

TABLA DE CONTENIDOS

1. Objeto.....	1
2. Introducción.....	3
3. Células fotovoltaicas	9
3.1 Características eléctricas de las Células Solares	9
3.1.1 Circuito equivalente de una célula solar	9
3.1.2 Curva Característica y Parámetros Características de una célula solar	12
3.1.2.1 Factor de forma (FF).....	14
3.1.3 Sensibilidad Espectral.....	14
3.1.4 Rendimiento de células y módulos fotovoltaicos	15
3.2 Tipología de células solares.....	16
3.2.1 Células de silicio cristalino	16
3.2.1.1 Células de Silicio Monocristalino	17
3.2.1.2 Células de Silicio Policristalino	17
3.2.2 Células de Película delgada	18
3.2.2.1 Células de Silicio Amorfo	19
3.2.2.2 Células de Telurio de Cadmio (CdTe)	20
3.2.2.3 Célula de Diseleniuro de Indio y Cobre con Galio (CIS y CIGS)	20
3.2.3 Comparación de células solares.....	21
4. Paneles fotovoltaicos	22
4.1 Parámetros característicos	22
4.2 Funcionamiento de los módulos	23
4.2.1 Sombreamiento de módulos	24
4.2.2 Comparación entre módulos de película delgada y silicio cristalino.....	25
4.3 Conexionado de módulos	27

4.4	Fabricación de módulos	28
4.4.1	Conexión de células.....	28
4.4.1.1	Módulos Cristalinos.....	28
4.4.1.2	Módulos de película delgada	28
4.4.2	Encapsulado de las Células.....	29
4.4.3	Salida de cables.....	30
4.5	Diseño de módulos	30
5.	Módulos fotovoltaicos seleccionados	32
5.1	Comparación de características.....	35
5.2	Comparación de factores	38
6.	Influencia de las distintas tecnologías en las instalaciones fotovoltaicas	40
6.1	Normativa aplicable.....	41
6.2	Situación y emplazamiento del edificio	45
6.3	Descripción del Edificio	45
6.4	Módulos seleccionados.....	50
6.5	Instalaciones fotovoltaicas	51
6.6	Producción energética	53
6.6.1	Definiciones y Consideraciones.....	54
6.6.2	Irradiación Solar.....	54
6.6.3	Estimación de las pérdidas energéticas de la instalación (Performance Ratio).....	56
6.7	Régimen Económico	73
6.8	Inversión de las instalaciones	75
6.9	Resumen de hipótesis.....	76
6.10	INSTALACIÓN 1: módulos con cristal monocristalino Solarword SW 245 sobre cubierta	79
6.10.1	Descripción	79

6.10.2	Producción energética e ingresos.....	80
6.10.3	Inversión y PRS	81
6.11	INSTALACION 2: módulos con cristal policristalino Solarword SW 245 sobre cubierta	83
6.11.1	Descripción	83
6.11.2	Producción energética e ingresos.....	84
6.11.3	Inversión y PRS	85
6.12	INSTALACION 3: módulos flexibles amorfos Uni-Solar ePVL-144 sobre cubierta	87
6.12.1	Descripción	87
6.12.2	Producción energética e ingresos.....	88
6.12.3	Inversión y PRS	89
6.13	INSTALACION 4: módulos amorfos T Solar TS97 sobre cubierta.....	91
6.13.1	Descripción	91
6.13.2	Producción energética e ingresos.....	92
6.13.3	Inversión y PRS	93
6.14	INSTALACION 5: módulos de película delgada CdTe General Electric GE-CdTe83 sobre cubierta	95
6.14.1	Descripción	95
6.14.2	Producción energética e ingresos.....	96
6.14.3	Inversión y PRS	97
6.15	INSTALACION 6: módulos flexibles de película delgada GIGS Solarion SOL 100 FLEX sobre cubierta	99
6.15.1	Descripción	99
6.15.2	Producción energética e ingresos.....	100
6.15.3	Inversión y PRS	101
6.16	INSTALACION 7: módulos de película delgada GIGS Solarion SOL 100 GG sobre cubierta.....	103

6.16.1	Descripción	103
6.16.2	Producción energética e ingresos.....	104
6.16.3	Inversión y PRS	105
6.17	INSTALACIÓN 8: módulos con cristal monocristalino Solarword SW 245 inclinados 25°	107
6.17.1	Descripción	107
6.17.2	Producción energética e ingresos.....	108
6.17.3	Inversión y PRS	109
6.18	INSTALACIÓN 9: módulos con cristal policristalino Solarword SW 245 inclinados 25°	111
6.18.1	Descripción	111
6.18.2	Producción energética e ingresos.....	112
6.18.3	Inversión y PRS	113
6.19	INSTALACIÓN 10: módulos amorfos T Solar TS97 inclinados 25°	115
6.19.1	Descripción	115
6.19.2	Producción energética e ingresos.....	116
6.19.3	Inversión y PRS	117
6.20	INSTALACIÓN 11: módulos de película delgada CdTe General Electric GE-CdTe83 inclinados 25°	119
6.20.1	Descripción	119
6.20.2	Producción energética e ingresos.....	120
6.20.3	Inversión y PRS	121
6.21	INSTALACIÓN 12: módulos de película delgada GIGS Solarion SOL 100 GG inclinados 25°	123
6.21.1	Descripción	123
6.21.2	Producción energética e ingresos.....	124
6.21.3	Inversión y PRS	125
6.22	Resumen de las instalaciones	127

7.	Aplicación: diseño instalación fotovoltaica	139
7.1	Memoria y cálculos	139
7.1.1	Objeto	139
7.1.2	Descripción general de la instalación	140
7.1.3	Generador fotovoltaico.....	142
7.1.3.1	Módulo fotovoltaico	142
7.1.4	Inversores	143
7.1.5	Distribución de los módulos	144
7.1.6	Estructuras de soporte.....	146
7.1.7	Instalación eléctrica	148
7.1.7.1	Líneas en corriente continua (DC)	148
7.1.7.2	Líneas en corriente alterna (AC).....	150
7.1.7.3	Características de los conductores	150
7.1.7.4	Cálculos de secciones y caídas de tensión en las líneas eléctricas y cálculos de elementos de protección.....	151
7.1.7.5	Canalizaciones y conducciones.....	158
7.1.8	Protecciones y cuadros de conexiones	159
7.1.8.1	Protecciones para el circuito de corriente continua	159
7.1.8.2	Protecciones para el circuito de corriente alterna.....	162
7.1.8.3	Protecciones propias del inversor.....	164
7.1.8.4	Protecciones en cuadro de salida.....	165
7.1.9	Puesta a tierra.....	167
7.1.10	Sistema de evacuación y medida de la energía.	168
7.1.10.1	Conexión a red y evacuación.....	168
7.1.10.2	Medida	168
7.1.11	Resumen del presupuesto	170
7.1.12	Conclusiones	170

7.2	Pliego de condiciones generales	171
7.2.1	Definición y alcance del pliego.....	171
7.2.1.1	Objeto	171
7.2.1.2	Cuerpo normativo	171
7.2.1.3	Documentos que definen las obras	171
7.2.1.4	Compatibilidad y relación entre dichos documentos.....	172
7.2.2	Condiciones facultativas	173
7.2.2.1	Obligaciones del contratista.....	173
7.2.2.2	Facultades de la dirección técnica.....	175
7.2.2.3	Disposiciones varias	177
7.3	Pliego condiciones técnicas particulares	180
7.3.1	Objeto.	180
7.3.1.1	Situación y características de la instalación	180
7.3.2	Descripción de los trabajos y suministros.....	180
7.3.2.1	Descripción general.	180
7.3.2.2	Implantación en obra	180
7.3.2.3	Montaje electromecánico	181
7.3.2.4	Módulos fotovoltaicos	181
7.3.2.5	Estructura soporte.....	182
7.3.2.6	Inversor	183
7.3.2.7	Sistema eléctrico.....	183
7.3.3	Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas	186
7.3.4	Operación del sistema	187
7.3.4.1	Puesta en marcha.....	187
7.3.4.2	Programa de mantenimiento.....	187
7.3.5	Seguridad e higiene.....	188
7.3.5.1	Seguridad en el montaje de la instalación	188

7.3.6	Condiciones de los medios de protección	189
7.3.6.1	Protecciones individuales	189
7.3.6.2	Protecciones colectivas	189
7.3.6.3	Replanteo y señalización	190
7.3.6.4	Excavación, carga y transporte de materiales	190
7.3.6.5	Relleno de zanjas	191
7.3.6.6	Acopio y colocación de tubos	191
7.3.6.7	Normas generales de comportamiento	192
7.3.6.8	Normas de comportamiento por oficios y actividades	192
7.3.7	Recepción y pruebas	194
7.3.8	Garantías	196
7.3.9	Condiciones económicas	197
7.3.9.1	Mediciones	197
7.3.9.2	Valoraciones	198
7.3.10	Condiciones legales	201
7.3.10.1	Recepción de obras	201
7.3.10.2	Cargos al contratista	202
7.3.10.3	Disposiciones varias	203
7.3.11	Condiciones técnicas generales	205
7.3.12	Cumplimiento de los plazos	206
7.3.13	Plan de obra y relación de maquinaria	207
7.3.13.1	Materiales en depósito	207
7.3.13.2	Maquinaria y medios auxiliares	207
7.3.14	Control de calidad e inspección y control	208
7.3.15	Manuales de mantenimiento y planos "as built"	209
7.4	Estudio básico de seguridad y salud	210
7.4.1	Antecedentes y objeto	210

7.4.2	Identificación de la obra	211
7.4.2.1	Tipo de Obra	211
7.4.2.2	Situación	211
7.4.2.3	Características del local	211
7.4.2.4	Accesos, comunicaciones e infraestructuras	211
7.4.2.5	Servicios y redes de distribución afectadas por la obra.....	211
7.4.2.6	Promotor	¡Error! Marcador no definido.
7.4.2.7	Autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud	211
7.4.2.8	Presupuesto total de ejecución de la obra	212
7.4.2.9	Plazo de ejecución	212
7.4.2.10	Número de trabajadores	212
7.4.3	Normas de seguridad aplicables a la obra.....	213
7.4.4	Descripción, características y programación de la obra	214
7.4.4.1	Características generales de la obra	214
7.4.4.2	Fases de ejecución de la obra	214
7.4.5	Análisis general de riesgos y prevención de los mismos.....	215
7.4.5.1	Análisis de riesgos	217
7.4.5.2	Medidas de prevención	219
7.4.6	Señalización de los riesgos	223
7.4.6.1	Señalización de los riesgos del trabajo.....	223
7.4.6.2	Señalización vial	223
7.4.7	Instalaciones provisionales para los trabajadores	224
7.4.8	Prevención asistencial en caso de accidente laboral	225
7.4.8.1	Primeros Auxilios	225
7.4.8.2	Medicina Preventiva.....	225
7.4.8.3	Evacuación de accidentados	225
7.4.9	Obligaciones del promotor	227

7.4.10	Coordinador en materia de seguridad y salud	228
7.4.11	Plan de seguridad y salud en el trabajo.....	229
7.4.12	Obligaciones de contratistas y subcontratistas.....	230
7.4.13	Obligaciones de los trabajadores autónomos.....	232
7.4.14	Libro de incidencias	233
7.4.15	Paralización de los trabajos	234
7.4.16	Derechos de los trabajadores	235
7.4.17	Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras	236
7.5	Presupuesto y mediciones	237
7.6	Planos	244
8.	Conclusiones.....	251
9.	Bibliografía	255

ANEXO I Fichas Técnicas de Equipos
