

Instalación de Evacuación de Energía Eléctrica de un Huerto Solar

Cabezas de San Juan

Sevilla

Proyecto

UNIVERSIDAD DE SEVILLA



ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIEROS



Autor del Proyecto:

Jaime Gustavo Custodio Pérez
Diciembre de 2.008

Instalación de Evacuación de Energía Eléctrica de un Huerto Solar

Cabezas de San Juan

Sevilla

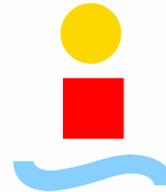
Proyecto

Documento 0: Índice General

UNIVERSIDAD DE SEVILLA



ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIEROS



Autor del Proyecto:

Jaime Gustavo Custodio Pérez
Diciembre de 2.008



*Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar*

Cabezas de San Juan (Sevilla)

Proyecto



DOCUMENTO 0: ÍNDICE GENERAL



*Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar*

Cabezas de San Juan (Sevilla)

Proyecto



ÍNDICE

1. DOCUMENTO 1: MEMORIA	5
2. DOCUMENTO 2: ANEXO DE CÁLCULO	10
3. DOCUMENTO 3: PLANOS	13
4. DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES	15
5. DOCUMENTO 5: MEDICIONES Y PRESUPUESTO	19
6. DOCUMENTO 6: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	20
7. CONCLUSIÓN	23



*Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar*

Cabezas de San Juan (Sevilla)

Proyecto



1. DOCUMENTO 1: MEMORIA

Capítulo	Título	Pág.
0.	DATOS IDENTIFICATIVOS	3
0.1.	DATOS DEL PROYECTO	3
0.1.1.	Título del Proyecto	3
0.1.2.	Situación y Emplazamiento	3
0.2.	BECA DE COLABORACIÓN	3
0.3.	DATOS DEL AUTOR DEL TRABAJO	4
0.4.	DATOS DEL TUTOR DEL TRABAJO	4
1.	OBJETO	9
2.	ALCANCE	9
3.	REGLAMENTACIÓN APLICABLE	10
3.1.	NORMAS GENERALES	10
3.2.	NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE LA APARAMENTA ELÉCTRICA	11
4.	EMPLAZAMIENTO	12
4.1.	RBD: Relación de Bienes y Derechos Afectados	12
5.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	13



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)



Proyecto

6.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	14
6.1.	OBRA CIVIL: PFU-5/20	14
6.1.1.	Descripción	14
6.1.2.	Envolvente	15
6.1.3.	Placa piso	16
6.1.4.	Accesos	16
6.1.5..	Ventilación	17
6.1.6.	Acabado	17
6.1.7.	Calidad	17
6.1.8.	Alumbrado	17
6.1.9.	Cimentación	17
6.1.10.	Características Detalladas	18
6.2.	UNIDADES TRANSFORMADORAS	19
6.2.1.	Transformador 1	19
6.2.2.	Transformador 2	20
6.3.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	20
6.3.1.	Red de alimentación	20
6.3.2.	Paramenta de Media Tensión	21
6.3.2.1.	Celdas: CGMcosmos	21



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)



Proyecto

6.3.2.1.1.	Partes que la componen	22
6.3.2.1.2.	Características descriptivas celdas	24
6.3.3.	Paramenta de Baja Tensión	28
6.3.4.	Características del Material Vario	28
6.3.4.1.	Interconexiones de MT:	29
6.3.4.2.	Interconexiones de BT:	29
6.3.4.3.	Equipos de iluminación:	31
6.4.	MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	31
6.5.	TELEMANDO.	31
6.5.1.	Objetivo.	31
6.5.2.	Tensiones Auxiliares.	32
6.5.3.	Motorizaciones	32
6.5.4.	Armario de control	33
6.5.4.1.	Conmutador local/distancia.	33
6.5.4.2.	Unidad Terminal Remota	34
6.5.4.3.	Equipos de telecomunicaciones	35
6.5.4.4.	Detección Paso de Falta.	35
6.6.	PUESTA A TIERRA.	36
6.6.1.	Tierra de protección	36



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)



Proyecto

6.6.2.	Tierra de servicio	36
6.7.	INSTALACIONES SECUNDARIAS.	37
6.7.1.	Armario de primeros auxilios	37
6.7.2.	Defensa de transformadores:	37
6.7.3.	Medidas de seguridad	37
7.	RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	39
7.1.	CANALIZACIÓN	39
7.2.	ARQUETAS DE REGISTRO	40
7.3..	CONDUCTOR	41
7.4.	EMPLAMES	42
7.5.	TÉRMINALES	43
7.6.	TIERRAS	44
7.7..	CONVERSIÓN SUBTERRÁNEO AÉREO	44
8.	LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	46
8.1.	CONDUCTOR	46
8.2.	AISLAMIENTO	47
8.3.	HERRAJES	50
8.3.1.	Cadena de amarre	51
8.3.2.	Antivibradores	52



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)



Proyecto

8.4.	APOYOS	53
8.4.1.	Protección de superficies	53
8.4.2.	Dimensiones de los Apoyos	54
8.5..	APOYO CONVERSIÓN SUBTERRÁNEO AÉREO	55
8.5.1.	Autoválvulas	55
8.6.	APOYO DE ENTRONQUE.	57
8.6.1.	Protección: Cortacircuito fusible	57
8.6.2.	Seccionadores	58
8.7.	HIPOTESIS DE CÁLCULO	59
8.7.1.	Zona Reglamentaria	59
8.8.	CIMENTACIONES.	61
8.8.1.	Cimentaciones monobloque,	61
8.9.	CÁLCULO MECÁNICO.	64
8.10..	DISTANCIAS	66
8.10.1..	Distancias de los Conductores al Terreno	66
8.10.2.	Distancia de los conductores entre sí.	66
8.10.3..	Distancias de los conductores a los apoyos	69
8.11..	CRUZAMIENTOS	69
8.11.1.	Ríos y canales	69



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)



Proyecto

8.11.2.	Líneas eléctricas y de telecomunicación	70
8.12..	PARALELISMOS	70
8.13..	PUESTA A TIERRA	71
8.13.1..	Picas	71
8.13.2.	Conexión del cable de tierra a los apoyos.	72
8.14.	NUMERACIÓN Y AVISOS DE PELIGRO.	73
8.15.	INFORMACIÓN RELATIVA A LA ADECUACIÓN Y CONDICIONES TECNICO-AMBIENTALES	73
8.15.1.	MEDIDAS ANTIELECTROCUCIÓN	75
8.15.2.	MEDIDAS ANTICOLISIÓN	77
9.	PRESUPUESTO	79
10.	CONCLUSIÓN	79

2. DOCUMENTO 2: ANEXO DE CÁLCULO

Capítulo	Título	Pág.
1.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	6
1.1.	INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.	6



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)



Proyecto

1.2.	INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.	7
1.3.	CORTOCIRCUITOS	7
1.3.1.	Cortocircuito en el lado de media tensión	7
1.3.2.	Cortocircuito en el lado de baja tensión	9
1.4.	DIMENSIONADO DE EMBARRADO	11
1.4.1.	Comprobación por densidad de corriente.	12
1.4.2.	Comprobación por sollicitación electrodinámica	12
1.4.3.	Comprobación por sollicitación térmica	13
1.5.	SELECCIÓN PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.	14
1.5.1.	Protección en M.T.	14
1.5.2.	Protección en B.T.	16
1.6.	DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE BAJA TENSIÓN.	17
1.7.	DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN.	18
1.8.	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.	19
1.9.	DIMENSIONADO DEL POZO DE APAGAFUEGOS	20
1.10.	CÁLCULOS DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.	21
1.10.1.	Investigación de las características del suelo.	21
1.10.2.	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y el	21



Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de Huerto Solar

Cabezas de San Juan (Sevilla)

Proyecto



tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

1.10.3.	Diseño preliminar de la instalación de tierra.	23
1.10.4.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.	24
1.10.5.	Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto (UNESA).	26
1.10.6.	Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación	27
1.10.7.	Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.	28
1.10.8.	Cálculo de las tensiones máximas admisibles (UNESA).	29
1.10.9.	Estudio de las Tensiones Transferibles al Exterior.	31
2.	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	33
2.1.	DATOS DE LA INSTALACIÓN.	34
2.2..	INTENSIDAD	34
2.3.	CAPACIDAD DE TRANSPORTE	35
2.4.	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO	36
2.5.	CAÍDA DE TENSIÓN	37
2.6.	PÉRDIDAS DE POTENCIA.	39
2.7.	CONDUCTOR ELEGIDO.	39
3.	LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	40
3.1.	RESULTADOS DE CÁLCULOS MECÁNICOS	40



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)

Proyecto



3.2.	DIMENSIONAMIENTO DE APOYOS	48
3.3.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS	51
3.3.1.	Características de la energía	51
3.3.2.	Niveles de aislamiento	51
3.3.3.	Densidad máxima de corriente admisible	52
3.3.4.	Intensidad máxima admisible por el conductor	52
3.3.5.	Potencia máxima admisible	53
3.3.6.	Resistencia de la línea	53
3.3.7.	Reactancia de la línea	54
3.3.8..	Caída de tensión	55
3.3.9..	Pérdida de potencia	56
4.	CONCLUSIÓN	57

3. DOCUMENTO 3: PLANOS

Capítulo	Título	Pág.
01	SITUACIÓN	
02	EMPLAZAMIENTO	



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)

Proyecto



Capítulo	Título	Pág.
03	RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS	
04	DETALLES CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
05	CELDAS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
06	ESQUEMA UNIFILAR	
07	SISTEMA DE TIERRAS DEL C.T.	
08	DETALLES DE ZANJA SUBTERRÁNEA	
09	DETALLES DE ARQUETAS	
10	DETALLES DE TAPAS	
11	DETALLES DE MARCOS	
12	PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA AÉREA	
13	APOYOS METÁLICOS	
14	SISTEMA DE TIERRAS DE APOYOS	
15	PARAMENTA DE APOYOS	
16	APOYO DE ENTRONQUE	
17	APOYO DE DERIVACIÓN	
18	CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEO	



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)

Proyecto



4. DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Capítulo	Título	Pág.
	PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	8
1.	OBJETO	8
2.	CAMPO DE APLICACIÓN	8
3.	DISPOSICIONES GENERALES	8
3.1.	CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.	8
3.2.	SEGURIDAD EN EL TRABAJO.	9
3.3..	SEGURIDAD PUBLICA	10
4.	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	11
4.1.	DATOS DE LA OBRA.	11
4.2..	REPLANTEO DE LA OBRA	12
4.3.	RECEPCION DEL MATERIAL.	12
4.4..	ORGANIZACION	12
4.5.	EJECUCION DE LAS OBRAS.	13
4.6.	SUBCONTRATACION DE LAS OBRAS.	13
4.7.	PLAZO DE EJECUCION.	14



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)



Proyecto

4.8.	RECEPCION DE LAS OBRAS.	14
4.8.1.	Recepción provisional.	14
4.8.2..	Periodo de garantía	15
4.8.3..	Recepción definitiva	15
	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	17
1.	RED AÉREA DE M.T.	17
1.1.	GENERALIDADES.	17
1.2..	APERTURA DE HOYOS	17
1.3.	TRANSPORTE Y ACOPIO A PIE DE HOYO.	18
1.4.	CIMENTACIONES	18
1.5..	ARMADO DE APOYOS	20
1.6.	PROTECCION DE LAS SUPERFICIES METALICAS.	20
1.7..	IZADO DE APOYOS	20
1.8.	TENDIDO, TENSADO Y RETENSIONADO.	20
1.9.	REPOSICION DEL TERRENO.	22
1.10.	NUMERACION DE APOYOS. AVISOS DE PELIGRO DE MUERTE	22
1.11..	PUESTA A TIERRA	22
1.12.	MATERIALES	22



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)



Proyecto

1.13.	RECEPCION DE LA OBRA.	24
2.	RED SUBTERRÁNEA DE M.T.	26
2.1..	GENERALIDADES	26
2.2..	TRAZADO	26
2.3..	APERTURA DE ZANJAS	27
2.4..	CANALIZACION	28
2.4.1..	Zanja	29
2.4.2.	Cable directamente enterrado.	30
2.4.3..	Cable entubado	31
2.4.4..	Arquetas	33
2.4.5..	Cruces	34
2.4.6.	Cruzamientos y paralelismos.	34
2.4.7.	Cierre de zanjas.	37
2.4.8.	Rotura de pavimentos.	38
2.4.9.	Reposición de pavimentos.	38
2.4.10.	Paso al interior de los centros de transformación.	39
2.5..	TENDIDO DE CABLES	39
2.5.1.	Manipulación del cable.	39
2.5.2..	Tendido en zanja	39



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)



Proyecto

2.5.2.1.	A mano.	41
2.6..	MATERIALES	41
2.6.1..	Cables	41
2.6.2..	Tubos	43
2.7..	SEÑALIZACION	43
2.8.	INSTALACION AEREA DE CABLE SUBTERRANEO.	43
2.9.	DISPOSICION DE LOS CABLES.	44
2.9.1..	Puesta a tierra de cubiertas metálicas	44
2.9.1.1..	Pantallas	44
2.9.1.2..	Armaduras	44
2.10.	MONTAJE DE ACCESORIOS.	45
2.11..	ENSAYOS	45
2.11.1..	Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta	45
2.11.2..	Ensayo de rigidez dieléctrica del aislamiento	45
2.12.	RECEPCION DE LA OBRA.	46
3.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	46
3.1.	CALIDAD DE LOS MATERIALES.	46
3.1.1.	Obra civil.	46
3.1.2.	Aparamenta de media tensión	47



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)



Proyecto

3.1.3..	Equipos de medida	48
3.2..	NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES	48
3.3.	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.	48
3.4..	LIBRO DE ORDENES	50
3.5.	DISPOSICION FINAL.	50
4.	DISPOSICIONES FINALES	50
4.1.	ENTRADA EN VIGOR DEL PRESENTE PLIEGO	50
4.2.	MEDIDAS CONTRADICTORIAS	51
5.	CONCLUSIÓN	52

5. DOCUMENTO 5: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Capítulo	Título	Pág.
1.	PRESUPUESTO	4
2.	CONCLUSIÓN	20



6. DOCUMENTO 6: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Capítulo	Título	Pág.
1.	OBJETO	6
2.	ÁMBITO DE APLICACIÓN	7
3.	DEFINICIONES	8
4.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	9
4.1.	APLICACIÓN	9
4.2.	APROBACIÓN	9
4.3.	MODIFICACIONES	9
4.4.	OBLIGACIONES	10
4.5.	RESPONSABILIDADES	10
5.	OBLIGACIONES DEL AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LAS FASES DEL PROYECTO DE OBRA	11
6.	OBLIGACIONES DEL TÉCNICO COMPETENTE EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	12
7.	LIBRO DE INCIDENCIAS	13
8.	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	13



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)

Proyecto



Capítulo	Título	Pág.
9.	PRINCIPIOS GENERALES DURANTE LA EJECUCIÓN	14
10.	RIESGOS DE ESPECIAL PELIGROSIDAD PREVISTOS	15
10.1.	HERRAMIENTAS	15
10.2.	MATERIALES	16
10.3.	MAQUINARIA, HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES	17
10.4.	EQUIPOS DE MEDIDA	18
11.	ORGANIZACIÓN DE SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS	18
11.1.	RESPONSABLE DE LOS TRABAJOS CONTRATADOS	18
11.2.	RESPONSABLE DE SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS	19
11.3.	MODELO DE ORGANIZACIÓN PREVENTIVA Y ASISTENCIA SANITARIA EN LOS TRABAJOS	19
11.4.	MATERIALES, MEDIOS Y RECURSOS PARA LA SEGURIDAD	19
11.5.	PARA EL TRANSPORTE	19
11.6.	MAQUINARIA, HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES	19
11.7.	EQUIPOS DE MEDIDA	20
11.8.	MEDIDAS DE EMERGENCIA, PRIMEROS AUXILIOS Y EVACUACIÓN	20
11.9.	VIGILANCIA DE LA SALUD	21



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)

Proyecto



Capítulo	Título	Pág.
12.	INFORMACIÓN Y FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES A LOS TRABAJADORES	21
12.1.	CURSOS DE PREVENCIÓN	21
12.2.	CALIFICACIÓN DEL PERSONAL COMO APTO PARA REALIZAR LOS TRABAJOS CONTRATADOS	23
12.3.	RELACIÓN DEL PERSONAL SOMETIDO A TRABAJOS DE ESPECIAL PELIGROSIDAD Y APTITUD MÉDICA DEL MISMO	23
13.	CONCLUSIÓN	24



**Proyecto de Evacuación de Energía Eléctrica de
Huerto Solar**

Cabezas de San Juan (Sevilla)

Proyecto



7. CONCLUSIÓN

Con todo lo expuesto en el presente Proyecto, concretamente en su Memoria, Cálculos, Planos, Pliego de Condiciones, Presupuesto y Estudios, se cree queda suficientemente aclarado el alcance y finalidad de la presente actuación, por lo que se somete a su aprobación.

Sevilla, diciembre de 2.008

Autor del Proyecto:

Jaime Gustavo Custodio Pérez

Escuela Superior de Ingenieros Industriales