos será menor que en otros lugares, en los que exista alto riesgo de nieve al estar en una montaña o en caso contrario que exista polución por arena o sal al encontrarse en un lugar cercano a la playa.

7.2. INVERSOR

El inversor necesitará un mantenimiento para comprobar diferentes parámetros:

- Medir con un voltímetro o cualquier otro dispositivo con características similares los valores instantáneos y observar que se encuentra en el margen descrito en su ficha técnica.
- Comprobar el estado tanto del inversor como de los elementos que lo integran y verificar que se encuentra en unas condiciones aptas para su funcionamiento.
- Asegurar una correcta ventilación.

7.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA C.C. Y C.A. SUBSISTEMA DE GENERACIÓN

Para un correcto mantenimiento se deberán revisar y verificar el estado de los siguientes elementos:

- Cableado y conexionado.
- Cajas de los cuadros.
- Equipos de mando y protección.

7.4. SISTEMA DE VENTILACIÓN

Se deberá comprobar el sistema de ventilación para asegurar que los inversores puedan trabajar y no se provoque ningún disparo, provocando la

desconexión de éstos. Se deben comprobar que las rejillas estén en perfectas condiciones, es decir, se mantengan limpias y exentas de cualquier obstáculo.

7.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA GENERAL Y SERVICIOS AUXILIARES

El mantenimiento que se deberá realizar en este caso es comprobar y verificar que todas las canalizaciones de los cables se encuentran en condiciones de funcionamiento, para de esta forma evitar que se produzcan averías.

También se deberán comprobar las arquetas para verificar que se encuentren en perfectas condiciones y revisar que la iluminación, enchufes y cuadros de control se encuentre en condiciones óptimas.

7.6. OBRA CIVIL

Se deberá comprobar que las cimentaciones realizadas se encuentran en perfectas condiciones y que los drenajes existentes cumplen con su función de evitar estanquidad en las épocas de lluvia.

8. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

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

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

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.

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

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

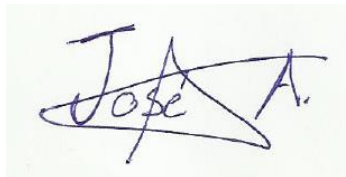
Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de

defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

Fdo:

A handwritten signature in blue ink on a light green background. The signature is stylized, starting with a large 'J' and 'A' that are connected by a horizontal line. Below this, the word 'Jose' is written in a cursive script, followed by 'A.'.

TRABAJO FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW
CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y
VENTA DE ENERGÍA.**

MEDICIONES

MEDICIONES

1.	UNIDADES DE OBRA	219
2.	CAPÍTULOS.	229
3.	MEDICIÓN.....	194230

1. UNIDADES DE OBRA

CAPÍTULO 1: DEMOLICIONES

Código		UO. 001
Título	m ²	Demolición del pavimento de hormigón
Descripción	m ²	Demolición del pavimento de 10 cm. de espesor, mediante la acción de una retroexcavadora con martillo rompedor. Incluso p/p de limpieza, retirada y carga mediante retroexcavadora con pala sobre contendor.
Código		UO. 002
Título	m ²	Retirada de chapa de las estructuras de los aparcamientos.
Descripción	m ²	Retirada de chapa de las estructuras de los aparcamientos, mediante camión grúa.

CAPÍTULO 2: MOVIMIENTO DE TIERRAS

Código		UO.003
Título	m ³	Excavación de zanjas Profundidad máxima 1,20 metros
Descripción	m ³	Excavación de zanjas en terrenos arcillosos, realizados de forma mecánica con una retroexcavadora o maquinaria de uso similar hasta una profundidad máxima de 1,20 metros y una anchura de 0,4 metros. Incluso retirada de escombros resultantes a la excavación y transporte al vertedero, incluido los trabajos especiales debido a las proximidades de cualquier elemento que pueda causar una avería, como pueden ser otros cables,etc.
Código		UO.004
Título	m ³	Excavación de fosos con una profundidad máxima de 1,2 metros.
Descripción	m ³	Excavación de fosos en terrenos arcillosos, realizados de forma mecánica con una retroexcavadora o maquinaria de uso similar hasta una profundidad máxima de 1,20 metros. Incluso retirada de escombros resultantes a la excavación y transporte al vertedero, incluido los trabajos especiales debido a las proximidades de cualquier elemento que pueda causar una avería, como pueden ser otros cables,etc.

CAPÍTULO 3: OBRA CIVIL

SUBCAPÍTULO 3.1 EDIFICIOS PREFABRICADOS

Código		UO.005
Título	Ud.	Edificio prefabricado para albergar Centro de Transformación y 2 inversores.
Descripción	Ud.	Edificio prefabricado de hormigón según norma UNESA RU 1303 A. Las dimensiones del edificio serán: 6740 Largo, 2500 Ancho y 2300m Alto., las unidades de medida antes expuesta están en milímetros. Unidad de obra dispuesta según planos adjuntos, con sus correspondientes puertas, rejillas, herrajes para equipotencialidad, compartimentos. Incluido el montaje y transporte hasta el lugar de colocación.

Código		UO.006
Título	Ud.	Edificio prefabricado para Centro de Seccionamiento.
Descripción	Ud.	Edificio prefabricado de hormigón según norma UNESA RU 1303 A. Las dimensiones del edificio serán: 3950 Largo, 2560 Ancho y 2300m Alto., las unidades de medida antes expuesta están en milímetros. Unidad de obra dispuesta según planos adjuntos, con sus correspondientes puertas, rejillas, herrajes para equipotencialidad, compartimentos. Incluido el montaje y transporte hasta el lugar de colocación.

SUBCAPÍTULO 3.2:ARQUETAS

Código		UO.007
Título	Ud.	Arqueta de registro de línea de Baja Tensión, prefabricada para canalizaciones subterráneas tipo hormigón
Descripción	Ud.	Arqueta de registro de línea de Baja Tensión, prefabricada para canalizaciones subterráneas tipo hormigón armado $f_{ck}=25$ MPa con dimensiones especificadas en las normas particulares de ENDESA, 620 mm x 520 mm. para el alojamiento de la canalización eléctrica de Baja Tensión. La composición elegida debe ser tal que el hormigón tenga una resistencia superior a 300 kg/cm^2 y el espesor del recubrimiento de las armaduras debe ser igual o superior a 30 mm. La altura total de las arquetas será de 700 mm. y su parte superior tendrá forma troncopiramidal para cerrarse con la tapa normalizada La arqueta no tendrá fondo.Completamente terminada, incluso conexionado de tubos.

Código		UO.008
Título	Ud.	Arqueta de registro de red tipo ENDESA A1
Descripción	Ud.	Arqueta de registro de red tipo ENDESA A1 para el registro de la canalización de Media Tensión. Para esta arqueta se seguirán las normas particulares de ENDESA, en especial el capítulo de arquetas prefabricadas para canalizaciones subterráneas. La arqueta de hormigón tendrá una resistencia de hormigón de 300 kg/cm^2 . La consistencia del hormigón será seca, con compactado por vibrado y el espesor del recubrimiento de las armaduras debe ser igual o superior a 30 mm.La altura total de las arquetas será de 70 cm. Completamente terminada, incluso conexionado de tubos.

SUBCAPÍTULO 3.3:ESTRUCTURA

Código		UO.009
Título	Ud.	Estructura de acero formado por pieza simple de la serie IPN, galvanizado en caliente.
Descripción	Ud.	Estructura con perfil de acero UNE-EN 10025 S275JR, serie IPN 180, laminado en caliente, con recubrimiento galvanizado, para aplicaciones estructurales. Elaborado en taller y colocado en obra.Totalmente instalado.

CAPÍTULO 4: GENERADOR SOLAR FOTOVOLTAICO

Código		UO.010
Título	Ud.	Módulo Fotovoltaica de 250 Wp
Descripción	Ud.	Módulo Fotovoltaico de 250 Wp. de tolerancia +5 Wp, formado por 60 células de tipo policristalino con marco de Aluminio anodizado completamente instalado sobre estructura mediante tornillería de acero inoxidable. Las dimensiones del módulo utilizado serán 1665 mm de largo, 991 mm de ancho y 38 mm de alto, con un área de 1,65 m2. Totalmente conectado con caja de conexión de diseño, diodos, de derivación, cable solar y conectores tipo Multicontact.
Código		UO.011
Título	Ud.	Caja de campo para conexionado de cada subgenerador.
Descripción	Ud.	Caja de campo para conexionado en la estructura de los aparcamientos. Esta caja de conexión está compuesta con 16 entradas en CC, grados de protección IP 54 e IK09, incluso un interruptor magnetotérmico de 2 P 16 A. y tensión nominal DC de 800 V. , poder de corte último de 5kA. Incluso descargador de sobretensión tipo 2 DC, compuesto de dos varistores de tres varistores, permitiendo llegar hasta 1000 V DC de tensión, corriente máxima transitoria de 20 kA, intensidad nominal 40 kA. y un tiempo de respuesta de 25 ns. Totalmente montado, replanteo, conexionado eléctrico y puesta en servicio.
Código		UO.012
Título	Ud.	Inversor para conexión a Red de 100 kW.
Descripción	Ud.	Inversor trifásico para conexión a Red de 100 kW. de la marca INGETEAM, en concreto es el modelo INGECON SUN 100 kW., con una potencia máxima de 130 kWp. Dicho inversor está provisto de un transformador de aislamiento. Incluido soporte y conexionado de todos los terminales de potencia y contro, incluyendo transporte y replanteo. La instalación completa del inversor queda detallada según su esquema.
Código		UO.013
Título	Ud.	Caja central de conexionado del inversor
Descripción	Ud.	Caja central de conexionado para inversor, montado en el interior del habitáculo donde se aloja tanto los dos inversores como el Centro de Transformación. La caja de conexión está formada por 4 x 2 entradas en CC, y un grado de protección IP 54 e IK09. Incluido interruptores magnetotérmicos de 2P 63 A. con una tensión nominal DC de 800 V de tensión, poder de corte último de 5 kA.; Seccionador de corte en carga con una intensidad térmica de 250 A, intensidad asignada de servicio en la categoría AC22:250A., Intensidad asignada de servicio en la categoría c23:200A, Polos:3/4. Norma de referencia IEC 60947-3. Totalmente montado, replanteo, conexionado eléctrico y puesta en servicio.

CAPÍTULO 5: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Código		UO.014
Título	Ud.	Transformador trifásico en baño de aceite, de 250 kVA de potencia.
Descripción	Ud.	Transformador trifásico en baño de aceite, con refrigeración natural, de 250 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 20 kV de tensión del primario y 420 V de tensión del secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia, y grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4,5% y regulación primaria de +/- 2,5%, +/-5%, +10%. Incorpora un termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobretensiones, instalados. Según UNE 21428, UNE-EN 50464 e IEC 60076-1. Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.
Código		UO.015
Título	Ud.	Celda modular de entrada de línea
Descripción	Ud.	Celda de entrada de línea, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal, 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6. Totalmente instalada y puesta en servicio.
Código		UO.016
Título	Ud.	Celda modular de protección con fusible
Descripción	Ud.	Celda de protección con fusible, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal, 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6.
Código		UO.017
Título	Ud.	Juego de puentes trifásicos para el conexionado en el lado de BT
Descripción	Ud.	Montaje de juegos de puentes trifásico de BT de sección 80x5 mm. (hasta 1250A.) y pletinas de cobre flexible de 2(32x6). Incluso pantalla de protección de 100 mm contra contactos directos, conexiones y fijaciones. Totalmente instalado y puesto en servicio.
Código		UO.018
Título	Ud.	Juego de puentes trifásicos para el conexionado en el lado de MT
Descripción	Ud.	Montaje de juegos de puentes trifásico de MT de sección formado por cables con una tensión asignada de 18/30 kV., tipo RHZ1, de sección nominal de 240 mm ² . Incluso elementos de conexión, instalado puesto en servicio.

CAPÍTULO 6:CENTRO DE SECCIONAMIENTO

SUBCAPÍTULO: RECINTO PROTECCIÓN Y MEDIDA DEL CLIENTE.

Código UO.019
Título Ud. Celda modular de entrada de línea
Descripción Ud. Celda de entrada de línea, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal, 50 Hz., 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6.Totalmente instalada y puesta en servicio.

Código UO.020
Título Ud. Celda modular de medida, de 24 kV. De tensión asignada.
Descripción Ud. Celda de medida, de 24 kV de tensión asignada, 800x1025x1800 mm., aislamiento en gas SF6, envolvente metálica, manos manuales. Totalmente instalada y puesta en servicio.

Código UO.021
Título Ud. Contador de energía bidireccional clase 1
Descripción Ud. Suministro e instalación de contador de medida marca y modelo: ZIV 5CTD, bidireccional Clase 1, medida de energía activa y reactiva, potencia activa, reactiva y aparente, porta etiquetas precintable, armario de protección de poliéster de medidas exteriores 500x300x200 mm con tapa opaca y mirilla y grado de protección IP 43 e IK 08, p.p. de cableado, conexionado, sujecciones. Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.

CAPÍTULO 6:CENTRO DE SECCIONAMIENTO

SUBCAPÍTULO: RECINTO PROTECCIÓN Y MEDIDA DEL CLIENTE.

Código UO.022
Título Ud. Celda modular de protección con fusible
Descripción Ud. Celda de protección con fusible, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal, 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6.

CAPÍTULO 6:CENTRO DE SECCIONAMIENTO

SUBCAPÍTULO 2: RECINTO DE SECCIONAMIENTO

Código UO.023
Título Ud. Celda modular de seccionamiento
Descripción Ud. Celda de seccionamiento, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, 420x850x1200 mm, con aislamiento integral de SF6.

Código UO.024
Título Ud. Celda modular de salida
Descripción Ud. Celda de salida, de 24 kV de tensión asignada, 370x780x1800 mm.

CAPÍTULO 7: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE CONTINUA

Código	UO.025
Título	m.l. Cableado fotovoltaico ZZ-F (AS) 4mm ² Cu
Descripción	m.l. Suministro e instalación de cables de interconexión entre los módulos y las cajas de campo para conexionado de cada subgenerador., realizada con conductores unipolarres PV ZZ- (AS) 1,8 kV DC, de 4 mm ² de sección nominal, en montaje superficial sobre estructura solar y sobre bandeja tipo rejilla, libre de halógenos, no propagadores de llama, con baja emisión de humos y gases corrosivos, resistentes a la superficie. Incluso p/p de conectores MC4 y elementos de soporte. Totalmente terminada la unidad de longitud ejecutada y conexionado. Según la especificación AENOR EA 0038, incluso replanteo.
Código	UO. 026
Título	m.l. Canalización subterránea en baja tensión desde caja conexión de cada subgenerador hasta caja conexión inversor.
Descripción	m.l. "Canalización subterránea en baja tensión desde caja conexión de cada subgenerador hasta caja conexión inversor, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros. La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de hasta 5 tubos de ø63 mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. Los 3 primeros tubos corresponderán a los subgeneradores 1,2 y 3. Cada uno de los circuitos de los subgeneradores antes mencionados llevarán circuitos de cable tipo PV ZZ-F (AS) de sección nominal 16 mm ² de Cu clase 5 con aislamiento 1,8 kV, libre de halógenos, resistentes al fuego, con baja emisión de humos y gases corrosivos. Los otros dos circuitos pertenecerán a un circuito de comunicación y un circuito de reserva respectivamente. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

CAPÍTULO 7: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN
SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE CONTINUA

Código		UO.027
Título	m.l.	Canalización subterránea en baja tensión desde caja salida de conexión inversor hasta el Centro de Transformación.
Descripción	m.l.	Canalización subterránea en Baja Tensión desde caja salida de conexión inversor hasta caja de conexión de CA, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros. La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de 2 tubos de $\varnothing 160$ mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. El primer tubo llevará los circuitos de $3 \times 120 \text{ mm}^2$ de Cu tipo RV 0,6/1kV. con aislamiento XLPE de los conductores de fase y el conductor neutro de 70 mm^2 de Cu tipo RV 0,6/1kV con aislamiento XLPE y el segundo tubo es el correspondiente al cableado de comunicación. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

CAPÍTULO 7: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN
SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE ALTERNA

Código		UO.028
Título	m.l.	Canalización subterránea en baja tensión desde caja salida de conexión inversor hasta el Centro de Transformación.
Descripción	m.l.	Canalización subterránea en Baja Tensión desde caja salida de conexión inversor hasta caja de conexión de CA, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros. La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de 2 tubos de $\varnothing 160$ mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. El primer tubo llevará los circuitos de $3 \times 120 \text{ mm}^2$ de Cu tipo RV 0,6/1kV. con aislamiento XLPE de los conductores de fase y el conductor neutro de 70 mm^2 de Cu tipo RV 0,6/1kV con aislamiento XLPE y el segundo tubo es el correspondiente al cableado de comunicación. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

Código	UO.029
Título	m.l. Canalización subterránea en baja tensión desde el Centro de Transformación hasta el Centro de Seccionamiento.
Descripción	m.l. Canalización subterránea en Media Tensión en baja tensión desde el Centro de Transformación hasta el Centro de Seccionamiento, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros. La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de 2 tubos de $\varnothing 160$ mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. El primer tubo llevará los circuitos de 3x 120 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV. con aislamiento XLPE de los conductores de fase y el conductor neutro de 70 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV con aislamiento XLPE y el segundo tubo es el correspondiente al cableado de comunicación. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

CAPÍTULO 7: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE ALTERNA

Código	UO.030
Título	Ud. Caja general de protección
Descripción	Ud. Suministro e instalación de caja general de protección equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según UNE-EN 60439-3, grado de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102. Contiene cargucho de fusión cerrada y un seccionador. Se seguirá las indicaciones específicas de la empresa suministradora. Incluso parte proporcional de ejecución de nicho en muro para la percepción de los tubos de acometida, incluyendo suministro, montaje e instalación completa.

CAPÍTULO 8: PUESTA A TIERRA

Código	UO.031
Título	Ud. Tomas de tierra de las masas de la planta solar
Descripción	Ud. Suministro e instalación de toma de tierra según método 8/22 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA

Código	UO.032
Título	Ud. Tomas de tierra de los neutros de la planta solar
Descripción	Ud. Suministro e instalación de toma de tierra según método 8/22 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha.

Código	UO.033
Título	Ud. Tomas de tierra de protección de la red de MT
Descripción	Ud. Suministro e instalación de toma de tierra según método 30/8/42 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha.

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA

Código	UO.034
Título	Ud. Tomas de tierra de servicio de la red de MT
Descripción	Ud. Suministro e instalación de toma de tierra según método 30/8/42 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha.

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA

Código	UO.035
Título	Ud. Conductor de protección RV-K, de 4 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos.
Descripción	Ud. Conductor de protección RV-K, de 4 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos. Incluso pequeño material, empalmes, fijaciones, totalmente conexionado y puesto en marcha.

Código	UO.036
Título	Ud. Conductor de protección RV-K, de 16 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos.
Descripción	Ud. Conductor de protección RV-K, de 16 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos. Incluso pequeño material, empalmes, fijaciones, totalmente conexionado y puesto en marcha.

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA

Código	UO.037
Título	Ud. Conductor de protección RV-K, de 6 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos.
Descripción	Ud. Conductor de protección RV-K, de 6 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos. Incluso pequeño material, empalmes, fijaciones, totalmente conexionado y puesto en marcha.

CAPÍTULO 9:INSTALACIONES AUXILIARES

SUBCAPÍTULO 1: SUBCAPÍTULO 1: INSTALACIÓN ELÉCTRICA CASETA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN E INVERORES

Código	UO.038
Título	m.l. Acometida del local de inversores y CT
Descripción	m.l. Línea general de alimentación formada por cables unipolares de 16 mm ² tipo RV-K de Cobre bajo tubo protector de ø63 mm.

CAPÍTULO 9:INSTALACIONES AUXILIARES

SUBCAPÍTULO 1: SUBCAPÍTULO 1: INSTALACIÓN ELÉCTRICA CASETA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN E INVERORES

Código	UO.039
Título	Ud. Instalación receptora para local de Centro de Transformación e Inversores.
Descripción	Ud. Instalación de red eléctrica completa de distribución al habitáculo. La instalación estará compuesta del grado de electrificación básico para cada una de las tres salas que integran el local. Además tendremos un cuadro general de mando y protección formado por los siguientes elementos: interruptor general automático de 63 A (2P), interruptor diferencial de 63 A. y 30 mA. y las protecciones correspondiente para cada circuito como se puede observar con más detalle en el esquema unifilar adjunto. Totalmente instalado, incluso cableado, conexionado y tubos protectores, tendido de cables y cajas de derivación con tapas. Para su entrega deberá estar totalmente montada y probada.

CAPÍTULO 9:INSTALACIONES AUXILIARES

SUBCAPÍTULO 2: INSTALACIÓN ELÉCTRICA CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Código	UO.040
Título	Ud. Instalación receptora para local de Centro de Seccionamiento.
Descripción	Ud. Instalación de red eléctrica completa de distribución al habitáculo. La instalación estará compuesta del grado de electrificación básico para cada una de las tres salas que integran el local. Además tendremos un cuadro general de mando y protección formado por los siguientes elementos: interruptor general automático de 25 A (2P), interruptor diferencial de 25 A. y 30 mA. y las protecciones correspondiente para cada circuito como se puede observar con más detalle en el esquema unifilar adjunto. Totalmente instalado, incluso cableado, conexionado y tubos protectores, tendido de cables y cajas de derivación con tapas. Para su entrega deberá estar totalmente montada y probada.

CAPÍTULO 10 :MONOTORIZACIÓN

Código		UO.041
Título	Ud.	Router wifi para cada caja de conexionado de corriente continua
Descripción	Ud.	Suministro e instalación de router wifi para instalación en el interior de caja de protección. Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.
Código		UO.042
Título	Ud.	Modem receptor de señales
Descripción	Ud.	Suministro e instalación de modem receptor de señales para instalación en el interior de caja de protección. Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.
Código		UO.043
Título	Ud.	Sensores
Descripción	Ud.	Suministro e instalación de sensores para la visualización de los parámetros más significativos. Totalmente instalada y puesta en marcha.

CAPÍTULO 10 :MONOTORIZACIÓN

Código		UO.044
Título	Ud.	Suministro e instalación de ordenador de sobremesa con capacidad suficiente para procesar los datos y visualizar los parámetros obtenidos mediante los sensores. Totalmente instalada y puesta en servicio.
Descripción	Ud.	Suministro e instalación de sensores para la visualización de los parámetros más significativos. Totalmente instalada y puesta en marcha.

CAPÍTULO 11 :TRAMITACIONES

Código		UO.045
Título	Ud.	Tramitación y legalización de la instalación fotovoltaica de 200 kW.
Descripción	Ud.	Tramitación y legalización de la instalación fotovoltaica de 200 kW, realización de los trámites oportunos en la administración pública y procedimientos necesarios para la puesta en marcha de la instalación

2. CAPÍTULOS

- Capítulo 1: Demoliciones.
- Capítulo 2: Movimiento de tierras.
- Capítulo 3: Obra Civil.
- Capítulo 4: Generador Fotovoltaico.
- Capítulo 5: Centro de Transformación .
- Capítulo 6: Centro de Seccionamiento.
- Capítulo 7: Instalación eléctrica en Baja tensión y Media Tensión.
- Capítulo 8: Puesta a Tierra.
- Capítulo 9: Instalaciones auxiliares.
- Capítulo 10: Monotorización
- Capítulo 11: Tramitaciones.

3. MEDICIÓN.

CAPÍTULO 1: DEMOLICIONES

Código	UO. 001
Título	m ² Demolición del pavimento de hormigón
Descripción	m ² Demolición del pavimento de 10 cm. de espesor, mediante la acción de una retroexcavadora con martillo rompedro. Incluso p/p de limpieza, retirada y carga mediante retroexcavadora con pala sobre contendor.

Cantidad

277,7 m².

CAPÍTULO 1: DEMOLICIONES

Código	UO. 002
Título	m ² Retirada de chapa de las estructuras de los aparcamientos.
Descripción	m ² Retirada de chapa de las estructuras de los aparcamientos, mediante camión grúa.

Cantidad

1350 m²

CAPÍTULO 2: MOVIMIENTO DE TIERRAS

Código	UO.003
Título	m ³ Excavación de zanjas Profundidad máxima 1,20 metros
Descripción	m ³ Excavación de zanjas en terrenos arcillosos, realizados de forma mecánica con una retroexcavadora o maquinaria de uso similar hasta una profundidad máxima de 1,20 metros y una anchura de 0,4 metros. Incluso retirada de escombros resultantes a la excavación y transporte al vertedero, incluido los trabajos especiales debido a las proximidades de cualquier elemento que pueda causar una avería, como pueden ser otros cables,etc.

Cantidad

214,08 m³.

Código	UO.004
Título	m ³ Excavación de fosos con una profundidad máxima de 1,2 metros.
Descripción	m ³ Excavación de fosos en terrenos arcillosos, realizados de forma mecánica con una retroexcavadora o maquinaria de uso similar hasta una profundidad máxima de 1,20 metros. Incluso retirada de escombros resultantes a la excavación y transporte al vertedero, incluido los trabajos especiales debido a las proximidades de cualquier elemento que pueda causar una avería, como pueden ser otros cables,etc.

Cantidad

94,494 m³

CAPÍTULO 3: OBRA CIVIL

SUBCAPÍTULO 3.1 EDIFICIOS PREFABRICADOS

Código	UO.005
Título	Ud. Edificio prefabricado para albergar Centro de Transformación y 2 inversores.
Descripción	Ud. Edificio prefabricado de hormigón según norma UNESA RU 1303 A. Las dimensiones del edificio serán: 6740 Largo, 2500 Ancho y 2300m Alto., las unidades de medida antes expuesta están en milímetros. Unidad de obra dispuesta según planos adjuntos, con sus correspondientes puertas, rejillas, herrajes para equipotencialidad, compartimentos. Incluido el montaje y transporte hasta el lugar de colocación.

Cantidad

1 Ud.

Código	UO.006
Título	Ud. Edificio prefabricado para Centro de Seccionamiento.
Descripción	Ud. Edificio prefabricado de hormigón según norma UNESA RU 1303 A. Las dimensiones del edificio serán: 3950 Largo, 2560 Ancho y 2300m Alto., las unidades de medida antes expuesta están en milímetros. Unidad de obra dispuesta según planos adjuntos, con sus correspondientes puertas, rejillas, herrajes para equipotencialidad, compartimentos. Incluido el montaje y transporte hasta el lugar de colocación.

Cantidad

1 Ud.

SUBCAPÍTULO 3.1 EDIFICIOS PREFABRICADOS

Código	UO.006
Título	Ud. Edificio prefabricado para Centro de Seccionamiento.
Descripción	Ud. Edificio prefabricado de hormigón según norma UNESA RU 1303 A. Las dimensiones del edificio serán: 3950 Largo, 2560 Ancho y 2300m Alto., las unidades de medida antes expuesta están en milímetros. Unidad de obra dispuesta según planos adjuntos, con sus correspondientes puertas, rejillas, herrajes para equipotencialidad, compartimentos. Incluido el montaje y transporte hasta el lugar de colocación.

Cantidad

1 Ud.

SUBCAPÍTULO 3.2:ARQUETAS

Código	UO.007
Título	Ud. Arqueta de registro de línea de Baja Tensión, prefabricada para canalizaciones subterráneas tipo hormigón
Descripción	Ud. Arqueta de registro de línea de Baja Tensión, prefabricada para canalizaciones subterráneas tipo hormigón armado fck=25 MPa con dimensiones especificadas en las normas particulares de ENDESA, 620 mm x 520 mm. para el alojamiento de la canalización eléctrica de Baja Tensión. La composición elegida debe ser tal que el hormigón tenga una resistencia superior a 300 kg/cm ² y el espesor del recubrimiento de las armaduras debe ser igual o superior a 30 mm. La altura total de las arquetas será de 700 mm. y su parte superior tendrá forma troncopiramidal para cerrarse con la tapa normalizada. La arqueta no tendrá fondo. Completamente terminada, incluso con conexión de tubos.

Cantidad

12 Ud.

Código	UO.008
Título	Ud. Arqueta de registro de red tipo ENDESA A1
Descripción	Ud. Arqueta de registro de red tipo ENDESA A1 para el registro de la canalización de Media Tensión. Para esta arqueta se seguirán las normas particulares de ENDESA, en especial el capítulo de arquetas prefabricadas para canalizaciones subterráneas. La arqueta de hormigón tendrá una resistencia de hormigón de 300 kg/cm ² . La consistencia del hormigón será seca, con compactado por vibrado y el espesor del recubrimiento de las armaduras debe ser igual o superior a 30 mm. La altura total de las arquetas será de 70 cm. Completamente terminada, incluso con conexión de tubos.

Cantidad

1 Ud.

SUBCAPÍTULO 3.3:ESTRUCTURA

Código	UO.009
Título	Ud. Estructura de acero formado por pieza simple de la serie IPN, galvanizado en caliente.
Descripción	Ud. Estructura con perfil de acero UNE-EN 10025 S275JR, serie IPN 180, laminado en caliente, con recubrimiento galvanizado, para aplicaciones estructurales. Elaborado en taller y colocado en obra. Totalmente instalado.

Cantidad

5 Ud.

CAPÍTULO 4: GENERADOR SOLAR FOTOVOLTAICO

Código	UO.010
Título	Ud. Módulo Fotovoltaica de 250 Wp
Descripción	Ud. Módulo Fotovoltaico de 250 Wp. de tolerancia +5 Wp. ,formado por 60 células de tipo policristalino con marco de Aluminio anonizado completamente instalado sobre estructura mediante tornillería de acero inoxidable. Las dimensiones del módulo utilizado serán 1665 mm. de largo, 991 mm. de ancho y 38 mm. de alto, con un área de 1,65 m2. Totalmente conectado con caja de conexión de diseño, diodos, de derivación, cable solar y conectores tipo Multicontact.

Cantidad

800 Ud.

Código	UO.011
Título	Ud. Caja de campo para conexionado de cada subgenerador.
Descripción	Ud. Caja de campo para conexionado en la estructura de los aparcamientos. Esta caja de conexión está compuesta con 16 entradas en CC, grados de protección IP 54 e IK09,incluso un interruptor magnetotérmico de 2 P 16 A. y tensión nominal DC de 800 V. , poder de corte último de 5kA. Incluso descargador de sobretensión tipo 2 DC, compuesto de dos varistores de tres varistores, permitiendo llegar hasta 1000 V DC de tensión, corriente máxima transitoria de 20 kA, intensidad nominal 40 kA. y un tiempo de respuesto de 25 ns.Totalmente montado,replanteo, conexionado eléctrico y puesta en servicio.

Cantidad

8 Ud.

Código	UO.012
Título	Ud. Inversor para conexión a Red de 100 kW.
Descripción	Ud. Inversor trifásico para conexión a Red de 100 kW. de la marca INGETEAM, en concreto es el modelo INGECON SUN 100 kW.,con una potencia máxima de 130 kWp. Dicho inversor está provisto de un transformador de aislamiento.Incluido soporte y conexionado de todos los terminales de potencia y contro, incluyendo transporte y replanteo. La instalación completa del inversor queda detallada según su esquema.

Cantidad

2 Ud.

Código	UO.013
Título	Ud. Caja central de conexionado del inversor
Descripción	Ud. Caja central de conexionado para inversor, montado en el interior del habitáculo donde se aloja tanto los dos inversores como el Centro de Transformación. La caja de conexión está formada por 4 x 2 entradas en CC, y un grado de protección IP 54 e IK09. Incluido interruptores magnetotérmicos de 2P 63 A. con una tensión nominal DC de 800 V de tensión, poder de corte último de 5 kA.; Seccionador de corte en carga con una intensidad térmica de 250 A, intensidad asignada de servicio en la categoría AC22:250A., Intensidad asignada de servicio en la categoría c23:200A, Polos:3/4. Norma de referencia IEC 60947-3.Totalmente montado, replanteo, conexionado eléctrico y puesta en servicio.

Cantidad

2 Ud.

CAPÍTULO 5:CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Código	UO.014
Título	Ud. Transformador trifásico en baño de aceite, de 250 kVA de potencia.
Descripción	Ud. Transformador trifásico en baño de aceite, con refrigeración natural, de 250 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 20 kV de tensión del primario y 420 V de tensión del secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia, y grupo de conexión Dyn11, de tensión de corcocircuito de 4,5% y regulación primaria de +/- 2,5%, +/- 5%,+10%.Incorpora un termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados. Según UNE 21428, UNE-EN 50464 e IEC 60076-1.Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.

Cantidad

1 Ud.

Código	UO.015
Título	Ud. Celda modular de entrada de línea
Descripción	Ud. Celda de entrada de línea, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal, 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6.Totalmente instalada y puesta en servicio.

Cantidad

1 Ud.

Código	UO.016
Título	Ud. Celda modular de protección con fusible
Descripción	Ud. Celda de protección con fusible, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal, 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6

Cantidad

1 Ud.

Código UO.017
Título Ud. Juego de puentes trifásicos para el conexionado en el lado de BT
Descripción Ud. Montaje de juegos de puentes trifásico de BT de sección 80x5 mm. (hasta 1250A.) y pletinas de cobre flexible de 2(32x6). Incluso pantalla de protección de 100 mm. contra contactos directos, conexiones y fijaciones. Totalmente instalado y puesto en servicio.

Cantidad

1 Ud.

Código UO.018
Título Ud. Juego de puentes trifásicos para el conexionado en el lado de MT
Descripción Ud. Montaje de juegos de puentes trifásico de MT de sección formado por cables con una tensión asignada de 18/30 kV., tipo RHZ1, de sección nominal de 120 mm². Incluso elementos de conexión, instalado puesto en servicio.

Cantidad

1 Ud.

CAPÍTULO 6:CENTRO DE SECCIONAMIENTO

SUBCAPÍTULO: RECINTO PROTECCIÓN Y MEDIDA DEL CLIENTE.

Código UO.019
Título Ud. Celda modular de entrada de línea
Descripción Ud. Celda de entrada de línea, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal,50 Hz., 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6.Totalmente instalada y puesta en servicio.

Cantidad

1,00 Ud.

Código UO.020
Título Ud. Celda modular de medida, de 24 kV. De tensión asignada.
Descripción Ud. Celda de medida, de 24 kV de tensión asignada, 800x1025x1800 mm., aislamiento en gas SF6, envolvente metálica, manos manuales. Totalmente instalada y puesta en servicio.

Cantidad

1,00 Ud.

Código	UO.021
Título	Ud. Contador de energía bidireccional clase 1
Descripción	Ud. Suministro e instalación de contador de medida marca y modelo: ZIV 5CTD, bidireccional Clase 1, medida de energía activa y reactiva, potencia activa, reactiva y aparente, porta etiquetas precintable, armario de protección de poliéster de medidas exteriores 500x300x200 mm con tapa opaca y mirilla y grado de protección IP 43 e IK 08, p.p. de cableado, conexionado, sujeciones. Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.

Cantidad

1,00 Ud.

CAPÍTULO 6:CENTRO DE SECCIONAMIENTO

SUBCAPÍTULO: RECINTO PROTECCIÓN Y MEDIDA DEL CLIENTE.

Código	UO.022
Título	Ud. Celda modular de protección con fusible
Descripción	Ud. Celda de protección con fusible, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal, 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6

Cantidad

1,00 Ud.

CAPÍTULO 6:CENTRO DE SECCIONAMIENTO

SUBCAPÍTULO 2: RECINTO DE SECCIONAMIENTO

Código	UO.023
Título	Ud. Celda modular de seccionamiento
Descripción	Ud. Celda de seccionamiento, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, 420x850x1200 mm, con aislamiento integral de SF6.

Cantidad

1,00 Ud.

Código	UO.024
Título	Ud. Celda modular de salida
Descripción	Ud. Celda de salida, de 24 kV de tensión asignada, 370x780x1800 mm.

Cantidad

1,00 Ud.

CAPÍTULO 7:INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE CONTINUA

Código		UO.025
Título	m.l.	Cableado fotovoltaico ZZ-F (AS) 4mm ² Cu
Descripción	m.l.	Suministro e instalación de cables de interconexión entre los módulos y las cajas de campo para conexionado de cada subgenerador., realizada con conductores unipolarres PV ZZ- (AS) 1,8 kV DC, de 4 mm ² de sección nominal, en montaje superficial sobre estructura solar y sobre bandeja tipo rejilla, libre de halógenos, no propagadores de llama, con baja emisión de humos y gases corrosivos, resistentes a la superficie. Incluso p/p de conectores MC4 y elementos de soporte. Totalmente terminada la unidad de longitud ejecutada y conexionado. Según la especificación AENOR EA 0038, incluso replanteo.

Cantidad

658,58 m.

CAPÍTULO 7:INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE CONTINUA

Código		UO.026
Título	m.l.	Canalización subterránea en baja tensión desde caja conexión de cada subgenerador hasta caja conexión inversor.
Descripción	m.l.	Canalización subterránea en baja tensión desde caja conexión de cada subgenerador hasta caja conexión inversor, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros.La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de hasta 5 tubos de $\varnothing 63$ mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. Los 3 primeros tubos corresponderán a los subgeneradores 1,2 y 3. Cada uno de los circuitos de los subgeneradores antes mencionados llevarán circuitos de cable tipo PV ZZ-F (AS) de sección nominal 16 mm ² de Cu clase 5 con aislamiento 1,8 kV, libre de halógenos, resistentes al fuego, con baja emisión de humos y gases corrosivos. Los otros dos circuitos pertenecerán a un circuito de comunicación y un circuito de reserva respectivamente. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

Cantidad

426,00 m.

CAPÍTULO 7:INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN
SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE CONTINUA

Código	UO.027
Título	m.l. Canalización subterránea en baja tensión desde caja salida de conexión inversor hasta el Centro de Transformación.
Descripción	m.l. Canalización subterránea en Baja Tensión desde caja salida de conexión inversor hasta caja de conexión de CA, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros.La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de 2 tubos de ø160 mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. El primer tubo llevará los circuitos de 3x 120 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV. con aislamiento XLPE de los conductores de fase y el conductor neutro de 70 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV con aislamiento XLPE y el segundo tubo es el correspondiente al cableado de comunicación. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

Cantidad
4,00 m.

CAPÍTULO 7:INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN
SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE ALTERNA

Código	UO.028
Título	m.l. Canalización subterránea en baja tensión desde caja salida de conexión inversor hasta el Centro de Transformación.
Descripción	m.l. Canalización subterránea en Baja Tensión desde caja salida de conexión inversor hasta caja de conexión de CA, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros.La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de 2 tubos de ø160 mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. El primer tubo llevará los circuitos de 3x 120 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV. con aislamiento XLPE de los conductores de fase y el conductor neutro de 70 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV con aislamiento XLPE y el segundo tubo es el correspondiente al cableado de comunicación. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

Cantidad
4,00 m.

Código		UO.029
Título	m.l	Canalización subterránea en baja tensión desde el Centro de Transformación hasta el Centro de Seccionamiento.
Descripción	m.l	Canalización subterránea en Media Tensión en baja tensión desde el Centro de Transformación hasta el Centro de Seccionamiento, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros. La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de 2 tubos de $\varnothing 160$ mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. El primer tubo llevará los circuitos de 3x 120 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV. con aislamiento XLPE de los conductores de fase y el conductor neutro de 70 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV con aislamiento XLPE y el segundo tubo es el correspondiente al cableado de comunicación. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

Cantidad

6,00 m.

CAPÍTULO 7: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE ALTERNA

Código		UO.030
Título	Ud.	Caja general de protección
Descripción	Ud.	Suministro e instalación de caja general de protección equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según UNE-EN 60439-3, grado de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102. Contiene cargucho de fusión cerrada y un seccionador. Se seguirá las indicaciones específicas de la empresa suministradora. Incluso parte proporcional de ejecución de nicho en muro para la percepción de los tubos de acometida, incluyendo suministro, montaje e instalación completa.

Cantidad

2,00 Ud.

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA

Código	UO.031
Título	Ud. Tomas de tierra de las masas de la planta solar
Descripción	Ud. Suministro e instalación de toma de tierra según método 8/22 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em Marcha

Cantidad

1,00 Ud.

Código	UO.032
Título	Tomas de tierra de los neutros de la planta solar
Descripción	Suministro e instalación de toma de tierra según método 8/22 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha.

Cantidad

1,00 Ud.

Código	UO.033
Título	Ud. Tomas de tierra de protección de la red de MT
Descripción	Ud. Suministro e instalación de toma de tierra según método 30/8/42 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha.

Cantidad

1,00 Ud.

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA

Código		UO.034
Título	Ud.	Tomas de tierra de servicio de la red de MT
Descripción	Ud.	Suministro e instalación de toma de tierra según método 30/8/42 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha.

Cantidad
1,00 Ud.

Código		UO.035
Título	m.l.	Conductor de protección RV-K, de 4 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos.
Descripción	m.l.	Conductor de protección RV-K, de 4 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos. Incluso pequeño material, empalmes, fijaciones, totalmente conexionado y puesto en marcha.

Cantidad
371,00 m.

Código		UO.036
Título	m.l.	Conductor de protección RV-K, de 16 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos.
Descripción	m.l.	Conductor de protección RV-K, de 16 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos. Incluso pequeño material, empalmes, fijaciones, totalmente conexionado y puesto en marcha.

Cantidad
135,00 m.

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA

Código		UO.037
Título	m.l.	Conductor de protección RV-K, de 6 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos.
Descripción	m.l.	Conductor de protección RV-K, de 6 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos. Incluso pequeño material, empalmes, fijaciones, totalmente conexionado y puesto en marcha.

Cantidad
15,00 m.

CAPÍTULO 9: INSTALACIONES AUXILIARES

SUBCAPÍTULO 1: SUBCAPÍTULO 1: INSTALACIÓN ELÉCTRICA CASETA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN E INVERORES

Código UO.038
Título m.l. Acometida del local de inversores y CT
Descripción m.l. Línea general de alimentación formada por cables unipolares de 16 mm² tipo RV-K de Cobre bajo tubo protector de ø63 mm.

Cantidad
 10 m.

Código UO.039
Título Ud. Instalación receptora para local de Centro de Transformación e Inversores.
Descripción Ud. Instalación de red eléctrica completa de distribución al habitáculo. La instalación estará compuesta del grado de electrificación básico para cada una de las tres salas que integran el local. Además tendremos un cuadro general de mando y protección formado por los siguientes elementos: interruptor general automático de 63 A (2P), interruptor diferencial de 63 A. y 30 mA. y las protecciones correspondiente para cada circuito como se puede observar con más detalle en el esquema unifilar adjunto. Totalmente instalado, incluso cableado, conexionado y tubos protectores, tendido de cables y cajas de derivación con tapas. Para su entrega deberá estar totalmente montada y probada.

Cantidad
 1,00 Ud

CAPÍTULO 9:INSTALACIONES AUXILIARES

SUBCAPÍTULO 2: INSTALACIÓN ELÉCTRICA CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Código UO.040
Título Ud. Instalación receptora para local de Centro de Seccionamiento.
Descripción Ud. Instalación de red eléctrica completa de distribución al habitáculo. La instalación estará compuesta del grado de electrificación básico para cada una de las tres salas que integran el local. Además tendremos un cuadro general de mando y protección formado por los siguientes elementos: interruptor general automático de 25 A (2P), interruptor diferencial de 25 A. y 30 mA. y las protecciones correspondiente para cada circuito como se puede observar con más detalle en el esquema unifilar adjunto. Totalmente instalado, incluso cableado, conexionado y tubos protectores, tendido de cables y cajas de derivación con tapas. Para su entrega deberá estar totalmente montada y probada.

Cantidad
 1,00 Ud.

CAPÍTULO 10 :MONOTORIZACIÓN

Código UO.041
Título Ud. Router wifi para cada caja de conexionado de corriente continua
Descripción Ud. Suministro e instalación de router wifi para instalación en el interior de caja de protección. Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.

Cantidad

1,00 Ud.

CAPÍTULO10 :MONOTORIZACIÓN

Código UO.042
Título Ud. Modem receptor de señales
Descripción Ud. Suministro e instalación de modem receptro de señales para instalación en el interior de caja de protección. Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.

Cantidad

1,00 Ud.

CAPÍTULO 10 :MONOTORIZACIÓN

Código UO.043
Título Ud. Sensores
Descripción Ud. Suministro e instalación de sensores para la visualización de los parámetros más significativos. Totalmente instalada y puesta en marcha.

Cantidad

1,00 Ud.

Código UO.044
Título Ud. Suministro e instalación de ordenador de sobremesa con capacidad suficiente para procesar los datos y visualizar los parámetros obtenidos mediante los sensores. Totalmente instalada y puesta en servicio.
Descripción Ud. Suministro e instalación de sensores para la visualización de los parámetros más significativos. Totalmente instalada y puesta en marcha.

Cantidad

1,00 Ud.

CAPÍTULO 11:TRAMITACIONES

Código	UO.045
Título	Ud. Tramitación y legalización de la instalación fotovoltaica de 200 kW.
Descripción	Ud. Tramitación y legalización de la instalación fotovoltaica de 200 kW, realización de los tramites oportunos en la administración pública y procedimientos necesarios para la puesta en marcha de la instalación
	Cantidad
	1 Ud.

Fdo:

A handwritten signature in blue ink on a light green background. The signature is stylized, starting with a large 'J' and 'A' that are connected by a horizontal line. Below this, the name 'José A.' is written in a cursive script.

TRABAJO FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW
CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y
VENTA DE ENERGÍA.**

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

1.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	247
1.1.	PRECIOS SIMPLES.....	247
1.2.	CÁLCULO DEL COSTE DE MANO DE OBRA.....	249
1.3.	CÁLCULO DEL COSTE DE MAQUINARIA.....	249
1.4.	CÁLCULO DE LOS PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA.....	250
2.	PRESUPUESTO.....	277
2.1.	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	277
2.2.	PRESUPUESTO DE CONTRATACIÓN	291

1. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.

1.1. PRECIOS SIMPLES

CODIGO	TÍTULO	PRECIO
PS 01001	Ud. Material Auxiliar de la instalación	1,00 €
PS 20001	Ud. Módulo Fotovoltaico	320,00 €
PS 25001	Ud. Transformador trifásico de 250 kVA	6.496,32 €
PS 25002	Ud. Termómetro para protección térmica	120,00 €
PS 26001	Ud. Celda de línea de 24 kV de tensión asignada	2.081,52 €
PS 26002	Ud. Celda de protección de 24 kV De tensión asignada	2.842,76 €
PS 26003	Ud. Celda de medida de 24 kV De tensión asignada	1.749,47 €
PS 26004	Ud. Celda de seccionamiento de 24 kV de tensión asignada	2.081,52 €
PS 26005	Ud. Celda de remonte	1.363,89 €
PS 26501	Ud. Juego de pernos trifásicos para el conexionado en el lado de BT	567,55 €
PS 26502	Ud. Juego de puentes trifásicos para el conexionado en el lado de MT.	375,41 €
PS 30001	Ud. Inversor Trifásico para conexión a red 100 kW.	22.439,54 €
PS 40001	m ³ Arena de 0 a 5 mm de diámetro	12,02 €
PS 45001	m ³ Arena fina 0/s	8,39 €
PS 45002	m ³ Grava de cantera, de 19 a 25 mm de diámetro	7,23 €
PS 45001	m ³ Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en central y vertido con cubilote	68,63 €
PS 50000	m.l.Tubo PVC de ø40 mm	3,20 €
PS 50001	m.l.Tubo PVC de ø63 mm	3,40 €
PS 50002	m.l. Tubo PVC de ø160 mm	5,54 €
PS 50003	m.l. Tubo PVC de ø40 mm	3,20 €
PS 50004	m.l.Tubo PVC de ø25 mm	2,60 €
PS 55001	m.l.Cinta de señalización	0,20 €
PS 60000	m.l.Cable de Cu de 4 mm ² tipo PV ZZ-F(AS)	0,52 €
PS 60000	m.l.Cable de Cu de 16 mm ² tipo PV ZZ-F(AS)	9,46 €
PS 61001	m.l.Cable de Cu de 120 mm ² tipo RV 0,6/1kV.	23,44 €
PS 61002	m.l.Cable de Cu de 1,5mm ² tipo RV-K	0,45 €

PS 61003	m.l.Cable de Cu de 2,5mm ² tipo RV-K	0,50 €
PS 61004	m.l. Cable de Cu de 4 mm ² tipo RV-K	0,52€
PS 61005	m.l. Cable de Cu de 16 mm ² tipo RV-K	2,34€
PS 66001	Ud.Ventilador helicoidal de 8 polos	855,46 €
PS 65001	m.l.Cable de comunicaciones	4,37 €
PS 66001	m.l.Conductor de tierra de 35 mm ² de Cu	1,56 €
PS 67001	Ud. Pletina de conexión a tierra	4,25 €
Ps 67002	Ud. Picas de tierra	11,22€
PS 68001	Ud. Luminaria de superficie para 4 lámparas fluorescentes de 18 W	461,24 €
PS 68201	Ud. Luminaria de emergencia	211,44 €
PS 69001	Ud. Base de enchufe de 16 A 2P+T	9,69 €
PS 70001	Ud. Caja de conexionado 6x 2 entradas con unas dimensiones de 140x220x140 mm	
PS 70002	Ud. Caja conexión 205x220x140 mm	135,00 €
PS 71001	Ud. Armario de protección de medidas exteriores 500x300x200mm.	150,00 €
PS 73001	Ud. Caja general de protección	120,00 €
PS 73002	Ud. Cuadro general de mando y protección	247,57 €
PS 72001	Ud. Contador de energía bidireccional clase 1	643,66 €
PS 75001	Ud. Interruptor magnetotérmico 2P 16 A.	84,25 €
PS 75002	Ud. Interruptor magnetotérmico 2P DC 63 A.	122,54 €
PS 75101	Ud. Fusible tipo cuchilla 250 A. carga gG	56,25 €
PS 77001	Ud. Seccionador de corte en carga	197,45 €
PS 77002	Ud. Seccionador In 250 A, 380/415 VCA	245,67 €
PS 78001	Ud. Descargador de sobretensión Tipo 2 DC	174,20 €
PS 80001	Ud. Edificio prefabricado para alojar dos inversores y el Centro de Transformación	14.560,00 €
PS 80002	Ud. Edificio prefabricado para alojar el Centro de Seccionamiento	4.360,00 €
PS 90001	Ud. Arqueta registrable de hormigón armado de dimensiones 620 mm. x 520 mm.	85,40 €
PS 90002	Ud.Arqueta registrable de hormigón tipo A1	67,55 €
PS 90003	Arqueta 30x30x25	44,24 €

PS 91001	Ud. Marco y tapa prefabricados de hormigón armado fck=25 MPa, con espesor de la tapa de 6 cm.	55,40 €
PS 91002	Marco y tapara arqueta de registro de dimensiones 30x30x35 cm espesor de la tapa de 6 cm.	26,66€
PS 95001	Ud. Router wifi para cada caja de Conexionado.	26,66 €
PS 96002	Ud. Modem receptor de señales Con 25 entradas digitales.	42 €
PS 96003	Ud. Sensor de temperatura Ambiente.	79,56 €
PS 96004	Ud. Sensor de irradiancia Solar.	286,44 €
PS 96005	Ud. Sensor de temperatura Módulo fotovoltaico.	56,77 €
PS 96006	Ud. Ordenador de sobremesa	456 €
PS 00001	Ud. Tramitación y legalización	8.500,00 €

1.2. CÁLCULO DEL COSTE DE MANO DE OBRA.

MO.EL. 001	Mano de obra oficial de electricista	17,82 €
MO.EL. 002	Mano de obra ayudante de electricista	16,10 €
MO.OB. 001	Mano de obra Ofical Primera	17,24 €
MO.OB. 002	Mano de obra Peón	15,92 €

1.3. CÁLCULO DEL COSTE DE MAQUINARIA.

MAQ. 001	Retroexcavadora con martillo rompedro,incluso maquinista	43,42 €
MAQ. 002	Camión para traslado	43,42 €
MAQ. 003	Retroexcavadora con pala cargadora	43,42 €
MAQ. 004	Alquiler mensual de grúa torre para transporte de materiales de 45 m de flecha y 1000 kg de carga en punta, incluso telemando, mantenimiento y seguro de responsabilidad civil	
MAQ. 005	Maquinaria especial para excavación de pozos, incluso maquinista.	43,42 €

1.4. CÁLCULO DE LOS PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA

CAPÍTULO 1: DEMOLICIONES

Código	UO. 001				
Título	m ²	Demolición del pavimento de hormigón			
Descripción	m ²	Demolición del pavimento de 10 cm. de espesor, mediante la acción de una retroexcavadora con martillo rompedro. Incluso p/p de limpieza, retirada y carga mediante retroexcavadora con pala sobre contendor.			
		Cantidad	Precio	Total	
MAQ. 001	H.	Retroexcavadora con martillo rompedro,incluso maquinista	0,20	43,42	8,68
MAQ. 002	H.	Camión para traslado	0,05	43,42	2,17
MAQ. 003	H.	Retroexcavadora con pala cargadora para recogida de escombros,incluso maquinista	0,10	43,42	4,34
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	1,00	3,00	3,00
					18,20 €
		Gastos Indirectos	0,03		0,55 €
		TOTAL			18,74 €

Código	UO. 002				
Título	m ²	Retirada de chapa de las estructuras de los aparcamientos.			
Descripción	m ²	Retirada de chapa de las estructuras de los aparcamientos, mediante camión grua.			
		Cantidad	Precio	Total	
MAQ. 004	H.	Alquiler mensual de grúa torre para transporte de materiales de 45 m de flecha y 1000 kg de carga en punta, incluso telemando, mantenimiento y seguro de responsabilidad civil	0,05	54,22	2,71
MAQ. 002	H.	Camión para traslado	0,03	43,42	1,30
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	1,00		1,00
				1,00	5,01 €
		Gastos Indirectos	0,03		0,15 €
		TOTAL			5,16 €

CAPÍTULO 2: MOVIMIENTO DE TIERRAS

Código	UO.003	
Título	m ³	Excavación de zanjas Profundidad máxima 1,20 metros
Descripción	m ³	Excavación de zanjas en terrenos arcillosos, realizados de forma mecánica con una retroexcavadora o maquinaria de uso similar hasta una profundidad máxima de 1,20 metros y una anchura de 0,4 metros. Incluso retirada de escombros resultantes a la excavación y transporte al vertedero, incluido los trabajos especiales debido a las proximidades de cualquier elemento que pueda causar una avería, como pueden ser otros cables,etc.

			Cantidad	Precio	Total
MAQ. 001	H.	Retroexcavadora con martillo rompedro,incluso maquinista	0,20	43,42	8,68
MAQ. 002	H.	Camión para traslado	0,10	43,42	4,34
MAQ. 003	H.	Retroexcavadora con pala cargadora para recogida de escombros,incluso maquinista	0,05	43,42	2,17
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	1,00	3,00	3,00
					18,20 €
Gastos Indirectos			3,00%		0,55 €
TOTAL					18,74 €

Código	UO.004	
Título	m ³	Excavación de fosos con una profundidad máxima de 1,2 metros.
Descripción	m ³	Excavación de fosos en terrenos arcillosos, realizados de forma mecánica con una retroexcavadora o maquinaria de uso similar hasta una profundidad máxima de 1,20 metros. Incluso retirada de escombros resultantes a la excavación y transporte al vertedero, incluido los trabajos especiales debido a las proximidades de cualquier elemento que pueda causar una avería, como pueden ser otros cables,etc.

			Cantidad	Precio	Total
MAQ. 005	H.	Maquinaria especial para excavación de pozos,incluso maquinista	0,25	43,42	10,86
MAQ. 002	H.	Camión para traslado	0,05	43,42	2,17
MAQ. 003	H.	Retroexcavadora con pala cargadora para recogida de escombros,incluso maquinista	0,10	43,42	4,34
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	1,00	3,00	3,00
					20,37 €
Gastos Indirectos			3,00%		0,61 €
TOTAL					20,98 €

CAPÍTULO 3: OBRA CIVIL					
SUBCAPÍTULO 3.1 EDIFICIOS PREFABRICADOS					
Código	UO.005				
Título	Ud. Edificio prefabricado para albergar Centro de Transformación y 2 inversores.				
Descripción	Ud. Edificio prefabricado de hormigón según norma UNESA RU 1303 A. Las dimensiones del edificio serán: 6740 Largo, 2500 Ancho y 2300m Alto., las unidades de medida antes expuesta están en milímetros. Unidad de obra dispuesta según planos adjuntos, con sus correspondientes puertas, rejillas, herrajes para equipotencialidad, compartimentos. Incluido el montaje y transporte hasta el lugar de colocación.				
		Cantidad	Precio	Total	
PS 80001	Ud.	Edificio prefabricado para alojar dos inversores y el Centro de Transformación	1,00	14.560,00	14.560,00
MAQ. 004	H.	Alquiler mensual de grúa torre para transporte de materiales de 45 m de flecha y 1000 kg de carga en punta, incluso telemando, mantenimiento y seguro de responsabilidad civil	2,00	54,22	108,44
MO.OB. 001	H.	Mano de obra Ofical Primera	30,00	17,24 €	517,20
MO.OB. 002	H.	Mano de obra Peón especializado	25,00	15,92 €	398,00
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	1,00	25,00	25,00
					15.608,64€
		Gastos Indirectos	3,00%		468,26€
		TOTAL			16.076,90€

CAPÍTULO 3: OBRA CIVIL					
SUBCAPÍTULO 3.1 EDIFICIOS PREFABRICADOS					
Código	UO.006				
Título	Ud. Edificio prefabricado para Centro de Seccionamiento.				
Descripción	Ud. Edificio prefabricado de hormigón según norma UNESA RU 1303 A. Las dimensiones del edificio serán: 3950 Largo, 2560 Ancho y 2300m Alto., las unidades de medida antes expuesta están en milímetros. Unidad de obra dispuesta según planos adjuntos, con sus correspondientes puertas, rejillas, herrajes para equipotencialidad, compartimentos. Incluido el montaje y transporte hasta el lugar de colocación.				
		Cantidad	Precio	Total	
PS 80002	Ud.	Edificio prefabricado para alojar el Centro de Seccionamiento.	1,00	4.360,00	4.360,00
	H.	Alquiler mensual de grúa torre para transporte de materiales de 45 m de flecha y 1000 kg de carga en punta, incluso telemando, mantenimiento y seguro de responsabilidad civil	2,00	54,22	108,44
MO.OB. 001	H.	Mano de obra Ofical Primera	30,00	17,24 €	517,20
MO.OB. 002	H.	Mano de obra Peón especializado	25,00	15,92 €	398,00
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	1,00	25,00	25,00
					5.408,64€
		Gastos Indirectos	3,00%		162,26€
		TOTAL			5.570,90€

CAPÍTULO 3: OBRA CIVIL

SUBCAPÍTULO 3.2:ARQUETAS

Código UO.007
Título Ud. Arqueta de registro de línea de Baja Tensión, prefabricada para canalizaciones subterráneas tipo hormigón.

Descripción Ud. Arqueta de registro de línea de Baja Tensión, prefabricada para canalizaciones subterráneas tipo hormigón armado fck=25 MPa con dimensiones especificadas en las normas particulares de ENDESA, 620 mm x 520 mm. para el alojamiento de la canalización eléctrica de Baja Tensión. La composición elegida debe ser tal que el hormigón tenga una resistencia superior a 300 kg/cm² y el espesor del recubrimiento de las armaduras debe ser igual o superior a 30 mm. La altura total de las arquetas será de 700 mm. y su parte superior tendrá forma troncopiramidal para cerrarse con la tapa normalizada La arqueta no tendrá fondo.Completamente terminada, incluso conexionado de tubos.

			Cantidad	Precio	Total
PS 90001	Ud.	Arqueta registrable de hormigón armado de dimensiones 620 mm. x 520 mm.	1,00	85,40	85,40
Ps 91001	Ud.	Marco y tapa prefabricados de hormigón armado fck=25 Mpa, con espesor de la tapa de 6 cm.	1,00	55,40	55,40
PS 45002	m ³	Grava de cantera, de 19 a 25 mm de diámetro	0,65	7,23	4,70
PS 45003	m ³	Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en central y vertido con cubilote	0,16	68,63 €	10,98
MAQ. 003	H.	Retroexcavadora con pala	0,08	43,42 €	3,47
MO.OB.001	H.	Mano de obra Ofical Primera	0,70	17,24 €	12,07
MO.OB.002	H.	Mano de obra Peón especializado	0,60	15,92 €	9,55
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	3,00	1,00 €	3,00
					39,07
Gastos Indirectos			3,00%		1,17
TOTAL					40,25 €

CAPÍTULO 3: OBRA CIVIL
SUBCAPÍTULO 3.2:ARQUETAS

Código	UO.008				
Título	Ud.	Arqueta de registro de red tipo ENDESA A1			
Descripción	Ud.	Arqueta de registro de red tipo ENDESA A1 para el registro de la canalización de Media Tensión. Para esta arqueta se seguirán las normas particulares de ENDESA, en especial el capítulo de arquetas prefabricadas para canalizaciones subterráneas. La arqueta de hormigón tendrá una resistencia de hormigón de 300 kg/cm ² . La consistencia del hormigón será seca, con compactado por vibrado y el espesor del recubrimiento de las armaduras debe ser igual o superior a 30 mm.La altura total de las arquetas será de 70 cm. Completamente terminada, incluso conexas de tubos.			
			Cantidad	Precio	Total
PS 90002	Ud.	Arqueta registrable de hormigón tipo A1	1,00	67,55	67,55
		Marco y tapa prefabricados de hormigón armado fck=25 Mpa, con espesor de la tapa de 6 cm.	1,00	44,65	44,65
Ps 91001	Ud.				
PS 45002	m ³	Grava de cantera, de 19 a 25 mm de diámetro	0,70	7,23	5,06
PS 45003		Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en central y vertido con cubilote	0,20	68,63 €	13,73
MAQ. 003	H.	Retroexcavadora con pala	0,08	43,42 €	3,47
MO.OB.001	H.	Mano de obra Oficial Primera	0,70	17,24 €	12,07
MO.OB.002	H.	Mano de obra Peón especializado	0,60	15,92 €	9,55
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	3,00	1,00	3,00
					159,08
		Gastos Indirectos	3,00%		4,77
		TOTAL			163,85 €

CAPÍTULO 4: GENERADOR SOLAR FOTOVOLTAICO

Código	UO.010				
Título	Ud.	Módulo Fotovoltaica de 250 Wp			
Descripción	Ud.	Módulo Fotovoltaico de 250 Wp. de tolerancia +5 Wp. , formado por 60 células de tipo policristalino con marco de Aluminio anodizado completamente instalado sobre estructura mediante tornillería de acero inoxidable. Las dimensiones del módulo utilizado serán 1665 mm. de largo, 991 mm. de ancho y 38 mm. de alto, con un área de 1,65 m2. Totalmente conectado con caja de conexión de diseño, diodos, de derivación, cable solar y conectores tipo Multicontact.			
			Cantidad	Precio	Total
PS 20001	Ud.	Módulo Fotovoltaico	1,00	168,35 €	168,35
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	0,15	17,82 €	2,67
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	0,15	16,10 €	2,42
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	2,00	1,00	2,00
					175,44
		Gastos Indirectos	3,00%		5,26
		TOTAL			180,70 €

CAPÍTULO 4: GENERADOR SOLAR FOTOVOLTAICO

Código	UO.011
Título	Ud. Caja de campo para conexionado de cada subgenerador.
Descripción	Ud. Ud. Caja de campo para conexionado en la estructura de los aparcamientos. Esta caja de conexión está compuesta con 16 entradas en CC, grados de protección IP 54 e IK09, incluso un interruptor magnetotérmico de 2 P 16 A. y tensión nominal DC de 800 V. , poder de corte último de 5kA. Incluso descargador de sobretensión tipo 2 DC, compuesto de dos varistores de tres varistores, permitiendo llegar hasta 1000 V DC de tensión, corriente máxima transitoria de 20 kA, intensidad nominal 40 kA. y un tiempo de respuesta de 25 ns.Totalmente montado,replanteo, conexionado eléctrico y puesta en servicio.

			Cantidad	Precio	Total
PS 70001	Ud.	Caja de conexionado 6 x 2 entradas con unas dimensiones de 140x220x140 mm	1,00	85,66	85,66
PS 75001	Ud.	Ud. Interruptor magnetotérmico 2P 16 A.	5,00	84,25	421,25
		Ud. Descargador de sobretensión Tipo 2 DC	1,00	174,20	174,20
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	0,80	17,82	14,26
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	0,80	16,10	12,88
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	3,50	1,00	3,50
					626,09
Gastos Indirectos			3,00%		18,78
TOTAL					644,87 €

Código	UO.012
Título	Ud. Inversor para conexión a Red de 100 kW.
Descripción	Ud. Inversor trifásico para conexión a Red de 100 kW. de la marca INGETEAM, en concreto es el modelo INGECON SUN 100 kW.,con una potencia máxima de 130 kWp. Dicho inversor está provisto de un transformador de aislamiento.Incluido soporte y conexionado de todos los terminales de potencia y contro, incluyendo transporte y replanteo. La instalación completa del inversor queda detallada según su esquema.

			Cantidad	Precio	Total
PS 30001	Ud.	Inversor Trifásico para conexión a red 100 kW.	1,00	16.354,59	22.359,54
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	6,50	17,82	115,83
		Mano de obra ayudante de electricista	6,50	16,10	104,65
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	25,00	1,00	25,00
					22.605,02€
Gastos Indirectos			3,00%		678,15
TOTAL					23.283,17€

CAPÍTULO 4: GENERADOR SOLAR FOTOVOLTAICO

Código	UO.013			
Título	Ud. Caja central de conexionado del inversor			
Descripción	Ud. Caja central de conexionado para inversor, montado en el interior del habitáculo donde se aloja tanto los dos inversores como el Centro de Transformación. La caja de conexión está formada por 4 x 2 entradas en CC, y un grado de protección IP 54 e IK09. Incluido interruptores magnetotérmicos de 2P 63 A. con una tensión nominal DC de 800 V de tensión, poder de corte último de 5 kA.; Seccionador de corte en carga con una intensidad térmica de 250 A, intensidad asignada de servicio en la categoría AC22:250A., Intensidad asignada de servicio en la categoría c23:200A, Polos:3/4. Norma de referencia IEC 60947-3.Totalmente montado, replanteo, conexionado eléctrico y puesta en servicio.			
		Cantidad	Precio	Total
PS 70002	Ud. Caja conexión 205x220x140 mm	1,00	135,00	135,00
PS 75002	Ud. Interruptor magnetotérmico 2P DC 63 A.	4,00	122,54	490,16
PS 77001	Ud. Seccionador de corte en carga	1,00	197,45	197,45
MO.EL. 001	H. Mano de obra oficial de electricista	6,50	17,82	115,83
MO.EL. 002	H. Mano de obra ayudante de electricista	1,10	16,10	17,71
PS 01001	Ud. Material Auxiliar de la instalación	0,90	1,00	0,90
				957,05
	Gastos Indirectos	3,00%		28,71
	TOTAL			985,76 €

CAPÍTULO 5:CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Código	UO.014			
Título	Ud. Transformador trifásico en baño de aceite, de 250 kVA de potencia.			
Descripción	Ud. Transformador trifásico en baño de aceite, con refrigeración natural, de 250 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 20 kV de tensión del primario y 420 V de tensión del secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia, y grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4,5% y regulación primaria de +/- 2,5%, +/- 5%,+10%.Incorpora un termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobrecorrientes, instalados. Según UNE 21428, UNE-EN 50464 e IEC 60076-1.Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.			
		Cantidad	Precio	Total
PS 25001	Ud. Transformador trifásico en baño de aceite , de 250 kVA de potencia.	1	6496,32	6496,32

	Ud.	Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.	1,00		120,00
PS 25002				120,00 €	
MO.EL. 001	h	Mano de obra oficial de electricista	8,60	17,82	153,25
MO.EL. 002	h	Mano de obra ayudante de electricista	8,00	16,10	128,80
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	45,00	1,00	45,00
					6.943,37
		Gastos Indirectos	3,00%		208,30
		TOTAL			7.151,67 €

CAPÍTULO 5: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Código	UO.015				
Título	Ud.	Celda modular de entrada de línea			
Descripción	Ud.	Celda de entrada de línea, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal, 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6. Totalmente instalada y puesta en servicio.			
PS 26001			Cantidad	Precio	Total
	Ud.	Celda de línea, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, 370x850x1800 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre e interruptor seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra.	1	2081,52	2081,52
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	2	17,82	35,64
	H.	Mano de obra ayudante de electricista	1,8	16,1	28,98
MO.EL. 002					
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	23	1	23
					2169,14
		Gastos Indirectos	3,00%		65,07
		TOTAL			2.234,21 €

Código	UO.016				
Título	Ud.	Celda modular de protección con fusible			
Descripción	Ud.	Celda de protección con fusible, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal, 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6			
		Cantidad	Precio		
			Total		
	Ud.	Celda de línea, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, 370x850x1800 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre e interruptor seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra.	1	2842,76	2842,76
PS 26002					
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	2	17,82	35,64
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	1,8	16,1	28,98
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	23	1	23
					2.930,38 €
Gastos Indirectos			3,00%		87,91 €
TOTAL					3.018,29 €

CAPÍTULO 5:CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Código	UO.017				
Título	Ud.	Juego de puentes trifásicos para el conexionado en el lado de BT			
Descripción	Ud.	Montaje de juegos de puentes trifásico de BT de sección 80x5 mm. (hasta 1250A.) y pletinas de cobre flexible de 2(32x6). Incluso pantalla de protección de 100 mm. contra contactos directos, conexiones y fijaciones. Totalmente instalado y puesto en servicio.			
		Cantidad	Precio	Total	
	Ud.	Juego de pernos para el conexionado en el lado de BT.	1	567,55	567,55
PS 26501					
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	3	17,82	53,46
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	2,5	16,1	40,25
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	15	1	15
					676,26 €
Gastos Indirectos			3,00%		20,29 €
TOTAL					696,55 €

Código	UO.018		
Título	Ud. Juego de puentes trifásicos para el conexionado en el lado de MT		
Descripción	Ud. Montaje de juegos de puentes trifásico de MT de sección formado por cables con una tensión asignada de 18/30 kV., tipo RHZ1, de sección nominal de 240 mm ² . Incluso elementos de conexión , instalado puesto en servicio.		
		Cantidad	Precio
			Total
	Juego de puentes trifásicos para el	1	255,77
PS 26502	Ud. conexionado en el lado de MT.		255,77
MO.EL. 001	H. Mano de obra oficial de electricista	3,00	17,82
			53,46
MO.EL. 002	H. Mano de obra ayudante de electricista	2,50	16,10
			40,25
PS 01001	Ud. Material Auxiliar de la instalación	15,00	1,00
			15,00
			364,48 €
	Gastos Indirectos	3,00%	10,93 €
	TOTAL		375,41 €

CAPÍTULO 6:CENTRO DE SECCIONAMIENTO

SUBCAPÍTULO: RECINTO PROTECCIÓN Y MEDIDA DEL CLIENTE.

Código	UO.019		
Título	Ud. Celda modular de entrada de línea		
Descripción	Ud. Celda de entrada de línea, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal,50 Hz., 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6.Totalmente instalada y puesta en servicio.		
		Cantidad	Precio
			Total
PS 26001	Ud. Celda de línea, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, 370x850x1800 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre e interruptor seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra.	1	2081,52
			2081,52
MO.EL. 001	H. Mano de obra oficial de electricista	2,00	17,82
			35,64
MO.EL. 002	H. Mano de obra ayudante de electricista	1,80	16,10
			28,98
PS 01001	Ud. Material Auxiliar de la instalación	23,00	1,00
			23,00
			2.169,14 €
	Gastos Indirectos	3,00%	65,07 €
	TOTAL		2.234,21 €

Código	UO.020		
Título	Ud. Celda modular de medida, de 24 kV. De tensión asignada.		
Descripción	Ud. Celda de medida, de 24 kV de tensión asignada, 800x1025x1800 mm., aislamiento en gas SF6, envolvente metálica, manos manuales. Totalmente instalada y puesta en servicio.		

			Cantidad	Precio	Total
PS 26003	Ud.	Celda de medida, de 24 kV de tensión asignada, 800x1025x1800 mm, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre y transformadores de medida	1	1749,47	1749,47
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	2,00	17,82	35,64
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	1,80	16,10	28,98
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	23,00	1,00	23,00
					1.837,09€
Gastos Indirectos			3,00%		55,11 €
TOTAL					1.892,20€

CAPÍTULO 6:CENTRO DE SECCIONAMIENTO

SUBCAPÍTULO: RECINTO PROTECCIÓN Y MEDIDA DEL CLIENTE.

Código	UO.021		
Título	Ud. Contador de energía bidireccional clase 1		
Descripción	Ud. Suministro e instalación de contador de medida marca y modelo: ZIV 5CTD, bidireccional Clase 1, medida de energía activa y reactiva, potencia activa, reactiva y aparente, porta etiquetas precintable, armario de protección de poliéster de medidas exteriores 500x300x200 mm con tapa opaca y mirilla y grado de protección IP 43 e IK 08, p.p. de cableado, conexionado, sujecciones. Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.		

			Cantidad	Precio	Total
PS 72001	Ud.	Contador de energía bidireccional clase 1	1	2955,4	2955,4
PS 71001	Ud.	Armario de protección de medidas exteriores 500x300x200mm.	1	150	150
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	2,00	17,82	35,64
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	1,80	16,10	28,98
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	23,00	1,00	23,00
					3.193,02 €
Gastos Indirectos			3,00%		95,79 €
TOTAL					3.288,81 €

Código	UO.022			
Título	Ud. Celda modular de protección con fusible			
Descripción	Ud. Celda de protección con fusible, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal, 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6			
		Cantidad	Precio	Total
PS 26002	Ud. Celda de línea, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, 370x850x1800 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre e interruptor seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra.	1	2842,76	2842,76
MO.EL. 001	H. Mano de obra oficial de electricista	2,00	17,82	35,64
MO.EL. 002	H. Mano de obra ayudante de electricista	1,80	16,10	28,98
PS 01001	Ud. Material Auxiliar de la instalación	23,00	1,00	23,00
				2.930,38 €
	Gastos Indirectos	3,00%		87,91 €
	TOTAL			3.018,29 €

CAPÍTULO 6:CENTRO DE SECCIONAMIENTO

SUBCAPÍTULO 2: RECINTO DE SECCIONAMIENTO

Código	UO.023			
Título	Ud. Celda modular de seccionamiento			
Descripción	Ud. Celda de seccionamiento, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, 420x850x1200 mm, con aislamiento integral de SF6.			
		Cantidad	Precio	Total
PS 26004	Ud. Celda de seccionamiento, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, 420x850x1200 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre e interruptor tripola	1	2081,52	2081,52
MO.EL. 001	H. Mano de obra oficial de electricista	2,00	17,82	35,64
MO.EL. 002	H. Mano de obra ayudante de electricista	1,80	16,10	28,98
PS 01001	Ud. Material Auxiliar de la instalación	25,00	1,00	25,00
				2.171,14 €
	Gastos Indirectos	3,00%		65,13 €
	TOTAL			2.236,27 €

Código	UO.024				
Título	Ud.	Celda modular de salida			
Descripción	Ud.	Celda de salida, de 24 kV de tensión asignada, 370x780x1800 mm.			
			Cantidad	Precio	Total
			1,00	1.486,82	1.486,82
			Cantidad	Precio	Total
PS 26005	Ud.	Celda de remonte, de 24 kV de tensión asignada, 370x780x1800 mm, formada por cuerpo metálico y embarrado de cobre	1	1363,89	1363,89
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	2,00	17,82	35,64
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	1,80	16,10	28,98
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	15,00	1,00	15,00
					<hr/>
					1.443,51€
		Gastos Indirectos	3,00%		43,31 €
		TOTAL			1.486,82€

CAPÍTULO 7:INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE CONTINUA

Código	UO.025				
Título	m.l.	Cableado fotovoltaico ZZ-F (AS) 4mm ² Cu			
Descripción	m.l.	Suministro e instalación de cables de interconexión entre los módulos y las cajas de campo para conexionado de cada subgenerador., realizada con conductores unipolarres PV ZZ- (AS) 1,8 kV DC, de 4 mm ² de sección nominal, en montaje superficial sobre estructura solar y sobre bandeja tipo rejilla, libre de halógenos, no propagadores de llama, con baja emisión de humos y gases corrosivos, resistentes a la superficie. Incluso p/p de conectores MC4 y elementos de soporte. Totalmente terminada la unidad de longitud ejecutada y conexionado. Según la especificación AENOR EA 0038, incluso replanteo.			
			Cantidad	Precio	Total
PS 60000	Ud.	Cable unipolar del tipo ZZ-F(AS) 1,8kV DC de 4 mm ² de sección nominal	1	0,52	0,52
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	0,02	17,82	0,36
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	0,02	16,10	0,24
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	0,10	1,00	0,10
					<hr/>
					1,22 €
		Gastos Indirectos	3,00%		0,04 €
		TOTAL			1,25 €

CAPÍTULO 7: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE CONTINUA

Código		UO.026
Título	m.l.	Canalización subterránea en baja tensión desde caja conexión de cada subgenerador hasta caja conexión inversor.
Descripción	m.l.	Canalización subterránea en baja tensión desde caja conexión de cada subgenerador hasta caja conexión inversor, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros. La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de hasta 5 tubos de ø63 mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. Los 3 primeros tubos corresponderán a los subgeneradores 1,2 y 3. Cada uno de los circuitos de los subgeneradores antes mencionados llevarán circuitos de cable tipo PV ZZ-F (AS) de sección nominal 16 mm ² de Cu clase 5 con aislamiento 1,8 kV, libre de halógenos, resistentes al fuego, con baja emisión de humos y gases corrosivos. Los otros dos circuitos pertenecerán a un circuito de comunicación y un circuito de reserva respectivamente. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

			Cantidad	Precio	Total
PS 40000	m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro	0,01	6,89	0,06
Ps 50001	m.l.	Tubo PVC de ø63 mm	5,00	3,40	17,00
PS 45001	m ³	Arena fina 0/s	0,04	8,39	0,34
PS 60001	m.l.	Cable de Cu de 16 mm ² tipo PV ZZ-F(AS)	3,00	9,46	28,38
PS 65001	m.l.	Cable de comunicaciones	1,00	4,37 €	4,37
PS 55001	m.l.	Cinta de señalización	1,00	0,20	0,20
MAQ. 003	H.	Retroexcavadora con pala	0,17	43,42 €	7,38
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	0,15	17,82 €	2,67
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	0,15	15,92 €	2,39
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	3,00	1,00	3,00
					65,78 €
Gastos Indirectos			3,00%		1,97 €
TOTAL					67,76 €

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE CONTINUA

Código		UO.027
Título	m.l.	Canalización subterránea en baja tensión desde caja salida de conexión inversor hasta el Centro de Transformación.
Descripción	m.l.	Canalización subterránea en Baja Tensión desde caja salida de conexión inversor hasta caja de conexión de CA, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros. La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de 2 tubos de $\varnothing 160$ mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. El primer tubo llevará los circuitos de 3x 120 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV. con aislamiento XLPE de los conductores de fase y el conductor neutro de 70 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV con aislamiento XLPE y el segundo tubo es el correspondiente al cableado de comunicación. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

			Cantidad	Precio	Total
PS 40000	m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro	0,01	6,89	0,06
Ps 50002	m.l.	Tubo PVC de $\varnothing 160$ mm	2,00	5,54	11,08
PS 45001	m ³	Arena fina 0/s	0,04	8,39	0,34
PS 60002	m.l.	Cable de Cu de 120 mm ² tipo RV 0,6/1kV.	1,00	23,44 €	23,44
PS 65001	m.l.	Cable de comunicaciones	1,00	4,37 €	4,37
PS 55001	m.l.	Cinta de señalización	1,00	0,20	0,20
MAQ. 003	h	Retroexcavadora con pala	0,17	43,42 €	7,38
MO.EL. 001	Ud.	Mano de obra oficial de electricista	0,17	17,82 €	3,03
MO.EL. 002	Ud.	Mano de obra ayudante de electricista	0,17	15,92 €	2,71
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	3,00	1,00	3,00
					55,60 €
		Gastos Indirectos	3,00%		1,67 €
		TOTAL			57,27 €

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE ALTERNA

Código		UO.028			
Título	m.l.	Canalización subterránea en baja tensión desde caja salida de conexión inversor hasta el Centro de Transformación.			
Descripción	m.l.	Canalización subterránea en Baja Tensión desde caja salida de conexión inversor hasta caja de conexión de CA, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros. La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de 2 tubos de Ø160 mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. El primer tubo llevará los circuitos de 3x 120 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV. con aislamiento XLPE de los conductores de fase y el conductor neutro de 70 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV con aislamiento XLPE y el segundo tubo es el correspondiente al cableado de comunicación. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.			
			Cantidad	Precio	Total
			4,00	57,27 €	229,06
			Cantidad	Precio	Total
PS 40000	m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro	0,01	6,89	0,06
Ps 50002	m.l.	Tubo PVC de Ø160 mm	2,00	5,54	11,08
PS 45001	m ³	Arena fina 0/s	0,04	8,39	0,34
PS 60002	m.l.	Cable de Cu de 120 mm ² tipo RV 0,6/1kV.	1,00	23,44 €	23,44
PS 65001	m.l.	Cable de comunicaciones	1,00	4,37 €	4,37
PS 55001	m.l.	Cinta de señalización	1,00	0,20	0,20
MAQ. 003	H.	Retroexcavadora con pala	0,17	43,42 €	7,38
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	0,17	17,82 €	3,03
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	0,17	15,92 €	2,71
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	3,00	1,00	3,00
					55,60 €
		Gastos Indirectos	3,00%		1,67 €
		TOTAL			57,27 €

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE ALTERNA

Código		UO.029
Título	m.l.	Canalización subterránea en baja tensión desde el Centro de Transformación hasta el Centro de Seccionamiento.
Descripción	m.l.	Canalización subterránea en Media Tensión en baja tensión desde el Centro de Transformación hasta el Centro de Seccionamiento, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros. La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de 2 tubos de $\varnothing 160$ mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. El primer tubo llevará los circuitos de 3x 120 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV. con aislamiento XLPE de los conductores de fase y el conductor neutro de 70 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV con aislamiento XLPE y el segundo tubo es el correspondiente al cableado de comunicación. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

			Cantidad	Precio	Total
PS 40000	m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro	0,01	6,89	0,06
Ps 50002	m.l.	Tubo PVC de $\varnothing 160$ mm	2,00	5,54	11,08
PS 45001	m ³	Arena fina 0/s	0,04	8,39	0,34
PS 60002	m.l.	Cable de Cu de 120 mm ² tipo RV 0,6/1kV.	1,00	23,44 €	23,44
PS 65001	m.l.	Cable de comunicaciones	1,00	4,37 €	4,37
PS 55001	m.l.	Cinta de señalización	1,00	0,20	0,20
MAQ. 003	h	Retroexcavadora con pala	0,17	43,42 €	7,38
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	0,17	17,82 €	3,03
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	0,17	15,92 €	2,71
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	3,00	1,00	3,00
					55,60 €
		Gastos Indirectos	3,00%		1,67 €
		TOTAL			57,27 €

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE ALTERNA

Código	UO.030				
Título	Ud.	Caja general de protección			
Descripción	Ud.	Suministro e instalación de caja general de protección equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según UNE-EN 60439-3, grado de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102. Contiene cargucho de fusión cerrada y un seccionador. Se seguirá las indicaciones específicas de la empresa suministradora. Incluso parte proporcional de ejecución de nicho en muro para la percepción de los tubos de acometida, incluyendo suministro, montaje e instalación completa.			
			Cantidad	Precio	Total
PS 73001	Ud.	Caja general de protección	120,00	1,00	120,00
PS 77002	Ud.	Seccionador In 250A, 380/415 VCA de mando rotativo bloqueable	245,67	1,00	245,67
PS 75101	Ud.	Fusible tipo cuchilla 250 A. curva gT	1,00	56,25 €	56,25
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	1,50	17,82	26,73
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	1,00	15,92	15,92
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	3,00	1,00	3,00
					<hr/>
					467,57 €
		Gastos Indirectos	3,00%		14,03 €
		TOTAL			481,60 €

CAPÍTULO 8: PUESTA A TIERRA

Código	UO.031				
Título	Ud.	Tomas de tierra de las masas de la planta solar			
Descripción	Ud.	Suministro e instalación de toma de tierra según método 8/22 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha			
			Cantidad	Precio	Total
PS 90003	Ud.	Arqueta 30x30x25	1,00	44,24	44,24
PS 67002	Ud.	Picas de Tierra	4,00	11,22	44,88

PS 91003	Ud.	Marco y tapara arqueta de registro de dimensiones 30x30x35 cm espesor de la tapa de 6 cm.	1,00	27,66	27,66
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	3,50	17,82	62,37
				€	
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	3,50	15,92	55,72
				€	
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	10,00		10,00
				1,00	
					244,87 €
		Gastos Indirectos	3,00%		7,35 €
		TOTAL			252,22 €

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA

Código		UO.032			
Título	Ud.	Tomas de tierra de los neutros de la planta solar			
Descripción	Ud.	Suministro e instalación de toma de tierra según método 8/22 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha.			
			Cantidad	Precio	Total
PS 90003	Ud.	Arqueta 30x30x25	1,00	44,24	44,24
PS 67002	Ud.	Picas de Tierra	4,00	11,22	44,88
PS 91003	Ud.	Marco y tapara arqueta de registro de dimensiones 30x30x35 cm espesor de la tapa de 6 cm.	1,00	27,66	27,66
MO.EL. 001	Ud.	Mano de obra oficial de electricista	3,50	17,82	62,37
				€	
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	3,50	15,92	55,72
				€	
PS 01001	H.	Material Auxiliar de la instalación	15,00		15,00
				1,00	
					249,87 €
		Gastos Indirectos	3,00%		7,50 €
		TOTAL			257,37 €

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA

Código	UO.033
Título	Ud. Tomas de tierra de protección de la red de MT
Descripción	Ud. Suministro e instalación de toma de tierra según método 30/8/42 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha.

			Cantidad	Precio	Total
PS 90003	Ud.	Arqueta 30x30x25	1,00	44,24	44,24
PS67002	Ud.	Picas de Tierra	4,00	11,22	44,88
PS 91003	Ud.	Marco y tapara arqueta de registro de dimensiones 30x30x35 cm espesor de la tapa de 6 cm.	1,00	27,66	27,66
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	3,50	17,82	62,37
				€	
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	3,50	15,92	55,72
				€	
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	20,00		20,00
				1,00	
					254,87 €
		Gastos Indirectos	3,00%		7,65 €
		TOTAL			262,52 €

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA

Código	UO.034
Título	Ud. Tomas de tierra de servicio de la red de MT
Descripción	Ud. Suministro e instalación de toma de tierra según método 30/8/42 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha.

			Cantidad	Precio	Total
PS 90003	Ud.	Arqueta 30x30x25	1,00	44,24	44,24
PS 67002	Ud.	Picas de Tierra	4,00	11,22	44,88
PS 91003	Ud.	Marco y tapara arqueta de registro de dimensiones 30x30x35 cm espesor de la tapa de 6 cm.	1,00	27,66	27,66
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	3,50	17,82€	62,37

MO.EL. 002	H..	Mano de obra ayudante de electricista	3,50	15,92	55,72
			€		
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	30,00		30,00
				1,00	
					<hr/>
					264,87 €
		Gastos Indirectos	3,00%		7,95 €
		TOTAL			272,82 €

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA

Código		UO.035			
Título	Ud.	Conductor de protección RV-K, de 4 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos.			
Descripción	Ud.	Conductor de protección RV-K, de 4 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos. Incluso pequeño material, empalmes, fijaciones, totalmente conexionado y puesto en marcha.			
			Cantidad	Precio	Total
PS 61004	m.l.	Cable de Cu de 4 mm ² tipo RV-K	1,00	0,52 €	0,52
MO.EL. 001	Ud.	Mano de obra oficial de electricista	0,02	17,82	0,36
				€	
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	0,02	15,92	0,32
				€	
PS 01001	H..	Material Auxiliar de la instalación	0,45		0,45
				1,00	
					<hr/>
					1,64 €
		Gastos Indirectos	3,00%		0,05 €
		TOTAL			1,69 €

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA

Código		UO.036			
Título	Ud.	Conductor de protección RV-K, de 16 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos.			
Descripción	Ud.	Conductor de protección RV-K, de 16 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos. Incluso pequeño material, empalmes, fijaciones, totalmente conexionado y puesto en marcha.			
			Cantidad	Precio	Total
PS 61005	m.l.	Cable de Cu de 16 mm ² tipo RV-K	1,00	2,34 €	2,34
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	0,02	17,82	0,36
				€	
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	0,02	15,92	0,32
				€	
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	0,45		0,45
				1,00	
					<hr/>
					3,46 €
		Gastos Indirectos	3,00%		0,10 €
		TOTAL			3,57 €

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA					
Código		UO.037			
Título	Ud.	Conductor de protección RV-K, de 6 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos.			
Descripción	Ud.	Conductor de protección RV-K, de 6 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos. Incluso pequeño material, empalmes, fijaciones, totalmente conexionado y puesto en marcha.			
			Cantidad	Precio	Total
			15,00	6,76 €	101,43
			Cantidad	Precio	Total
PS 60006	m.l.	Cable de Cu de 70 mm ² tipo RV-K	1,00	5,44 €	5,44
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	0,02	17,82	0,36
				€	
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	0,02	15,92	0,32
				€	
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	0,45		0,45
				1,00	
					6,56 €
		Gastos Indirectos	3,00%		0,20 €
		TOTAL			6,76 €

CAPÍTULO 9:INSTALACIONES AUXILIARES					
SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE CONTINUA					
Código		UO.038			
Título	Ud.	Acometida del local de inversores y CT			
Descripción	Ud.	Línea general de alimentación formada por cables unipolares de 16 mm ² tipo RV-K de Cobre bajo tubo protector de ø63 mm.			
			Cantidad	Precio	Total
PS 60000	m.l.	Conductor de Cobre de 16 mm ² de sección nominal tipo RV-K	5,00	4,27 €	21,35
PS 50001	m.l.	Tubo protector de ø63 mm	1,00		3,40
				3,40	
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	0,02	17,82	0,36
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	0,02	15,92	0,24
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	0,15		0,15
				1,00	
					4,15 €
		Gastos Indirectos	3,00%		0,12 €
		TOTAL			4,27 €

CAPÍTULO 9:INSTALACIONES AUXILIARES

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE CONTINUA

Código UO.039
Título Ud. Instalación receptora para local de Centro de Transformación e Inversores.
Descripción Ud. Instalación de red eléctrica completa de distribución al habitáculo. La instalación estará compuesta del grado de electrificación básico para cada una de las tres salas que integran el local. Además tendremos un cuadro general de mando y protección formado por los siguientes elementos: interruptor general automático de 63 A (2P), interruptor diferencial de 63 A. y 30 mA. y las protecciones correspondiente para cada circuito como se puede observar con más detalle en el esquema unifilar adjunto. Totalmente instalado, incluso cableado, conexionado y tubos protectores,tendido de cables y cajas de derivación con tapas. Para su entrega deberá estar totalmente montada y probada

			Cantidad	Precio	Total
PS 73002	Ud.	Cuadro general de mando y protección de obra para una potencia máxima de 5 kW, compuesto por armario de distribución con dispositivo de emergencia, con grados de protección IP 55 e IK 07, interruptores automáticos magnetotérmicos y diferenciales necesarios.	1,00	247,57	247,57
PS 50003	Ud.	Tubo protector ø40 mm.	10,00	3,20	32,00
PS 50001	Ud.	Tubo PVC de ø63 mm	5,00	3,40 €	17,00
PS 50004	Ud.	Tubo PVC de ø25 mm	15,00	2,60 €	39,00
PS 61002	Ud.	Conductor 1,5 mm2 Cu tipo RV-K	11,00	0,45 €	4,95
PS 61003	Ud.	Conductor 2,5 mm2 Cu tipo RV-K	5,00	0,50 €	2,50
PS 61004	Ud.	Conductor 4 mm2 Cu tipo RV-K	10,00	0,53 €	5,30
PS 60000	Ud.	Conductor 16 mm2 Cu tipo RV-K	5,00	2,48 €	12,40
PS 68001	Ud.	Luminaria de superficie para 4 lámparas fluorescentes de 18 W, con cuerpo de chapa de acero lacado en color blanco, balasto magnético; protección IP 20 y aislamiento clase F.	4,00	115,31	461,24
PS 66001	Ud.	Ventilador helicoidal de 8 polos, motor monofásico a 230 V. de potencia máxima 520 W.	2,00	855,46	1.710,92
PS 69001	Ud.	Base de enchufe de 16 A 2P+T, para instalación en superficie con una protección IP 55, color gris	4,00	9,69	38,76

PS 68201	Ud.	Luminaria de emergencia para adosar a pared, con dos led de 3 W y flujo luminoso de 350 lúmenes.	3,00	211,44	634,32
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	6,50	17,82	115,83
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	5,50	15,92	87,56
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	35,00		35,00
				1,00	
					3.083,63
					€
		Gastos Indirectos	3,00%		92,51 €
					3.176,13
		TOTAL			€

SUBCAPÍTULO 2: INSTALACIÓN ELÉCTRICA CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Código	UO.040				
Título	Ud.	Instalación receptora para local de Centro de Seccionamiento.			
Descripción	Ud.	Instalación de red eléctrica completa de distribución al habitáculo. La instalación estará compuesta del grado de electrificación básico para cada una de las tres salas que integran el local. Además tendremos un cuadro general de mando y protección formado por los siguientes elementos: interruptor general automático de 25 A (2P), interruptor diferencial de 25 A. y 30 mA. y las protecciones correspondiente para cada circuito como se puede observar con más detalle en el esquema unifilar adjunto. Totalmente instalado, incluso cableado, conexionado y tubos protectores, tendido de cables y cajas de derivación con tapas. Para su entrega deberá estar totalmente montada y probada.			
			Cantidad	Precio	Total
PS 73002	Ud.	Cuadro general de mando y protección de obra para una potencia máxima de 5 kW, compuesto por armario de distribución con dispositivo de emergencia, con grados de protección IP 55 e IK 07, interruptores automáticos magnetotérmicos y diferenciales necesarios.	1,00	247,57	247,57
PS 50000	Ud.	Tubo protector ø40 mm.	5,00	3,20	16,00
PS 50004	Ud.	Tubo PVC de ø25 mm	9,00	2,60 €	23,40
PS 61002	Ud.	Conductor 1,5 mm ² Cu tipo RV-K	9,00	0,45 €	4,05
PS 61004	Ud.	Conductor 4 mm ² Cu tipo RV-K	5,00	0,53 €	2,65

PS 68001	Ud.	Luminaria de superficie para 4 lámparas fluorescentes de 18 W, con cuerpo de chapa de acero lacado en color blanco, balasto magnético; protección IP 20 y aislamiento clase F.	2,00	115,31	230,62
PS 69001	Ud.	Base de enchufe de 16 A 2P+T, para instalación en superficie con una protección IP 55, color gris	2,00	9,69	19,38
	Ud.	Luminaria de emergencia para adosar a pared, con dos led de 3 W y flujo luminoso de 350 lúmenes.	2,00	211,44	422,88
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	4,50	17,82	80,19
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	4,00	15,92	63,68
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	15,00	1,00	15,00
					831,75 €
Gastos Indirectos			3,00%		24,95 €
TOTAL					856,70 €

CAPÍTULO 10 :MONOTORIZACIÓN

Código	UO.041				
Título	Ud.	Router wifi para cada caja de conexionado de corriente continua			
Descripción	Ud.	Suministro e instalación de router wifi para instalación en el interior de caja de protección. Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.			
			Cantidad	Precio	Total
	Ud.	Router wifi para cada caja de conexionado de corriente continua	12	27,66	331,92
PS 95001					
MO.EL. 001	Ud.	Mano de obra oficial de electricista	0,10	17,82	1,78
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	0,10	15,92	1,59
PS 01001	H.	Material Auxiliar de la instalación	2,50	1,00	2,50
					337,79 €
Gastos Indirectos			3,00%		10,13 €
TOTAL					347,93 €

CAPÍTULO 10 :MONOTORIZACIÓN				
Código		UO.042		
Título	Ud.	Modem receptor de señales		
Descripción	Ud.	Suministro e instalación de modem receptro de señales para instalación en el interior de caja de protección. Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.		
			Cantidad	Precio
				Total
	Ud.	Modem receptor de señales con 25 entradas digitales	1	42
PS 96002				
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	0,10	1,78
				17,82
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	0,10	1,59
				15,92
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	2,50	2,50
				1,00
				47,87 €
		Gastos Indirectos	3,00%	1,44 €
		TOTAL		49,31 €

CAPÍTULO 10 :MONOTORIZACIÓN				
Código		UO.043		
Título	Ud.	Sensores		
Descripción	Ud.	Suministro e instalación de sensores para la visualización de los parámetros más significativos. Totalmente instalada y puesta en marcha.		
			Cantidad	Precio
				Total
			1,00	457,24 €
				457,24
			Cantidad	Precio
				Total
PS 96003	Ud.	Sensor de Temperatura ambiente	1	79,56
PS 96004	Ud.	Sensor de Irradiancia Solar	1	286,44
	Ud.		1	56,77
PS 96005		Sensor de temperatura módulo fotovoltaico		
MO.EL. 001	H.	Mano de obra oficial de electricista	0,60	10,69
				17,82
MO.EL. 002	H.	Mano de obra ayudante de electricista	0,50	7,96
				15,92
PS 01001	Ud.	Material Auxiliar de la instalación	2,50	2,50
				1,00
				443,92 €
		Gastos Indirectos	3,00%	13,32 €
		TOTAL		457,24 €

CAPÍTULO 10 :MONOTORIZACIÓN

Código	UO.044			
Título	Ud. Suministro e instalación de ordenador de sobremesa con capacidad suficiente para procesar los datos y visualizar los parámetros obtenidos mediante los sensores. Totalmente instalada y puesta en servicio.			
Descripción	Ud. Suministro e instalación de sensores para la visualización de los parámetros más significativos. Totalmente instalada y puesta en marcha.			
		Cantidad	Precio	Total
		1,00	478,60 €	478,60
		Cantidad	Precio	Total
PS 96006	Ud. Ordenador de sobremesa	1	456	456
MO.EL. 001	H. Mano de obra oficial de electricista	0,20		3,56
			17,82	
MO.EL. 002	H. Mano de obra ayudante de electricista	0,10		1,59
			15,92	
PS 01001	Ud. Material Auxiliar de la instalación	3,50		3,50
			1,00	
				464,66 €
	Gastos Indirectos	3,00%		13,94 €
	TOTAL			478,60 €

CAPÍTULO 11:TRAMITACIONES

Código	UO.045			
Título	Ud. Tramitación y legalización de la instalación fotovoltaica de 200 kW.			
Descripción	Ud. Tramitación y legalización de la instalación fotovoltaica de 200 kW, realización de los tramites oportunos en la administración pública y procedimientos necesarios para la puesta en marcha de la instalación			
		Cantidad	Precio	Total
PS 00001	Ud. Tramitación y legalizaciones	1	8500	8500

2. PRESUPUESTO.

2.1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

CAPÍTULO 1: DEMOLICIONES			
Código		UO. 001	
Título	m ²	Demolición del pavimento de hormigón	
Descripción	m ²	Demolición del pavimento de 10 cm. de espesor, mediante la acción de una retroexcavadora con martillo rompedor. Incluso p/p de limpieza, retirada y carga mediante retroexcavadora con pala sobre contenedor.	
		Cantidad	Precio
		277,7	18,74 €
			Total
			5.204,91 €

CAPÍTULO 1: DEMOLICIONES			
Código		UO. 002	
Título	m ²	Retirada de chapa de las estructuras de los aparcamientos.	
Descripción	m ²	Retirada de chapa de las estructuras de los aparcamientos, mediante camión grua.	
		Cantidad	Precio
		1350	5,16 €
			Total
			6.971,41 €

Código		UO.003	
Título	m ³	Excavación de zanjas Profundidad máxima 1,20 metros	
Descripción	m ³	Excavación de zanjas en terrenos arcillosos, realizados de forma mecánica con una retroexcavadora o maquinaria de uso similar hasta una profundidad máxima de 1,20 metros y una anchura de 0,4 metros. Incluso retirada de escombros resultantes a la excavación y transporte al vertedero, incluido los trabajos especiales debido a las proximidades de cualquier elemento que pueda causar una avería, como pueden ser otros cables,etc.	
		Cantidad	Precio
		214,08	18,74 €
			Total
			4.012,48€

CAPÍTULO 2: MOVIMIENTO DE TIERRAS

Código		UO.004
Título	m ³	Excavación de fosos con una profundidad máxima de 1,2 metros.
Descripción	m ³	Excavación de fosos en terrenos arcillosos, realizados de forma mecánica con una retroexcavadora o maquinaria de uso similar hasta una profundidad máxima de 1,20 metros. Incluso retirada de escombros resultantes a la excavación y transporte al vertedero, incluido los trabajos especiales debido a las proximidades de cualquier elemento que pueda causar una avería, como pueden ser otros cables,etc.

Cantidad	Precio	Total
94,494	20,98 €	1.982,39 €

CAPÍTULO 3: OBRA CIVIL

SUBCAPÍTULO 3.1 EDIFICIOS PREFABRICADOS

Código		UO.005
Título	Ud.	Edificio prefabricado para albergar Centro de Transformación y 2 inversores.
Descripción	Ud.	Edificio prefabricado de hormigón según norma UNESA RU 1303 A. Las dimensiones del edificio serán: 6740 Largo, 2500 Ancho y 2300m Alto., las unidades de medida antes expuesta están en milímetros. Unidad de obra dispuesta según planos adjuntos, con sus correspondientes puertas, rejillas, herrajes para equipotencialidad, compartimentos. Incluido el montaje y transporte hasta el lugar de colocación.

Cantidad	Precio	Total
1	16.076,90 €	16.076,90 €

Código		UO.006
Título	Ud.	Edificio prefabricado para Centro de Seccionamiento.
Descripción	Ud.	Edificio prefabricado de hormigón según norma UNESA RU 1303 A. Las dimensiones del edificio serán: 3950 Largo, 2560 Ancho y 2300m Alto., las unidades de medida antes expuesta están en milímetros. Unidad de obra dispuesta según planos adjuntos, con sus correspondientes puertas, rejillas, herrajes para equipotencialidad, compartimentos. Incluido el montaje y transporte hasta el lugar de colocación.

Cantidad	Precio	Total
1	5.570,90 €	5.570,90 €

SUBCAPÍTULO 3.2:ARQUETAS

Código	UO.007
Título	Ud. Arqueta de registro de línea de Baja Tensión, prefabricada para canalizaciones subterráneas tipo hormigón
Descripción	Ud. Arqueta de registro de línea de Baja Tensión, prefabricada para canalizaciones subterráneas tipo hormigón armado fck=25 MPa con dimensiones especificadas en las normas particulares de ENDESA, 620 mm x 520 mm. para el alojamiento de la canalización eléctrica de Baja Tensión. La composición elegida debe ser tal que el hormigón tenga una resistencia superior a 300 kg/cm ² y el espesor del recubrimiento de las armaduras debe ser igual o superior a 30 mm. La altura total de las arquetas será de 700 mm. y su parte superior tendrá forma troncopiramidal para cerrarse con la tapa normalizada. La arqueta no tendrá fondo. Completamente terminada, incluso con conexión de tubos.

Cantidad	Precio	Total
12	40,25 €	482,96 €

Código	UO.008
Título	Ud. Arqueta de registro de red tipo ENDESA A1
Descripción	Ud. Arqueta de registro de red tipo ENDESA A1 para el registro de la canalización de Media Tensión. Para esta arqueta se seguirán las normas particulares de ENDESA, en especial el capítulo de arquetas prefabricadas para canalizaciones subterráneas. La arqueta de hormigón tendrá una resistencia de hormigón de 300 kg/cm ² . La consistencia del hormigón será seca, con compactado por vibrado y el espesor del recubrimiento de las armaduras debe ser igual o superior a 30 mm. La altura total de las arquetas será de 70 cm. Completamente terminada, incluso con conexión de tubos.

Cantidad	Precio	Total
1	163,85 €	163,85 €

SUBCAPÍTULO 3.3:ESTRUCTURA

Código	UO.009
Título	Ud. Estructura de acero formado por pieza simple de la serie IPN, galvanizado en caliente.
Descripción	Ud. Estructura con perfil de acero UNE-EN 10025 S275JR, serie IPN 180, laminado en caliente, con recubrimiento galvanizado, para aplicaciones estructurales. Elaborado en taller y colocado en obra. Totalmente instalado.

Cantidad	Precio	Total
4	57,63 €	230,51 €

CAPÍTULO 4: GENERADOR SOLAR FOTOVOLTAICO

Código	UO.011	
Título	Ud.	Caja de campo para conexionado de cada subgenerador.
Descripción	Ud.	Ud. Caja de campo para conexionado en la estructura de los aparcamientos. Esta caja de conexión está compuesta con 16 entradas en CC, grados de protección IP 54 e IK09,incluso un interruptor magnetotérmico de 2 P 16 A. y tensión nominal DC de 800 V. , poder de corte último de 5kA. Incluso descargador de sobretensión tipo 2 DC, compuesto de dos varistores de tres varistores, permitiendo llegar hasta 1000 V DC de tensión, corriente máxima transitoria de 20 kA, intensidad nominal 40 kA. y un tiempo de respuesta de 25 ns.Totalmente montado,replanteo, conexionado eléctrico y puesta en servicio.

Cantidad	Precio	Total
8	626,09 €	5.008,69 €

Código	UO.012	
Título	Ud.	Inversor para conexión a Red de 100 kW.
Descripción	Ud.	Inversor trifásico para conexión a Red de 100 kW. de la marca INGETEAM, en concreto es el modelo INGECON SUN 100 kW.,con una potencia máxima de 130 kWp. Dicho inversor está provisto de un transformador de aislamiento.Incluido soporte y conexionado de todos los terminales de potencia y contro, incluyendo transporte y replanteo. La instalación completa del inversor queda detallada según su esquema.

Cantidad	Precio	Total
2	23.283,17 €	46.566,34 €

Código	UO.013	
Título	Ud.	Caja central de conexionado del inversor
Descripción	Ud.	Caja central de conexionado para inversor,montado en el interior del habitáculo donde se aloja tanto los dos inversores como el Centro de Transformación. La caja de conexión está formada por 4 x 2 entradas en CC, y un grado de protección IP 54 e IK09. Incluido interruptores magnetotérmicos de 2P 63 A. con una tensión nominal DC de 800 V de tensión, poder de corte último de 5 kA.; Seccionador de corte en carga con una intensidad térmica de 250 A, intensidad asignada de servicio en la categoría AC22:250A., Intensidad asignada de servicio en la categoría c23:200A, Polos:3/4. Norma de referencia IEC 60947-3.Totalmente montado, replanteo, conexionado eléctrico y puesta en servicio.

Cantidad	Precio	Total
2	957,05 €	1.914,10 €

CAPÍTULO 5:CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Código UO.014
Título Ud. Transformador trifásico en baño de aceite , de 250 kVA de potencia.
Descripción Ud. Transformador trifásico en baño de aceite, con refrigeración natural, de 250 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 20 kV de tensión del primario y 420 V de tensión del secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia, y grupo de conexión Dyn11, de tensión de corcocircuito de 4,5% y regulación primaria de +/- 2,5%, +/- 5%,+10%.Incorpora un termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobrecargas, instalados. Según UNE 21428, UNE-EN 50464 e IEC 60076-1.Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.

Cantidad	Precio	Total
1	7.151,67 €	7.151,67 €

Código UO.015
Título Ud. Celda modular de entrada de línea
Descripción Ud. Celda de entrada de línea, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal, 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6.Totalmente instalada y puesta en servicio.

Cantidad	Precio	Total
1	2.234,21 €	2.234,21 €

Código UO.016
Título Ud. Celda modular de protección con fusible
Descripción Ud. Celda de protección con fusible, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal, 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6

Cantidad	Precio	Total
1	3.018,29 €	3.018,29 €

Código UO.017
Título Ud. Juego de puentes trifásicos para el conexionado en el lado de BT
Descripción Ud. Montaje de juegos de puentes trifásico de BT de sección 80x5 mm. (hasta 1250A.) y pletinas de cobre flexible de 2(32x6). Incluso pantalla de protección de 100 mm. contra contactos directos, conexiones y fijaciones. Totalmente instalado y puesto en servicio.

Cantidad	Precio	Total
1	696,55 €	696,55 €

CAPÍTULO 5:CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Código	UO.018		
Título	Ud.	Juego de puentes trifásicos para el conexionado en el lado de MT	
Descripción	Ud.	Montaje de juegos de puentes trifásico de MT de sección formado por cables con una tensión asignada de 18/30 kV., tipo RHZ1, de sección nominal de 240 mm ² . Incluso elementos de conexión , instalado puesto en servicio.	
		Cantidad	Precio
		1	375,41 €
			Total
			375,41 €

CAPÍTULO 6:CENTRO DE SECCIONAMIENTO

SUBCAPÍTULO: RECINTO PROTECCIÓN Y MEDIDA DEL CLIENTE.

Código	UO.019		
Título	Ud.	Celda modular de entrada de línea	
Descripción	Ud.	Celda de entrada de línea, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal,50 Hz., 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6.Totalmente instalada y puesta en servicio.	
		Cantidad	Precio
		1,00	2.234,21
			Total
			2.234,21€

Código	UO.020		
Título	Ud.	Celda modular de medida, de 24 kV. De tensión asignada.	
Descripción	Ud.	Celda de medida, de 24 kV de tensión asignada, 800x1025x1800 mm., aislamiento en gas SF6, envolvente metálica, manos manuales. Totalmente instalada y puesta en servicio.	
		Cantidad	Precio
		1,00	1.892,20
			Total
			1.892,20€

Código	UO.021		
Título	Ud.	Contador de energía bidireccional clase 1	
Descripción	Ud.	Suministro e instalación de contador de medida marca y modelo: ZIV 5CTD, bidireccional Clase 1, medida de energía activa y reactiva, potencia activa, reactiva y aparente, porta etiquetas precintable, armario de protección de poliéster de medidas exteriores 500x300x200 mm con tapa opaca y mirilla y grado de protección IP 43 e IK 08, p.p. de cableado, conexionado, sujeciones. Totalmente instalado, probado y puesto en servicio..	
		Cantidad	Precio
		1,00	3.288,81 €
			Total
			3.288,81€

CAPÍTULO 6: CENTRO DE SECCIONAMIENTO
SUBCAPÍTULO: RECINTO PROTECCIÓN Y MEDIDA DEL CLIENTE.

Código	UO.022			
Título	Ud.	Celda modular de protección con fusible		
Descripción	Ud.	Celda de protección con fusible, de 24 kV. De tensión asignada, 400 A. de intensidad nominal, 370x850x1800mm., con aislamiento integral de SF6		
		Cantidad	Precio	Total
		1,00	3.018,29	3.018,29€

CAPÍTULO 6: CENTRO DE SECCIONAMIENTO
SUBCAPÍTULO 2: RECINTO DE SECCIONAMIENTO

Código	UO.023			
Título	Ud.	Celda modular de seccionamiento		
Descripción	Ud.	Celda de seccionamiento, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, 420x850x1200 mm, con aislamiento integral de SF6.		
		Cantidad	Precio	Total
		1,00	2.236,27	2.236,27€

Código	UO.024			
Título	Ud.	Celda modular de salida		
Descripción	Ud.	Celda de salida, de 24 kV de tensión asignada, 370x780x1800 mm.		
		Cantidad	Precio	Total
		1,00	1.486,82	1.486,82€

CAPÍTULO 7: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN
SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE CONTINUA

Código	UO.025			
Título	m.l.	Cableado fotovoltaico ZZ-F (AS) 4mm2 Cu		
Descripción	m.l.	Suministro e instalación de cables de interconexión entre los módulos y las cajas de campo para conexionado de cada subgenerador., realizada con conductores unipolarres PV ZZ- (AS) 1,8 kV DC, de 4 mm2 de sección nominal, en montaje superficial sobre estructura solar y sobre bandeja tipo rejilla, libre de halógenos, no propagadores de llama, con baja emisión de humos y gases corrosivos, resistentes a la superficie. Incluso p/p de conectores MC4 y elementos de soporte. Totalmente terminada la unidad de longitud ejecutada y conexionado. Según la especificación AENOR EA 0038, incluso replanteo.		
		Cantidad	Precio	Total
		658,58	1,25	826,15€

Código		UO.026
Título	m.l.	Canalización subterránea en baja tensión desde caja conexión de cada subgenerador hasta caja conexión inversor.
Descripción	m.l.	Canalización subterránea en baja tensión desde caja conexión de cada subgenerador hasta caja conexión inversor, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros. La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de hasta 5 tubos de $\varnothing 63$ mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. Los 3 primeros tubos corresponderán a los subgeneradores 1,2 y 3. Cada uno de los circuitos de los subgeneradores antes mencionados llevarán circuitos de cable tipo PV ZZ-F (AS) de sección nominal 16 mm^2 de Cu clase 5 con aislamiento 1,8 kV, libre de halógenos, resistentes al fuego, con baja emisión de humos y gases corrosivos. Los otros dos circuitos pertenecerán a un circuito de comunicación y un circuito de reserva respectivamente. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

Cantidad	Precio	Total
426,00	67,76 €	28.864,32 €

Código		UO.027
Título	m.l.	Canalización subterránea en baja tensión desde caja salida de conexión inversor hasta el Centro de Transformación.
Descripción	m.l.	Canalización subterránea en Baja Tensión desde caja salida de conexión inversor hasta caja de conexión de CA, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros. La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de 2 tubos de $\varnothing 160$ mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. El primer tubo llevará los circuitos de $3 \times 120 \text{ mm}^2$ de Cu tipo RV 0,6/1kV. con aislamiento XLPE de los conductores de fase y el conductor neutro de 70 mm^2 de Cu tipo RV 0,6/1kV con aislamiento XLPE y el segundo tubo es el correspondiente al cableado de comunicación. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

Cantidad	Precio	Total
4,00	57,27 €	229,06 €

CAPÍTULO 7:INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE ALTERNA

Código	UO.028
Título	m.l. Canalización subterránea en baja tensión desde caja salida de conexión inversor hasta el Centro de Transformación.
Descripción	m.l. Canalización subterránea en Baja Tensión desde caja salida de conexión inversor hasta caja de conexión de CA, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros.La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de 2 tubos de Ø160 mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. El primer tubo llevará los circuitos de 3x 120 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV. con aislamiento XLPE de los conductores de fase y el conductor neutro de 70 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV con aislamiento XLPE y el segundo tubo es el correspondiente al cableado de comunicación. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

Cantidad	Precio	Total
4,00	57,27 €	229,06 €

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE ALTERNA

Código	UO.029
Título	m.l. Canalización subterránea en baja tensión desde el Centro de Transformación hasta el Centro de Seccionamiento.
Descripción	m.l. Canalización subterránea en Media Tensión en baja tensión desde el Centro de Transformación hasta el Centro de Seccionamiento, de 1,2 metro de profundidad y una anchura de 0,4 metros.La solera de limpieza será de 0,25 metros de arena de 0 a 5 mm. de diámetro de arena. Dicha canalización estará provista de 2 tubos de Ø160 mm. de PVC protectores en función del tramo en que se encuentre. El primer tubo llevará los circuitos de 3x 120 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV. con aislamiento XLPE de los conductores de fase y el conductor neutro de 70 mm ² de Cu tipo RV 0,6/1kV con aislamiento XLPE y el segundo tubo es el correspondiente al cableado de comunicación. Una vez dispuesta la colocación de los tubos se vertirá una capa de arena fina 0/s hasta rellenar 0,25 m de la excavación realizada, que se compactará con medios mecánicos. Seguidamente se realizará el relleno de la zanja de 0,5 metros con tierra propia del terreno, en la que se colocará una cinta señalizadora de línea eléctrica de color amarillo en PVC según la normativa vigente de la compañía eléctrica. Por último se realizará el relleno de 0,2 metros mediante tierra propia del terreno.

Cantidad	Precio	Total
6,00	57,27 €	343,60 €

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE ALTERNA

Código	UO.030
Título	Ud. Caja general de protección
Descripción	Ud. Suministro e instalación de caja general de protección equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según UNE-EN 60439-3, grado de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102. Contiene cargucho de fusión cerrada y un seccionador. Se seguirá las indicaciones específicas de la empresa suministradora. Incluso parte proporcional de ejecución de nicho en muro para la percepción de los tubos de acometida, incluyendo suministro, montaje e instalación completa.

Cantidad	Precio	Total
2,00	481,60 €	963,19 €

CAPÍTULO 8: PUESTA A TIERRA

Código	UO.031
Título	Ud. Tomas de tierra de las masas de la planta solar
Descripción	Ud. Suministro e instalación de toma de tierra según método 8/22 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha

Cantidad	Precio	Total
1,00	252,22 €	252,22 €

Código	UO.032
Título	Ud. Tomas de tierra de los neutros de la planta solar
Descripción	Ud. Suministro e instalación de toma de tierra según método 8/22 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha.

Cantidad	Precio	Total
1,00	257,37 €	257,37 €

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA

Código UO.033
Título Ud. Tomas de tierra de protección de la red de MT
Descripción Ud. Suministro e instalación de toma de tierra según método 30/8/42 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha.

Cantidad	Precio	Total
1,00	262,52 €	262,52 €

Código UO.034
Título Ud. Tomas de tierra de servicio de la red de MT
Descripción Ud. Suministro e instalación de toma de tierra según método 30/8/42 de las recomendaciones UNESA, compuesta por dos electrodos de 2 m de longitud, separados 3 m, hincados en el terreno y enterrados a 0,8 m de profundidad, unidos con cable conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Los cables se encontraran conectadas en el interior de una arqueta de dimensiones 30x30x25 cm. Incluida en esta unidad de obra las picas necesarias y cualquier accesorio para el completo conexionado y puesta em marcha.

Cantidad	Precio	Total
1,00	272,82 €	272,82 €

Código UO.035
Título Ud. Conductor de protección RV-K, de 4 mm² de Cu para módulos fotovoltaicos.
Descripción Ud. Conductor de protección RV-K, de 4 mm² de Cu para módulos fotovoltaicos. Incluso pequeño material, empalmes, fijaciones, totalmente conexionado y puesto en marcha.

Cantidad	Precio	Total
371,00	1,69 €	628,53 €

Código UO.036
Título Ud. Conductor de protección RV-K, de 16 mm² de Cu para módulos fotovoltaicos.
Descripción Ud. Conductor de protección RV-K, de 16 mm² de Cu para módulos fotovoltaicos. Incluso pequeño material, empalmes, fijaciones, totalmente conexionado y puesto en marcha.

Cantidad	Precio	Total
135,00	3,57 €	481,78 €

CAPÍTULO 8:PUESTA A TIERRA

Código	UO.037		
Título	Ud.	Conductor de protección RV-K, de 6 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos.	
Descripción	Ud.	Conductor de protección RV-K, de 6 mm ² de Cu para módulos fotovoltaicos. Incluso pequeño material, empalmes, fijaciones, totalmente conexionado y puesto en marcha.	
		Cantidad	Precio
		15,00	6,76 €
			Total
			101,43 €

CAPÍTULO 9:INSTALACIONES AUXILIARES

SUBCAPÍTULO 1: CORRIENTE CONTINUA

Código	UO.038		
Título	Ud.	Acometida del local de inversores y CT	
Descripción	Ud.	Línea general de alimentación formada por cables unipolares de 16 mm ² tipo RV-K de Cobre bajo tubo protector de ø63 mm.	
		Cantidad	Precio
		10,00	4,27 €
			Total
			42,70 €

Código	UO.039		
Título	Ud.	Instalación receptora para local de Centro de Transformación e Inversores.	
Descripción	Ud.	Instalación de red eléctrica completa de distribución al habitáculo. La instalación estará compuesta del grado de electrificación básico para cada una de las tres salas que integran el local. Además tendremos un cuadro general de mando y protección formado por los siguientes elementos: interruptor general automático de 63 A (2P), interruptor diferencial de 63 A. y 30 mA. y las protecciones correspondiente para cada circuito como se puede observar con más detalle en el esquema unifilar adjunto. Totalmente instalado, incluso cableado, conexionado y tubos protectores, tendido de cables y cajas de derivación con tapas. Para su entrega deberá estar totalmente montada y probada	

		Cantidad	Precio	Total
		1,00	3.176,13 €	3.176,13 €

SUBCAPÍTULO 2: INSTALACIÓN ELÉCTRICA CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Código	UO.040
Título	Ud. Instalación receptora para local de Centro de Seccionamiento.
Descripción	Ud. Instalación de red eléctrica completa de distribución al habitáculo. La instalación estará compuesta del grado de electrificación básico para cada una de las tres salas que integran el local. Además tendremos un cuadro general de mando y protección formado por los siguientes elementos: interruptor general automático de 25 A (2P), interruptor diferencial de 25 A. y 30 mA. y las protecciones correspondiente para cada circuito como se puede observar con más detalle en el esquema unifilar adjunto. Totalmente instalado, incluso cableado, conexionado y tubos protectores, tendido de cables y cajas de derivación con tapas. Para su entrega deberá estar totalmente montada y probada.

Cantidad	Precio	Total
1,00	856,70 €	856,70 €

CAPÍTULO 10 :MONOTORIZACIÓN

Código	UO.041
Título	Ud. Router wifi para cada caja de conexionado de corriente continua
Descripción	Ud. Suministro e instalación de router wifi para instalación en el interior de caja de protección. Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.

Cantidad	Precio	Total
1,00	347,93 €	347,93 €

Código	UO.042
Título	Ud. Modem receptor de señales
Descripción	Ud. Suministro e instalación de modem receptro de señales para instalación en el interior de caja de protección. Totalmente instalado, probado y puesto en servicio.

Cantidad	Precio	Total
1,00	49,31 €	49,31 €

CAPÍTULO 10 :MONOTORIZACIÓN

Código UO.043
Título Ud. Sensores
Descripción Ud. Suministro e instalación de sensores para la visualización de los parámetros más significativos. Totalmente instalada y puesta en marcha.

Cantidad	Precio	Total
1,00	457,24 €	457,24 €

Código UO.044
Título Ud. Suministro e instalación de ordenador de sobremesa con capacidad suficiente para procesar los datos y visualizar los parámetros obtenidos mediante los sensores. Totalmente instalada y puesta en servicio.
Descripción Ud. Suministro e instalación de sensores para la visualización de los parámetros más significativos. Totalmente instalada y puesta en marcha.

Cantidad	Precio	Total
1,00	478,60 €	478,60 €

CAPÍTULO 11:TRAMITACIONES

Código UO.046
Título Ud. Tramitación y legalización de la instalación fotovoltaica de 200 kW.
Descripción Ud. Tramitación y legalización de la instalación fotovoltaica de 200 kW, realización de los tramites oportunos en la administración pública y procedimientos necesarios para la puesta en marcha de la instalación

Cantidad	Precio	Total
1	8500	8500 €

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL: 314.316,54€

El presupuesto de ejecución por contrata del presente proyecto se obtendrá incrementando el de ejecución material en los siguientes conceptos:

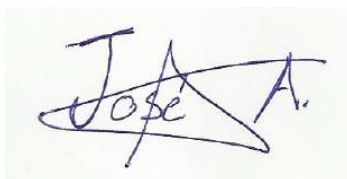
- Un 15% de Gastos Generales.
- Un 4% de Beneficio Industrial.
- Un 21% del Impuesto sobre el Valor Añadido (I.V.A.).

CONCEPTO	PRECIO (€)	PRECIO EN LETRA (€)
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M)	314.316,54	TRESCIENTOS CATORCE MIL TRESCIENTOS DIÉCISEIS EUROS CON CINCUENTA Y CINCO
Gasto Generales	47.147,48	CUARENTA Y SIETE MIL CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y OCHO
Beneficio Industrial	12.572,66	DOCE MIL CIENTO VEINTICUATRO EUROS CON SIETE CÉNTIMOS
Impuesto sobre el Valor Añadido	78.547,7	SETENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS CUARENTA Y SIETE CON SIETE
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (P.E.C)	452.584,38	CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL QUINIENTAS OCHENTA Y CUATRO CON TREINTA Y OCHO

2.2. PRESUPUESTO DE CONTRATACIÓN

El presupuesto de ejecución por contrata del “Instalación fotovoltaica de 200 kW conectada a la red de distribución de media tensión para producción y venta de energía” asciende a la cantidad de **CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL QUINIENTAS OCHENTA Y CUATRO CON TREINTA Y OCHO**

Fdo:



TRABAJO FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW
CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y
VENTA DE ENERGÍA.**

ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA

**ESTUDIO BÁSICO DE
SEGURIDAD Y SALUD**

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.	CAPÍTULO I.....	294
1.1.	OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	294
1.2.	Descripción de la obra y situación	294
1.3.	ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	295
1.4.	IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR.....	295
1.5.	LEGISLACIÓN Y NORMATIVA TÉCNICA DE APLICACIÓN	295
1.6.	SERVICIOS AFECTADOS Y CONDICIONES DEL ENTORNO	298
1.7.	PROMOTOR.....	298
1.8.	EMPRESA RESPONSABLE DEL PLAN DE SEGURIDAD	298
1.9.	PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	298
1.10.	NÚMERO ESTIMADO DE TRABAJADORES.....	298
1.11.	RELACIÓN DE ELEMENTOS A UTILIZAR.....	298
1.12.	IMPLANTACIONES DE SALUBRIDAD Y CONFORT	299
1.13.	BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS	300
2.	CAPÍTULO II.....	300
3.	ANEXO AL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	308
	RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN EN CADA FASE DEL TRABAJO.....	308
	LÍNEAS AC SUBTERRÁNEAS.....	308
	ACTIVIDAD.....	308
	RIESGO	308
	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES	308
	MONTAJE DE MÓDULOS (GENERADORES FOTOVOLTAICOS).....	309
	LÍNEAS DC (GENERADORES FOTOVOLTAICOS.....	311
	INSTALACIÓN/RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN BT SIN TENSIÓN.	312

CAPÍTULO I

1.1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio de Seguridad y Salud laboral (en lo sucesivo E.S.S.), tiene por objeto cumplimentar las previsiones contenidas en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras, presentándose como anexo al proyecto técnico de ejecución de la instalación de un sistema fotovoltaico de 100 kW conectado a la red y ubicado en el Campus las Lagunillas de la Universidad de Jaén, situado en el municipio de Jaén, con la descripción de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse en la presente obra, así como con los sistemas de ejecución de las empresas subcontratadas, trabajadores autónomos, industriales y oficios que han de intervenir en todos estos trabajos. Esta instalación se conectarán a la red interna de suministro de la Universidad de Jaén.

Asimismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y Salud, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

1.2. Descripción de la obra y situación

Los trabajos a desarrollar son los necesarios para la ejecución del proyecto de una Instalación fotovoltaica de 200 kW para producción y venta de energía en la Universidad de Jaén. La instalación está compuesta por dos inversores, cada uno de 100 kVA y un generador fotovoltaico de 200 kW_p, formado por 8 subgeneradores de 25 kW_p.

La Instalación fotovoltaica estará ubicada en el campus de "Las Lagunillas" de la Universidad de Jaén, cuyas coordenadas UTM son X:431823.00 m ; Y:

4182572.00 m;Huso:30 S . En el plano nº 1 y 2 se muestra la ortofoto del emplazamiento.

1.3. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La vigencia del Estudio de Seguridad y Salud se inicia desde la fecha en que se produzca el visado del proyecto base de ejecución por el Colegio Oficial Correspondiente y la aprobación expresa del Plan de Seguridad, por el Coordinador en materia de Seguridad e Higiene durante la ejecución de la Obra, responsable de su control y seguimiento.

Su aplicación será vinculante para todo el personal propio de la empresa adjudicataria, el dependiente de otras empresas subcontratadas por ésta y los distintos trabajadores autónomos, para realizar sus trabajos en el interior del recinto de la obra, con independencia de las condiciones contractuales que regulen su intervención en la misma.

1.4. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

La ejecución de la obra objeto de este E.S.S. requiere la realización de los siguientes trabajos:

- Instalación Eléctrica de Baja Tensión.
- Instalación eléctrica y montaje de los módulos fotovoltaicos
- Instalación de equipos de medida y monitorización.
- excavación; hormigonado y montaje de seguidores
- Canalizaciones del cableado eléctrico de la Planta, de los servicios auxiliares y de señal.

1.5. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA TÉCNICA DE APLICACIÓN

Se consideran de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los Trabajadores (modificado según Real Decreto Legislativo 1/1995 de 24 de marzo).
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre 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 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección, seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 379/2001 de 6 de abril por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 783/2001 de 6 de julio por el que se aprueba el reglamento sobre protección sanitaria frente a radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud laboral.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997 de 14 de abril por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 664/1997 de 12 de mayo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, así como la modificación del mismo según el Real Decreto 1124/2000 de 16 de junio.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1316/1989 de 27 de octubre sobre protección de los trabajadores frente
- a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo y modificaciones posteriores de 9 de diciembre de 1989 y 26 de mayo de 1990.
- Orden de 30 de junio de 1996 por la que se aprueba el texto revisado del reglamento de Aparatos Elevadores.
- Real Decreto 1435/1992 de 27 de noviembre de seguridad en las máquinas.
- Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individuales.
- Reales Decretos por los que se aprueban los Reglamentos sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (R.D. 2216 de 23 de octubre de 1985 y R.D. 1078 de 2 de julio de 1993).
- Resolución del 30 de abril de 1984 sobre las verificaciones de las instalaciones eléctricas antes de su puesta en marcha.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (R.D. 3275/1982 de 12 de noviembre) e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 1244/1979 de 4 de abril por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M de 9/3/71. B.O.E de 16/3/71), en sus capítulos que no estén derogados.
- Norma Básica de la Edificación
- Normas NTE que les sean de aplicación, según fase de obra.

- Normas UNE que les sean de aplicación.

1.6. SERVICIOS AFECTADOS Y CONDICIONES DEL ENTORNO

No se afectan servicios de suministro. La obra se desarrollara en un terreno con topografía totalmente plana y que no presenta ningún tipo de vegetación.

1.7. PROMOTOR

Nombre: Universidad de Jaén

1.8. EMPRESA RESPONSABLE DEL PLAN DE SEGURIDAD

La empresa contratista.

1.9. PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El presupuesto de contrata de la obra está estimado en, ----- siendo el plazo de ejecución del presente proyecto el acordado entre el contratista y el promotor.

1.10. NÚMERO ESTIMADO DE TRABAJADORES

Se prevé la participación en la ejecución de los trabajos de un número medio de 6 operarios.

1.11. RELACIÓN DE ELEMENTOS A UTILIZAR

Está previsto que se utilicen durante el transcurso de la obra la siguiente maquinaria y herramientas:

- Movimiento de tierras: Retroexcavadora, Pala cargadora.
- Transporte horizontal: Motovolquete (dúmper pequeño), Camión basculante,
- Maquinaria de elevación: Grúa móvil autopropulsada
- Maquinaria para hormigones: Camión hormigonera.
- Herramientas: Herramientas de mano

1.12. IMPLANTACIONES DE SALUBRIDAD Y CONFORT

La contrata principal, así como las empresas subcontratadas vinculadas contractualmente con ella, asume en primera instancia la dotación y mantenimiento de la implantación para albergar, en condiciones de salubridad y confort equivalentes, a la totalidad del personal que participe en esta obra.

El cargo de amortización, alquileres y limpieza, derivados de la dotación y equipamiento de estas instalaciones provisionales del personal en obra, se prorrateará por parte de la empresa constructora en función de las necesidades de utilización tanto del personal propio como del subcontratado en condiciones de una utilización no discriminatoria, funcional y digna.

El cálculo estimativo de las condiciones de utilización de este tipo de implantación provisional de obra será el siguiente:

▪ **Retretes:**

- Estarán separados por sexos
- Situados en lugar aislado de los comedores y vestuarios.
- Limpieza diaria realizada por persona fija.
- Ventilación continua.
- Una placa turca o inodoro de taza alta cada 25 hombres o fracción.
- Un inodoro de taza alta cada 15 mujeres o fracción.
- Espacio mínimo por cabina de evacuación: 1,5 m x 2,3 m con puertas de ventilación inferior y superior.
- Equipamiento mínimo por cabina: papel higiénico, descarga automática de agua y conexión a la red de saneamiento o fosa séptica. Disponer de productos para garantizar la higiene y limpieza.

▪ **Vestuarios:**

- Separados por sexos
- Superficie aconsejable: 1,25 m² por persona.
- Limpieza diaria realizada por persona fija.
- Ventilación suficiente en verano y calefacción efectiva en invierno.

- Útiles de limpieza: Serrín, escobas, recogedor, cubo de basura con tapa hermética, fregona y ambientador.
- Suelo liso y aislado térmicamente.
- Una taquilla guardarropa dotada de cierre individual mediante clave o llave y doble compartimento (separación del vestuario de trabajo y el de calle) y dos perchas por cada trabajador
- Una ducha por cada 10 trabajadores o fracción.
- Pileta corrida para el aseo personal: un grifo por cada 10 usuarios.
- Jaboneras, portarrollos, toalleros, según el número de duchas y grifos.
- Un espejo de 40 x 50 cms mínimo, por cada 25 trabajadores o fracción.
- Rollos de papel, toalla o secadores automáticos.
- Instalaciones de agua caliente y fría.

1.13. BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS

Es obligatorio en todos los centros de trabajo. El equipamiento mínimo aconsejable del armario botiquín es el siguiente: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

CAPÍTULO II

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajo de cada una de ellas, se indican en los Anexos los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva.

Esta descripción e identificación de los riesgos indicados es la siguiente:

1) Caída de personas al mismo nivel.

Este riesgo puede identificarse cuando existen en el suelo obstáculos o sustancias que pueden provocar una caída por tropiezo o resbalón. Puede darse también por desniveles del terreno, conducciones o cables, bancadas o tapas sobresalientes del terreno, por restos de materiales varios, barro, tapas y losetas sin buen asentamiento, pequeñas zanjas y hoyos, etc.

2) Caída de personas a distinto nivel.

Existe este riesgo cuando se realizan trabajos en zonas elevadas en instalaciones que, en este caso por construcción, no cuenta con una protección adecuada como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc., Esta situación de riesgo está presente en los accesos a estas zonas. Otra posibilidad de existencia de este riesgo lo constituyen los huecos sin protección ni señalización que pueda haber en pisos y zonas de trabajo.

3) Caída de objetos.

Posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajo en un nivel superior a otra zona de trabajo o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos. Además, existe la posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de su emplazamiento.

4) Desprendimientos, desplomes y derrumbes.

Posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras fijas o temporales o de parte de ellas sobre la zona de trabajo. Con esta denominación deben contemplarse la caída de escaleras portátiles, cuando no se emplean en condiciones de seguridad, el desplome de los apoyos, estructuras o andamios y el posible vuelco de cestas o grúas en la elevación del personal o traslado de cargas. También debe considerarse el desprendimiento o desplome de muros y el hundimiento de zanjas o galerías.

5) Choques y golpes.

Posibilidad de que se provoquen lesiones derivadas de choques o golpes con elementos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conductos a baja altura, etc. y los derivados del manejo de herramientas y maquinaria con partes en movimiento.

6) Contactos eléctricos.

Posibilidad de lesiones o daño producidos por el paso de corriente por el cuerpo. En los trabajos sobre líneas de alta tensión y en subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos energizados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse el paso de corriente al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada. En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar un operario puede entrar en contacto eléctrico por un error en la maniobra o por fallo de los elementos con los que opere. Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente y elementos de iluminación portátil puede producirse un contacto eléctrico en baja tensión

7) Arco eléctrico.

Posibilidad de lesiones o daño producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico.

8) Sobreesfuerzos (Carga física dinámica).

Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas al producirse un desequilibrio acusado entre las exigencias de la tarea y la capacidad física. En el trabajo sobre estructuras puede darse en situaciones de manejo de cargas o debido a la posición forzada en la que se debe realizar en algunos momentos el trabajo.

9) Explosiones.

Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o por sobrepresión de recipientes a presión.

10) Incendios.

Posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar del trabajo.

11) Confinamiento.

Posibilidad de quedarse recluido o aislado en recintos cerrados o de sufrir algún accidente como consecuencia de la atmósfera del recinto. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de existencia de instalaciones de gas en las proximidades.

12) Complicaciones

Debidas a mordeduras, picaduras, irritaciones, sofocos, alergias, etc., provocadas por vegetales o animales, colonias de los mismos o residuos debidos a ellos y originadas por su crecimiento, presencia, estancia o nidificación en la instalación. Igualmente los sustos o imprevistos por esta presencia, pueden provocar el inicio de otros riesgos.

Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos

Esta obra tiene una gran componente eléctrica en DC y en Baja tensión y por ello se incluyen las siguientes medidas de prevención/ protección para: Contacto eléctrico directo e indirecto en DC y BT, arco eléctrico en DC y BT y elementos candentes y quemaduras:

- Formación en tema eléctrico de acuerdo con lo requerido en el Real Decreto 614/2001, función del trabajo a desarrollar.
- Utilización de EPI's (Equipos de Protección Individual)
- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar, cuando sea preciso.
- Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas, cuando sea preciso.
- Aplicar las 5 Reglas de Oro en todos los trabajos: desconectar todas las fuentes de tensión, enclavamiento o bloqueo si es posible de los aparatos de corte y señalización siempre en el mando, verificación de la

ausencia de tensión, puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión, proteger frente a elementos próximos en tensión y establecer la señalización de seguridad adecuada, delimitando la zona de trabajo.

- Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, teniendo en cuenta las distancias del Real Decreto 614/2001
- Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.

Por lo que, en las referencias que hagamos en esta MT con respecto a “Riesgos Eléctricos”, se sobreentiende que se deberá tener en cuenta lo expuesto en este punto.

Para los trabajos que se realicen mediante métodos de trabajo en tensión, TET, el personal debe tener la formación exigida por el R.D. 614.

Otro riesgo que merece especial consideración es el de caída de altura, por la duración de los trabajos con exposición al mismo y la gravedad de sus consecuencias, debiendo estar el personal formado en el empleo de los distintos dispositivos a utilizar.

Con carácter general deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones, disponiendo el personal de los medios y equipos necesarios para su cumplimiento:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento
- Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria

- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios
 - Utilizar escaleras, andamios, plataformas de trabajo y equipos adecuados para la realización de los trabajos en altura con riesgo mínimo.
 - Acotar o proteger las zonas de paso y evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos
 - Analizar previamente la resistencia y estabilidad de las superficies, estructuras y apoyos a los que haya que acceder y disponer las medidas o los medios de trabajo necesarios para asegurarlas.
- En relación a los riesgos originados por seres vivos, es conveniente la concienciación de su posible presencia en base a las características biogeográficas del entorno, al periodo anual, a las condiciones meteorológicas y a las posibilidades que elementos de la instalación pueden brindar (cuadros, zanjas y canalizaciones, penetraciones, etc.)

▪ **Protecciones**

i. Ropa de trabajo.

Ropa de trabajo adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista

ii. Equipos de protección.

Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos incluidos en esta obra. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

- Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN: calzado de seguridad, casco de seguridad, guantes aislantes de la electricidad para DC y BT, guantes de protección mecánica, pantalla contra proyecciones, gafas de seguridad, cinturón de seguridad, discriminador de baja tensión, equipo contra caídas desde alturas (arnés anticaída, pértiga, cuerdas, etc.)

- Protecciones colectivas: señalización (cintas, banderolas, etc.), cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar, de forma especial, las necesarias para los trabajos en instalaciones eléctricas DC y de Baja Tensión, adecuadas al método de trabajo y a los distintos tipos y características de las instalaciones, dispositivos y protecciones que eviten la caída del operario tanto en el ascenso y descenso como durante la permanencia en lo alto de estructuras y apoyos: línea de seguridad, doble amarre o cualquier otro dispositivo o protección que evite la caída o aminore sus consecuencias: redes, aros de protección, etc.

iii. Equipo de primeros auxilios y emergencias.

Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista. En este botiquín debe estar visible y actualizado el teléfono de los Centros de Salud más cercanos así como el del Instituto de Herpetología, centro de Apicultura, etc. Se dispondrá en obra de un medio de comunicación, teléfono o emisora, y de un cuadro con los números de los teléfonos de contacto para casos de emergencia médica o de otro tipo.

iv. Equipo de protección contra incendios.

Extintores de polvo seco clase A, B, C de eficacia suficiente, según la legislación y normativa vigente.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

- Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se deberá recoger en un Estudio Básico de Seguridad y Salud concreto. Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

- Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa adjudicataria, proporcionando los puntos de enganche necesarios. Todos los puntos de toma de corriente, incluidos los provisionales para herramientas portátiles, contarán con protección térmica y diferencial adecuada.

- Suministro de agua potable.

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc., en el caso de que esto no sea posible dispondrán de los medios necesarios (cisternas, etc.) que garantice su existencia regular desde el comienzo de la obra.

- Servicios higiénicos.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agrede al medio ambiente.

MEDIDAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS PARA CADA UNA DE LAS FASES MÁS COMUNES EN LOS TRABAJOS A DESARROLLAR.

En el Anexo se recogen las medidas de seguridad específicas para trabajos relativos a pruebas y puesta en servicio de las diferentes instalaciones, que son similares a las de desconexión, en las que el riesgo eléctrico puede estar presente. Asimismo, se indican los riesgos y las medidas preventivas de los distintos tipos de instalaciones, en cada una de las etapas de un trabajo de construcción, montaje o desmontaje, que son similares en algunas de las etapas de los trabajos de mantenimiento.

ANEXO AL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN EN CADA FASE DEL TRABAJO.

Se indican (tabla 50) con carácter general los posibles riesgos existentes en la construcción, mantenimiento, pruebas, puesta en servicio de instalaciones, retirada, desmontaje o desguace de instalaciones y las medidas preventivas y de protección a adoptar para eliminarlos o minimizarlos.

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Pruebas y puesta en servicio (Desconexión y/o protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones).	<ul style="list-style-type: none"> - Golpes - Heridas - Caídas de objetos - Atrapamientos - Contacto eléctrico directo e indirecto en DC y BT. Arco eléctrico en DC y BT. Elementos candentes y quemaduras. - Presencia de animales, 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver punto 2 Capítulo II - Mantenimiento equipos y utilización de EPI´s - Utilización de EPI´s - Adecuación de las cargas - Control de maniobras - Vigilancia continuada. Utilización de EPI´s - Prevención antes de aperturas de armarios, etc.

Tabla 50: Posibles riesgos existentes.

LÍNEAS AC SUBTERRÁNEAS.

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Acopio, carga y descarga (Acopio carga y descarga dematerial recuperado/ chatarra)	<ul style="list-style-type: none"> -Golpes -Herida -Caídas de objetos -Atrapamientos -Presencia de animales. -Mordeduras, picaduras,sustos 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver punto 2 Capítulo II - Mantenimiento equipos - Utilización de EPI´s - Adecuación de las cargas - Control e maniobras, vigilancia continuada - Revisión del entorno

<p>Excavación, hormigonado y obras auxiliares</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas al mismo nivel - Caídas a diferente nivel - Caídas de objetos - Desprendimientos - Golpes y heridas - Oculares, cuerpos extraños - Riesgos a terceros - Sobresfuerzos - Atrapamientos - Contacto Eléctrico 	<p>Ver punto 2 Capítulo II</p> <ul style="list-style-type: none"> - Orden y limpieza - Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente - Identificación de canalizaciones - Utilización de EPI's - Entibamiento - Vallado de seguridad, protección huecos, información sobre posibles conducciones - Utilizar fajas de protección lumbar - Control de maniobras y vigilancia continuada - Vigilancia continuada de la
<p>Tendido, empalme y terminales de conductores (Desmontaje de conductores, empalmes y terminales)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vuelco de maquinaria - Caídas desde altura - Golpes y heridas - Atrapamientos - Caídas de objetos - Sobresfuerzos - Riesgos a terceros - Quemaduras - Ataque de animales 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver punto 2 Capítulo II - Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las maquinas de tracción. - Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según. Normativa vigente - Utilización de EPI's - Control de maniobras y vigilancia continuada - Utilizar fajas de protección lumbar - Vigilancia continuada y señalización de Riesgos - Revisión del entorno
<p>Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Ver Anexo - Presencia de colonias, nidos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver Anexo - Revisión del entorno

Tabla 51: Líneas AC Subterráneas.

MONTAJE DE MÓDULOS (GENERADORES FOTOVOLTAICOS)

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Acopio, carga y descarga	<ul style="list-style-type: none"> - Golpes - Heridas - Caídas de objetos - Atrapamientos 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver punto 2 Capítulo II - Mantenimiento equipos - Utilización de EPI´s - Adecuación de las cargas - Control de maniobras Vigilancia continuada. Utilización de EPI´s - Revisión del entorno
Montaje y conexionado (Desmontaje de módulos conductores)	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas desde altura - Riesgo eléctrico - Golpes y heridas - Atrapamientos - Caídas de objetos - Sobresfuerzos - Riesgos a terceros 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver punto 2 Capítulo II - Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente - Procedimiento de Descargos: Aplicar las 5 Reglas de Oro - Puesta a tierra de los conductores y señalización de ella - Utilización de EPI´s - Control de maniobras y vigilancia continuada - Utilizar fajas de protección lumbar - Vigilancia continuada y señalización de riesgos
Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desconexión y protección en el caso de retirada o desmontaje de instalación)	<ul style="list-style-type: none"> - Ver Anexo 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver Anexo

Tabla 52: Montaje de módulos (Generadores fotovoltaicos).

LÍNEAS DC (GENERADORES FOTOVOLTAICOS).

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Acopio, carga y descarga	<ul style="list-style-type: none"> - Golpes - Heridas - Caídas de objetos - Atrapamientos 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver punto 2 Capítulo II - Mantenimiento equipos - Utilización de EPI´s - Adecuación de las cargas - Control de maniobras Vigilancia continuada. Utilización de EPI´s - Revisión del entorno
Tendido de conductores (Desmontaje de conductores)	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas desde altura - Riesgo eléctrico - Golpes y heridas - Atrapamientos - Caídas de objetos - Sobresfuerzos - Riesgos a terceros 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver punto 2 Capítulo II - Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente - Procedimiento de Descargos: Aplicar las 5 Reglas de Oro - Puesta a tierra de los conductores y señalización de ella - Utilización de EPI´s - Control de maniobras y vigilancia continuada - Utilizar fajas de protección lumbar - Vigilancia continuada y señalización de riesgos
Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desconexión y protección en el caso de retirada o desmontaje de instalación)	<ul style="list-style-type: none"> - Ver Anexo 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver Anexo

Tabla 53: LÍNEAS DC (GENERADORES FOTOVOLTAICOS).

INSTALACIÓN/RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN BT SIN TENSIÓN.

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Acopio, carga y descarga	<ul style="list-style-type: none"> - Golpes - Heridas - Caídas de objetos - Atrapamientos 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver punto 2 Capítulo II - Mantenimiento equipos - Utilización de EPI's - Adecuación de las cargas - Control e maniobras
Desconexión / Conexión de la instalación eléctrica y pruebas	<ul style="list-style-type: none"> - Contacto eléctrico directo e indirecto en BT. - Arco eléctrico en BT. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver punto 2 Capítulo II - Utilización de EPI's - Coordinar con el Cliente los trabajos a realizar - Aplicar las 5 Reglas de Oro - Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión - Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos
Montaje/Desmontaje	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas al mismo nivel - Caídas a diferente nivel - Caídas de objetos - Golpes y cortes - Proyección de partículas - Riesgos a terceros - Sobreesfuerzos - Atrapamientos - Contacto eléctrico directo e indirecto en BT. - Arco eléctrico en BT. - Elementos candentes y quemaduras 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver punto 2 Capítulo II - Orden y limpieza - Utilización de EPI's - Vallado de seguridad, protección huecos, información sobre posibles conducciones - Utilizar fajas de protección lumbar - Control de maniobras y atención continuada - Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión - Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal.

Tabla 54: INSTALACIÓN/RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN BT SIN TENSIÓN.

Fdo:



TRABAJO FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW
CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y
VENTA DE ENERGÍA.**

ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA

GESTIÓN DE RESIDUOS

GESTIÓN DE RESIDUOS

1.	GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y OBRA CIVIL	315
1.1.	OBJETO.....	315
1.1.1.	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS.	315
1.1.2.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS.	316
1.1.3.	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS.	317
1.1.4.	INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO Y POSTERIOR TRANSPORTE DE RESIDUOS.....	317

1. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y OBRA CIVIL

1.1. OBJETO

La gestión de residuos se va a redactar atendiendo al Real Decreto R.D 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

En el artículo 4 se indica la obligación del productor de residuos de construcción y demolición a incluir en el Proyecto un estudio de gestión de residuos de construcción que contendrá como mínimo:

- Una estimación de la cantidad, expresada en metros cúbicos de los residuos de la construcción y demolición que se generarán en la obra.
- Las medidas de prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación que se generarán en la obra y medidas para la separación de los residuos en obra, en particular
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición

Seguidamente se va a proceder a describir cada uno de los puntos indicados anteriormente:

1.1.1. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS.

La estimación de residuos expresa los metros cúbicos de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados de acuerdo con la Orden MAM/304/2002, de 8 de Febrero, codificados con arreglo a la lista europea de residuos. En dicha Orden se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos (tabla 55).

Designación	Cantidad aproximada	Código
Excavación	310 m ³	17 05 04
Residuos de la construcción (retirada del tejado)	1350 m ²	17 04 04

Tabla 55: Estimación de la cantidad de residuos.

Conforme a lo descrito en el artículo 3.1 del citado R.D 105/2008, las Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

1.1.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS.

Las medidas de prevención de residuos vendrán definidas por las siguientes:

- Movimiento de tierras.
 - Incremento del nivel de partículas en el aire durante la fase de construcción, provocado por los trabajos y por el tránsito de la maquinaria.
 - Emisión de gases y ruidos de la maquinaria. El Responsable deber realizar un plan de mantenimiento que contemple el control de la emisión de gases y ruidos.
 - Generación de residuos de tierras procedentes de la propia excavación.
 - Riesgo potencial de contaminación de aguas y suelos producidas por vertido de aceites y combustibles propios de la maquinaria. Se prohibirán cambios de aceite, repostajes de combustible, recambio de piezas, etc en zonas que no estén expresamente habilitadas para ello.

- Camino y pavimentos.

- Incremento del nivel de partículas en el aire durante la fase de la construcción, provocado por el tránsito de la maquinaria.
- Emisión de gases y ruidos de la maquinaria. El Responsable deber realizar un plan de mantenimiento que contemple el control de la emisión de gases y ruidos.
- Riesgo potencial de contaminación de aguas y suelos producidas por vertido de aceites y combustibles propios de la maquinaria. Se prohibirán cambios de aceite, repostajes de combustible, recambio de piezas, etc en zonas que no estén expresamente habilitadas para ello.

1.1.3. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS.

La obligación de residuos viene determinada por el Real Decreto 105/2008, en el que se dan cifras aproximadas de la cantidad de generación de residuos. Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 T.
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 T.
- Metal: 2 T.
- Madera: 1T
- Vidrio: 1T.
- Plástico: 0,5 T.
- Papel y cartón: 0,5 T.

1.1.4. INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO Y POSTERIOR TRANSPORTE DE RESIDUOS.

La parcela en concreto podrá tener una zona habilitada para el almacenaje de residuos, cuyo carácter podrá ser temporal o permanente según las necesidades.

1.2. VALORACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

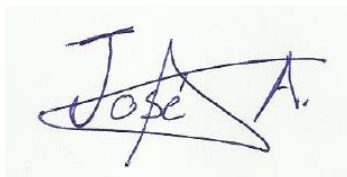
La valoración de la gestión queda definida en la tabla 56:

Designación	Cantidad aproximada	Precio
Excavación y retirada	310 m ³	5.204,91€
Residuos de la construcción (retirada del tejado)	1350 m ²	6.971,41€

Tabla 56: VALORACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

El presupuesto obtenido derivado de la gestión de residuos será de 12.176,32€. (DOCE MIL CIENTO SETENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS).

Fdo:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "José A.", with a stylized flourish extending from the end.

TRABAJO FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 200 KW
CONECTADA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCCIÓN Y
VENTA DE ENERGÍA.**

ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA

ESTUDIO ECONÓMICO

ESTUDIO ECONÓMICO

1.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	321
1.1.	ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE LA NORMATIVA.....	321
1.2.	CÁLCULOS.....	322
1.2.1.	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	322
1.2.2.	RELACIÓN BENEFICIO/COSTO.....	323
1.2.3.	PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DEL TIR.....	324
1.2.4.	PERIODO DE RETORNO.....	325
1.3.	DATOS PARA EL ANÁLISIS DEL ESTUDIO ECONÓMICO.....	325
1.4.	DATOS DE LA INVERSIÓN.....	329
1.5.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	330
1.6.	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO ECONÓMICO.....	332

1. ESTUDIO ECONÓMICO.

1.1. ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE LA NORMATIVA.

El análisis económico-financiero es especialmente complejo. En especial, cada instalación tiene que ser evaluada atendiendo a una serie de factores determinantes, como la energía eléctrica que el sistema es capaz de producir, la conexión a la red eléctrica, la duración del sistema, los posibles incentivos que existen, gestión financiera, etc.

Un sistema fotovoltaico tiene un desembolso inicial importante, pero debido tanto al precio del kWh como de los incentivos regulados, pueden llegar a que una instalación sea rentable en un tiempo bastante adecuado.

Debido a la importante inversión que se debe hacer para la puesta en marcha de una instalación de características similares a las estudiadas en este Trabajo Fin de Grado, se debe realizar un estudio detallado de los índices de rentabilidad más comunes:

- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Valor Actual Neto (VAN)

El actual Real Decreto 413/2014 del 6 de Junio establece la regulación de la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables. En dicho RD se establece el precio del kWh atendiendo principalmente a dos factores:

- Precio de venta según la negociación entre el operador del mercado y el operador del sistema.
- Retribuciones a la inversión y retribuciones a la operación.

Según el RD 413/2014 las instalaciones se clasifican atendiendo a las características que presenten, para la instalación fotovoltaica en estudio el tipo de instalación corresponde con el b1.1 definidas como instalaciones que únicamente utilicen la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica.

Los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables se rigen mediante la Orden IET/1045/2014. En dicha Orden y atendiendo

al grupo que pertenezcan se puede obtener la retribución a la inversión tanto para el año 2015 como para el año 2016, resultando cero para la retribución correspondiente a la operación.

En el RD 413/2014 y en específico en el Anexo VI se obtiene una metodología para el cálculo del valor neto del activo y del coeficiente de ajuste de las instalaciones tipo asociadas a las que se otorgue el régimen retributivo específico de acuerdo a lo especificado en el artículo 12.

El análisis económico a estudiar pretende calcular el periodo de tiempo para el cuál el sistema comienza a obtener beneficios netos y calcular el periodo necesario para completar el pago total de la instalación.

Para calcular la rentabilidad económica de un proyecto debemos tener en cuenta principalmente el cálculo de dos factores de gran interés: el VAN y el TIR.

1.2. CÁLCULOS

1.2.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN).

El Valor Actual Neto es uno de los métodos que se suele utilizar para evaluar la rentabilidad de un determinado proyecto o inversión a realizar.

El VAN mide la cantidad total que se prevé que aumentará una inversión en el valor presente de sus flujos de efectivo potenciales y el costo inicial. Para que una inversión sea rentable el VAN debe ser un valor positivo.

La fórmula que detalla el procedimiento para el cálculo del VAN es la siguiente:

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1 + k_1)} + \frac{Q_2}{(1 + k_1) \cdot (1 + k_2)} + \dots + \frac{Q_n}{(1 + k_1) \cdot (1 + k_2) \dots (1 + k_n)} \quad (119)$$

Dónde:

A: Desembolso inicial de la inversión.

Q_i: Representa los flujos de caja en cada periodo *t*.

k_i: Es el tipo de interés

En el caso de que existiera un valor residual de la instalación se añadiría una constante sumando a los factores que determinan el VAN, pero para la instalación en estudio es 0.

El valor actual neto es muy importante para la valoración de inversiones en activos fijos, a pesar de sus limitaciones en considerar circunstancias imprevistas o excepcionales de mercado. Si su valor es mayor a cero, el proyecto es rentable, considerándose el valor mínimo de rendimiento para la inversión.

Para el cálculo del VAN se debe actuar con cuidado, debido a que este parámetro es especialmente sensible a la variación de la tasa de descuento, por lo que cualquier variación puede llevar a resultados equívocos.

Hay determinadas opciones de llevar a cabo un proyecto o no (tabla 57), éstas vienen detalladas en el siguiente cuadro:

<i>Valor</i>	<i>Significado</i>
VAN > 0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r).
VAN < 0	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida (r).
VAN = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdida.

Tabla 57: Opciones de llevar a cabo o no un proyecto.

Las decisiones a tomar dependiendo del valor del VAN son las siguientes:

- VAN > 0, el proyecto puede aceptarse.
- VAN < 0, el proyecto debe rechazarse.
- VAN = 0, el proyecto debe decidirse atendiendo a otros criterios diferentes del factor económico.

1.2.2. RELACIÓN BENEFICIO/COSTO.

La relación Beneficio/Costo es el cociente de dividir el valor actualizado de los beneficios del proyecto (ingresos) entre el valor actualizado de los costos a una tasa de actualización igual a la tasa de rendimiento mínima aceptable, a menudo también conocida como tasa de actualización o tasa de evaluación.

La fórmula que define esta relación coincide con la mostrada a continuación:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos esperados (Actualizados)}}{\text{Inversión total + Costos Esperados Actualizados}} \quad (120)$$

Los criterios que se siguen para tomar una decisión son los siguientes:

- Si B/C es mayor que 1 el Valor Bruto de sus Beneficios es superior a sus costos, por lo que el proyecto puede aceptarse.
- Si B/C es igual a 1, sus beneficios son iguales a sus costos, por lo que en este caso debemos examinar el detalle atendiendo a otros parámetros diferentes del factor económico.
- Si B/C es menor a 1, sus beneficios son menores a sus costos, por lo que el proyecto debe rechazarse.

1.2.3. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DEL TIR.

La Tasa Interna de Retorno es un indicador de la rentabilidad de un proyecto. Por esta razón, se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión.

Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, que será el coste de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo, esto es, por ejemplo, los tipos de interés para un depósito a plazo) . Si la tasa de rendimiento del proyecto *-expresada por la TIR-* supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

Para el cálculo y la solución del TIR tenemos que igualar la ecuación del VAN a 0 y de esta forma despejar el parámetro del TIR, es decir:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_F \cdot t}{(1 + TIR)^t} = 0 \quad (121)$$

Dónde:

V_F: Es el flujo de carga en el periodo de tiempo t

t: Representa el tiempo t

TIR: Representa la Tasa Interna de Retorno.

1.2.4. PERIODO DE RETORNO.

El periodo de retorno o periodo de recuperación de la inversión es uno de los métodos que mide tanto la liquidez del proyecto como también el riesgo relativo que puede provocar los eventos a corto plazo.

La siguiente ecuación muestra este factor a determinar:

$$P.R. = \frac{\text{Inversión}}{(\text{Ingresos} - \text{gastos})\text{€}/\text{Año}} \quad (122)$$

1.3. DATOS PARA EL ANÁLISIS DEL ESTUDIO ECONÓMICO.

A continuación se va a mostrar los datos necesarios (tabla 58) para el análisis del estudio económico teniendo en cuenta los principales factores para el cálculo

DATOS PARA EL ANÁLISIS ECONÓMICO	
Año de la compra.	2014
Potencia de la instalación (Wp instalados)	200.000
Precio unitario (€uros/Wp)	1,571 €
Pagado por medios propios	30,00%
Tipo de interes de salida	2,00%
Producción específica prevista en instalación fija (kWh año/kWp instalado)	1.339
Precio de la tarifa regulada	0,1270€
Seguro, IBI, mantenimiento y otros gastos fijos.	7%
I.P.C.	3,00%
Tasa de descuento	5,00%
Impuestos-	21,00%
Años de amortizacion de la instalación.	25

Tabla 58: DATOS PARA EL ANÁLISIS ECONÓMICO.

Se puede observar como se ha elegido 25 años de amortización, sabiendo que la instalación fotovoltaica tiene una vida útil de 30 años según el RD 413/2014. Otros factores de gran interés son el I.P.C que se ha elegido de un 3% y la tasa de descuento elegida de un 5%. El precio de la tarifa regulada ha sido calculado y modificado por su coeficiente de ajuste obteniéndose el valor de 0,127 €/kWh.

El precio total ha sido obtenido de la siguiente forma mediante la siguiente fórmula:

$$P_t = P_{mercado} + R_{inversión} + R_{operación} = 0,127 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \quad (123)$$

Dónde:

$P_{mercado}$ = Precio de la energía en el mercado.

$R_{inversión}$ = Retribución a la inversión.

$R_{operación}$ = Retribución a la operación.

Las instalaciones podrán percibir durante su vida útil regulatoria, adicionalmente a la retribución por la venta de energía con un precio fijo, una retribución específica compuesta por un término por unidad de potencia instalada que cubra, los costes de inversión para cada instalación tipo que no pueden ser recuperados por la venta de energía en el mercado, al que se denomina retribución a la inversión, y un término a la operación que cubra, la diferencia entre los costes de explotación y los ingresos por la participación en el mercado de dicha instalación tipo, al que se denomina retribución a la operación.

Para el cálculo tanto de la retribución a la inversión y la retribución a la operación se considerarán para una instalación tipo, los ingresos estándar por la venta de la energía valorada al precio del mercado, los costes estándar de explotación necesarios para realizar la actividad y el valor estándar de la inversión inicial, todo ello será realizado por una empresa eficiente y bien gestionada, a lo largo de su vida útil regulatoria.

Una vez que las instalaciones superen su vida útil regulatoria, para el caso a proyectar de 30 años por pertenecer a una instalación tipo b 1.1.,dejarán de percibir la retribución a la inversión y la retribución a la operación. Por otro lado las instalaciones que, aun estando dentro de su vida útil regulatoria, hubieran alcanzado el nivel de rentabilidad razonable, tendrán una retribución a la inversión igual a cero y mantendrán, en su caso, la retribución a la operación durante dicha vida útil regulatoria.

La instalación tipo (IT) será obtenido mediante la Orden IET/1045/2014, dependiendo del rango de potencia en que se encuentre o en función de la zona climática en el que la instalación se proyectará. Dependiendo de cuál sea la instalación tipo que proceda, tendrá unos parámetros retributivos distintos. A la instalación fotovoltaica a proyectar le corresponde el valor de IT-00560 (tabla 59) . Seguidamente se muestra una tabla en la que se puede definir cuál será nuestra instalación tipo.

Grupo	Subgrupo	Rango de potencia	Subtipo de tecnología	Zona Climática	Código Instalación Tipo
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z3	IT-00346
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z3	IT-00347
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z3	IT-00348
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z4	IT-00349
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z4	IT-00350
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z4	IT-00351
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z5	IT-00352
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z5	IT-00353
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z5	IT-00354
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z1	IT-00355
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z1	IT-00356
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z1	IT-00357
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z2	IT-00358
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z2	IT-00359
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z3	IT-00360
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z3	IT-00361
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z3	IT-00362
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z4	IT-00363
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z4	IT-00364
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z4	IT-00365
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z5	IT-00366
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	Z5	IT-00367
b.1	b.1.1	P ≤ 1MW	-	-	IT-00560

Tabla 59: Elección de la instalación tipo

Los parámetros de retribución a la inversión y retribución a la operación (tabla 60) son los más relevantes, pero también ha de tenerse en cuenta otros parámetros fundamentales para el cálculo del precio total (€/kWh) como puede ser el número de horas de funcionamiento mínimo. El número de horas de funcionamiento mínimo estará recogido en función de la instalación tipo a proyectar (tabla 60), y deberá cumplirse para no percibir ninguna penalización. El trabajo fin de grado en estudio ha sido diseñado para cumplir el número de horas de funcionamiento mínimo.

Código de Identificación	Vida Útil Regulatoria (años)	Coficiente de ajuste $C_{1,s}$	Retribución a la Inversión Rinv 2014-2016 (€/MW)	Retribución a la Operación Ro (€/MWh) 2014	Horas de funcionamiento máximo para la percepción de Ro (h)	Nº Horas equivalentes de funcionamiento mínimo Nh (*) Anual 2014-2016 (h)
IT-00541	30	1,0000	384.919	14,225	2.124	1.274
IT-00542	30	1,0000	372.980	13,802	2.124	1.274
IT-00543	30	1,0000	384.902	14,225	2.124	1.274
IT-00544	30	1,0000	411.507	15,167	2.124	1.274
IT-00545	30	1,0000	379.189	14,022	2.124	1.274
IT-00546	30	1,0000	378.503	13,998	2.124	1.274
IT-00547	30	1,0000	402.200	14,838	2.124	1.274
IT-00548	30	1,0000	367.977	13,625	2.124	1.274
IT-00549	30	1,0000	375.419	13,888	2.124	1.274
IT-00550	30	1,0000	182.987	7,069	2.124	1.274
IT-00551	30	1,0000	197.863	7,596	2.124	1.274
IT-00552	30	1,0000	183.511	7,088	2.124	1.274
IT-00553	30	1,0000	183.209	7,077	2.124	1.274
IT-00554	30	1,0000	177.453	6,873	2.124	1.274
IT-00555	30	1,0000	177.453	6,873	2.124	1.274
IT-00556	30	1,0000	170.499	6,627	2.124	1.274
IT-00557	30	1,0000	172.055	6,682	2.124	1.274
IT-00558	30	1,0000	170.261	6,618	2.124	1.274
IT-00559	30	0,8755	140.400	0,000	1.648	989
IT-00560	30	0,9775	146.680	0,000	1.648	989

Tabla 60: Principales parámetros para el cálculo del precio total de venta

La inscripción de una instalación en el registro de régimen retributivo específico en estado de explotación y su asignación a una instalación tipo permitirá al titular de la instalación reunir los requisitos necesarios para la percepción del régimen retributivo específico

Estos parámetros han sido obtenidos con la mayor realidad, debido a la comparación entre distintos proveedores de material fotovoltaico y eligiendo áquel que ha realizado la oferta más ventajosa.

El estudio económico ha sido realizado atendiendo a la normativa actual, en concreto al R.D. 413/2014 y la Orden IET/1045/2014. Mediante dichos documentos se puede desarrollar el estudio económico teniendo en cuenta los siguientes apartados:

- El precio de venta de la energía será el estipulado mediante el mercado actual.
- En dicha normativa se establecen dos retribuciones:
 - La retribución a la operación, que en nuestro caso y por considerar el año de autorización de explotación definitiva el 2015, dicha retribución será 0 (tabla 60)
 - La retribución a la inversión (tabla 60), que se estipulará inicialmente mediante la IT correspondiente (IT-00560) y se irá ajustando con el coeficiente de ajuste calculado. Cabe mencionar que la vida útil regulatoria de la instalación fotovoltaica a proyectar es de 30 años.

Una vez aplicados los anteriores parámetros relevantes y habiendo aplicado el coeficiente de ajuste establecido en la tabla 60, el precio total estimado será de 0,127 €/kWh.

1.4. DATOS DE LA INVERSIÓN

En la tabla 61 se muestran los datos más significativos para el cálculo del análisis financiero. En dicha se observan varios factores de especial interés como el Valor Actual Neto que se define en 6.37 % y la Tasa Interna de Retorno que se define en 7,61 %, obteniéndose un retorno de la inversión en 15 años.

:

DATOS FINANCIEROS DE LA INSTALACIÓN	
Coste total de la instalación sin I.V.A.	314.316,54 €
Producción específica prevista anual en kWh x año / kWp instalado.	1.340
Producción total prevista anual en kWh x año.	267.800
Ingresos por producción media anual antes de impuestos.	44.469 €
Ingresos por producción media mensual antes de impuestos.	3.706 €
Rentabilidad media sobre inversión total antes de impuestos.	6,60%
Rentabilidad media sobre inversión de medios propios antes de impuestos.	21,99%
Porcentaje que queda libre despues de pagar impuestos.	79,00%
Valor Actual Neto (V.A.N.).	150.270 €
V.A.N. medio anual sobre inversión de medios propios.	6,37%
Años de retorno de la inversión.	16
Tasa de descuento. (media ponderada)	3,6%
Tasa Interna de Retorno (T.I.R.).	7,61%

Tabla 61: DATOS FINANCIEROS DE LA INSTALACIÓN.

1.5. RESULTADOS OBTENIDOS.

En la tabla 62 se muestran dos de los factores más importantes para el cálculo de la rentabilidad de la instalación fotovoltaica a proyectar como son: el total de los ingresos percibidos y el total de los beneficios que se obtendrán. En dicha tabla se puede observar como a partir del año en el que la instalación se supone que tiene todos los gastos cubiertos, el beneficio desciende considerablemente obteniéndose en este caso beneficios solamente debido al precio de venta de la energía en el mercado.

MO M.	AÑO	AMORTIZACION	GASTOS DE EXPLOTACION	TOTAL GASTOS	TOTAL INGRESOS	BENEFICIO	BASE IMPONIBLE IMPUESTOS	RENTABILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	RENTABILIDAD FINANCIERA
Unidad		€	€	€	€	€	€	%	%
0	2014		-	-	-	-	-	0,00%	0,00%
1	2015	12.573	16.377	28.949	34.861	5.911	5.911	1,88%	6,27%
2	2016	12.573	7.787	20.360	35.554	15.194	15.194	4,83%	16,11%
3	2017	12.573	8.005	20.578	36.259	15.682	15.682	4,99%	16,63%
4	2018	12.573	8.230	20.802	36.978	16.176	16.176	5,15%	17,15%
5	2019	12.573	8.461	21.033	37.710	16.677	16.677	5,31%	17,69%
6	2020	12.573	8.699	21.271	38.456	17.184	17.184	5,47%	18,22%
7	2021	12.573	8.944	21.517	39.215	17.698	17.698	5,63%	18,77%
8	2022	12.573	9.197	21.769	39.988	18.219	18.219	5,80%	19,32%
9	2023	12.573	9.457	22.030	40.776	18.746	18.746	5,96%	19,88%
10	2024	12.573	9.725	22.298	41.577	19.280	19.280	6,13%	20,45%
11	2025	12.573	10.001	22.574	42.394	19.820	19.820	6,31%	21,02%
12	2026	12.573	10.285	22.858	43.225	20.367	20.367	6,48%	21,60%
13	2027	12.573	10.578	23.151	44.071	20.920	20.920	6,66%	22,19%
14	2028	12.573	10.880	23.453	44.932	21.480	21.480	6,83%	22,78%
15	2029	12.573	11.191	23.763	45.809	22.046	22.046	7,01%	23,38%
16	2030	12.573	11.511	24.083	46.702	22.619	22.619	7,20%	23,99%
17	2031	12.573	11.841	24.413	47.611	23.198	23.198	7,38%	24,60%
18	2032	12.573	12.180	24.753	30.573	5.820	5.820	1,85%	6,17%
19	2033	12.573	12.530	25.103	31.167	6.307	6.307	2,00%	6,68%
20	2034	12.573	12.890	25.463	31.770	6.317	6.317	2,00%	6,79%
21	2035	12.573	13.261	25.834	32385	6.551	6.551	2,08%	6,95%
22	2036	12.573	13.644	26.216	33010	6.794	6.794	2,16%	7,21%
23	2037	12.573	14.037	26.610	33646	7.036	7.036	2,23%	7,46%
24	2038	12.573	14.443	27.015	34293	7.278	7.278	2,31%	7,72%
25	2039	12.573	14.860	27.433	34952	7.519	7.519	2,39%	7,97%
TOTALES		314.316	279.014	552.729	957.917	338.174		5,12%	17,08%

Tabla 62: RESULTADOS OBTENIDOS.

A continuación se va mostrar detalladamente la tesorería:

MOMENTO	AÑO	TOTAL ENTRADAS	CASH FLOW TESORERIA	CASH FLOW ACTUALIZADO	PAYBACK RETORNO INVERSION	T.I.R. hasta el año 'x'
Unidad		€	€	€	€	%
0	2014	-	94.295	94.295	94.295	
1	2015	34.861	202.779	195.732	290.027	
2	2016	35.554	24.576	22.897	267.130	
3	2017	36.259	24.961	22.448	244.681	
4	2018	36.978	25.352	22.007	222.674	
5	2019	37.710	25.747	21.574	201.100	
6	2020	38.456	26.148	21.149	179.951	
7	2021	39.215	26.554	20.731	159.220	-14,97%
8	2022	39.988	26.966	20.320	138.900	-10,32%
9	2023	40.776	27.382	19.917	118.983	-6,81%
10	2024	41.577	27.804	19.521	99.462	-4,10%
11	2025	42.394	28.230	19.132	80.330	-1,96%
12	2026	43.225	28.662	18.750	61.580	-0,25%
13	2027	44.071	29.099	18.374	43.206	1,15%
14	2028	44.932	29.542	18.005	25.201	2,29%
15	2029	45.809	29.989	17.643	7.558	3,24%
16	2030	46.702	30.441	17.287	9.729	4,03%
17	2031	47.611	30.899	16.937	26.665	4,71%
18	2032	30.573	13.398	7.089	33.754	5,28%
19	2033	31.167	13.992	7.146	40.900	1,67%
20	2034	31.770	13.635	6721	47.621	1,86%
21	2035	32385	13.752	6.544	54.165	2,04%
22	2036	33010	13.867	6.369	60.534	2,26%
23	2037	33646	13.980	6.197	66.731	2,47%
24	2038	34293	14.091	6.030	72.761	2,64%
25	2039	34952	14.200	5.865	78.626	2,91%
TOTALES		957.917	256.19	78.662		
		6,37%	V.A.N.		78.662 €	
			T.I.R. (a 25 años)		2,8%	
			RETORNO (En años)		16	

Tabla 63: Tesorería.

1.6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO ECONÓMICO.

Para concluir vamos a analizar las principales variables que se han obtenido:

- Ha resultado un VAN de 78.662 €, siendo éste un valor positivo a pesar de la gran inversión inicial.

Por último se ha comprobado mediante los datos obtenidos que el presente Trabajo Fin de Grado es económicamente viable.

Fdo:

A handwritten signature in blue ink on a light green background. The signature is stylized, starting with a large 'J' and 'A' that are connected by a horizontal line. The word 'José' is written in a cursive script below the 'J', and 'A.' is written to the right of the 'A'.