



industriales
etsii

**Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Diseño de instalación solar térmica y fotovoltaica para una piscina olímpica climatizada situada en playa paraíso, alimentada mediante módulos solares térmicos, módulos fotovoltaicos y caldera de biomasa como sistema de térmico de apoyo

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

Autor: JAVIER MARTÍNEZ GIL
Director: JUAN MARTÍNEZ TUDELA

Cartagena, 01 de octubre de 2017



**Universidad
Politécnica
de Cartagena**

1. MEMORIA DESCRIPTIVA	12
1.1. Antecedentes	12
1.2. Objeto del proyecto	12
1.3. Emplazamiento.....	12
1.4. Normativa y legislación aplicable	13
1.5. Descripción y características del edificio.....	16
1.6. Funcionamiento del edificio.....	17
1.7. Descripción de instalación solar térmica.....	17
1.7.1. Definición.....	17
1.7.2. Descripción de la instalación.....	18
1.7.2.1. Elementos.....	18
1.7.2.1.1. Sistema de captación.....	18
1.7.2.1.2. Sistema de acumulación.....	19
1.7.2.1.3. Intercambiadores de calor.....	19
1.7.2.1.4. Elementos hidráulicos de protección	20
1.7.2.1.5. Sistema de regulación y control	21
1.7.2.1.6. Sistema de energía auxiliar mediante caldera de biomasa	22
1.7.2.2. Sistema y funcionamiento.....	22
1.7.3. Estructura soporte de los captadores	23
1.7.4. Superficie de captación	23
1.7.4.1. Contribución solar mínima	23
1.7.4.2. Carga de consumo.....	26
1.7.5. Pruebas	29
1.7.5.1. Equipos	29
1.7.5.2. Pruebas de estanquidad de las redes de tuberías.....	29
1.7.5.2.1. Preparación y limpieza.	30
1.7.5.2.2. Prueba preliminar de estanquidad.....	30
1.7.5.2.3. Prueba de resistencia mecánica.	30
1.7.5.2.4. Reparación de fugas.	31
1.7.5.3. Pruebas de libre dilatación	31
1.7.5.4. Pruebas de estanquidad de chimeneas	31
1.7.5.5. Pruebas finales	31
1.8. Descripción de la instalación fotovoltaica	32

1.8.1.	Definición.....	32
1.8.2.	Previsión de cargas para el sistema fotovoltaico.....	32
1.8.3.	Elementos integrantes de las instalaciones.....	34
1.8.4.	Cubierta del edificio.....	36
1.8.5.	Paneles fotovoltaicos.....	36
1.8.5.1.	Configuración de los paneles.....	37
1.8.6.	Inversor.....	38
1.8.6.1.	Inversor.....	38
1.8.6.2.	Tipo de inversores.....	39
1.8.6.3.	Características técnicas.....	40
1.8.7.	Generador fotovoltaico.....	41
1.8.8.	Regulador de potencia.....	41
1.8.9.	Estructura de montaje de los paneles.....	41
1.8.9.1.	Sobrecarga prevista.....	42
1.8.10.	Orientación de los paneles fotovoltaicos.....	43
1.8.10.1.	Configuración de la conexión de los módulos.....	45
1.8.11.	Análisis de sombras.....	45
1.8.11.1.	Tipo de sombras.....	45
1.8.11.2.	Sombras producidas por la propia instalación. Diagrama de trayectoria solar.....	46
1.8.12.	Configuración de las instalaciones.....	46
1.8.12.1.	Ubicación de los paneles fotovoltaicos.....	46
1.8.12.2.	Ubicación del inversor.....	46
1.8.12.3.	Ubicación y descripción de los equipos de medida.....	47
1.8.13.	Instalación eléctrica de baja tensión.....	47
1.8.13.1.	Instalación corriente continua.....	47
1.8.13.1.1.	Cableado en corriente continua. Ubicación de los conductores.....	47
1.8.13.1.2.	Canalizaciones.....	48
1.8.13.2.	Instalación corriente alterna.....	50
1.8.13.2.1.	Cableado en corriente trifásica. Ubicación de los conductores.....	50
1.8.14.	Protecciones.....	51
1.8.14.1.	Cuadro C.A. general a la salida de la instalación generadora.....	51
1.8.14.2.	Protección contra sobretensiones y subtensiones.....	52
1.8.14.3.	Puesta a tierra y conexión equipotencial de la instalación fotovoltaica.....	52
1.8.15.	Mantenimiento del sistema.....	53
1.8.16.	Diseño del sistema fotovoltaico.....	55

1.8.16.1.	Estudio de la carga	55
1.8.16.2.	Cálculo de radiación solar (PVGIS)	56
1.8.16.3.	Necesidad de consumo y radiación	57
1.8.16.4.	Orientación e inclinación óptimas. Pérdidas por orientación e inclinación	59
1.8.16.5.	Tipo de perdidas	61
1.8.16.5.1.	Pérdidas óhmicas.....	62
1.8.16.5.2.	Pérdidas por suciedad de los paneles	62
1.9.	Comparativa económica del sistema elegido con respecto a un sistema convencional de caldera eléctrica.	62
1.10.	Conclusión.....	63
2.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	65
2.1.	Diseño y dimensionamiento de la instalación	65
2.1.1.	Fracción solar mínima.....	65
2.1.2.	Superficie de captación	66
2.1.3.	Cálculo de pérdidas por la disposición geométrica de los colectores	68
2.1.4.	Sistema de acumulación	70
2.1.5.	Sistema de intercambio	71
2.1.6.	Circuito hidráulico.....	73
2.1.7.	Fluido caloportador	74
2.1.8.	Dimensionado de la red de tuberías	74
2.1.8.1.	Dimensionamiento del circuito primario SOLAR	75
2.1.8.2.	Dimensionamiento del circuito secundario SOLAR- ACS	77
2.1.8.3.	Dimensionamiento del circuito secundario SOLAR -PISCINA.....	77
2.1.8.4.	Dimensionamiento del circuito primario de CALDERA -PISCINA.....	77
2.1.8.5.	Dimensionamiento del circuito primario de CALDERA –ACS.....	78
2.1.8.6.	Dimensionamiento del circuito secundario de CALDERA-PISCINA	78
2.1.8.7.	Dimensionamiento del circuito secundario de CALDERA-ACS	78
2.1.9.	Dimensionamiento del vaso de expansión	78
2.1.9.1.	Vaso de circuito solar.....	78
2.1.9.2.	Vaso de circuito caldera.....	81
2.1.9.3.	Circuito ACS.....	81
2.1.10.	Cálculo de bombas de llenado	82
2.1.11.	Cálculo de bombas de recirculación	83
2.1.11.1.1.	Bomba circuito primario solar piscina	84
2.1.11.1.2.	Bomba circuito secundario solar-piscina.....	85

2.1.11.1.3.	Bomba circuito primario solar ACS.....	86
2.1.11.1.4.	Bomba circuito secundario solar ACS.....	87
2.1.11.1.5.	Bomba circuito primario caldera ACS.....	88
2.1.11.1.6.	Bomba circuito primario caldera piscina.....	89
2.1.11.1.7.	Bomba circuito secundario caldera ACS.....	90
2.1.11.1.8.	Bomba circuito secundario caldera piscina.....	91
2.1.12.	Circuito de consumo.....	92
2.1.13.	Caldera de biomasa.....	92
2.1.13.1.	Depósito de almacenamiento.....	98
2.2.	Cálculos sistema fotovoltaico.....	98
2.2.1.	Datos de partida del proyecto.....	98
2.2.2.	Cálculo del número de módulos fotovoltaicos.....	100
2.2.2.1.	Cálculo de conexiones entre módulos.....	103
2.2.3.	Cálculos eléctricos de la instalación fotovoltaica.....	111
2.2.3.1.	Cálculo de tensiones e intensidades máximas en CC.....	111
2.2.3.2.	Cálculos eléctricos.....	111
2.2.3.3.	Cálculo de cableado de CC.....	112
2.2.3.4.	Cálculo del cableado de CA.....	115
2.2.4.	Cálculo de pérdidas.....	120
3.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	124
3.1.	Condiciones generales.....	124
3.1.1.	Ámbito de aplicación.....	124
3.1.2.	Disposiciones generales.....	124
3.1.2.1.	Condiciones facultativas legales.....	124
3.1.2.2.	Seguridad en el trabajo.....	128
3.1.2.3.	Seguridad publica.....	129
3.1.3.	Organización del trabajo.....	129
3.1.3.1.	Datos de la obra.....	129
3.1.3.2.	Replanteo de la obra.....	130
3.1.3.3.	Condiciones generales.....	130
3.1.3.4.	Planificación y coordinación.....	133
3.1.3.5.	Acopio de materiales.....	133
3.1.3.6.	Inspección y medidas previas al montaje.....	134
3.1.3.7.	Planos, catálogos y muestras.....	134
3.1.3.8.	Variaciones de proyecto y cambios de materiales.....	135

3.1.3.9.	Cooperación con otros contratistas	136
3.1.3.10.	Protección.....	136
3.1.3.11.	Limpieza de la obra	136
3.1.3.12.	Andamios y aparejos	137
3.1.3.13.	Obras de albañilería.....	137
3.1.3.14.	Energía eléctrica y agua	138
3.1.3.15.	Ruidos y vibraciones	138
3.1.3.16.	Accesibilidad.....	138
3.1.3.17.	Canalizaciones.....	139
3.1.3.18.	Manguitos pasamuros.....	140
3.1.3.19.	Protección de partes en movimiento	140
3.1.3.20.	Protección de elementos a temperatura elevada.....	140
3.1.3.21.	Cuadros y líneas eléctricas	141
3.1.3.22.	Pinturas y colores	141
3.1.3.23.	Identificación.....	142
3.1.3.24.	Limpieza interior de redes de distribución.....	142
3.1.3.25.	Pruebas	143
3.1.3.26.	Pruebas finales.....	144
3.1.3.27.	Recepción provisional	144
3.1.3.28.	Periodos de garantía	145
3.1.3.29.	Recepción definitiva.....	146
3.1.3.30.	Permisos	146
3.1.3.31.	Entrenamiento	146
3.1.3.32.	Repuestos, herramientas y útiles específicos	146
3.1.3.33.	Subcontratación de las obras	146
3.1.3.34.	Riesgos	147
3.1.3.35.	Rescisión del contrato	148
3.1.3.36.	Precios	148
3.1.3.37.	Pago de obras	149
3.1.3.38.	Abono de materiales acopiados.....	149
3.1.4.	Disposición final	149
3.2.	Componentes.....	150
3.2.1.	Captadores.....	150
3.2.2.	Acumuladores.....	151
3.2.3.	Intercambiadores de calor	151

3.2.4.	Bombas de circulación	152
3.2.5.	Válvulas.....	153
3.2.6.	Equipos de medida	154
3.3.	Montaje	156
3.3.1.	Condiciones generales.....	156
3.3.2.	Montaje de estructura soporte y captadores	157
3.3.3.	Montaje de la bomba	158
3.3.4.	Montaje de tuberías y accesorios	158
3.3.5.	Montaje del aislamiento	160
3.3.6.	Montaje de contadores	160
3.3.7.	Ajuste y equilibrado	161
3.3.7.1.	Generalidades.....	161
3.3.7.2.	Control automático.....	162
3.3.8.	Eficiencia energética	162
3.4.	Mantenimiento y uso.....	163
3.4.1.	Plan de vigilancia	164
3.4.2.	Plan de mantenimiento	165
3.4.3.	Programa de gestión energética.....	168
3.4.4.	Instrucciones de seguridad	169
3.4.5.	Instrucciones de manejo y maniobra.....	170
3.4.6.	Instrucciones de funcionamiento.....	170
3.5.	Inspección	171
3.5.1.	Inspecciones periódicas de eficiencia energética	171
3.5.2.	Periodicidad de las inspecciones de eficiencia energética	171
3.6.	Diseño del generador fotovoltaico	172
3.6.1.	Generalidades	172
3.6.2.	Orientación e inclinación y sombras	172
3.6.3.	Diseño del sistema de monitorización.....	172
3.6.4.	Integración arquitectónica	173
3.7.	Componentes y materiales fotovoltaicos	173
3.7.1.	Generalidades	173
3.7.2.	Sistemas generadores fotovoltaicos	174
3.7.3.	Estructura soporte.....	175
3.7.4.	Inversores	177
3.7.5.	Cableado.....	178

3.7.6.	Conexión a red	179
3.7.7.	Medidas	179
3.7.8.	Protecciones	179
3.7.9.	Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas.....	179
3.7.10.	Armónicos y compatibilidad electromagnética	179
3.7.11.	Medidas de seguridad	179
3.8.	Recepción y pruebas	180
3.9.	Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento.....	181
3.9.1.	Generalidades	181
3.9.2.	Programa de mantenimiento.....	182
3.9.3.	Garantías.....	183
3.9.3.1.	Ámbito general de la garantía	183
3.9.3.2.	Plazos	183
3.9.3.3.	Condiciones económicas.....	183
3.9.3.4.	Anulación de la garantía	184
3.9.3.5.	Lugar y tiempo de la prestación.....	184
4.	ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	186
4.1.	Prevención de riesgos laborales	186
4.1.1.	Introducción	186
4.1.2.	Derechos y obligaciones.....	186
4.1.2.1.	Derecho a la protección frente a los riesgos laborales	186
4.1.2.2.	Principios de la acción preventiva	187
4.1.2.3.	Evaluación de los riesgos.....	187
4.1.2.4.	Equipos de trabajo y medios de protección	189
4.1.2.5.	Información, consulta y participación de los trabajadores.....	189
4.1.2.6.	Formación de los trabajadores	190
4.1.2.7.	Medidas de emergencia.....	190
4.1.2.8.	Riesgo grave e inminente.....	190
4.1.2.9.	Vigilancia de la salud.....	191
4.1.2.10.	Documentación.....	191
4.1.2.11.	Coordinación de actividades empresariales	191
4.1.2.12.	Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.....	191
4.1.2.13.	Protección de la maternidad	191
4.1.2.14.	Protección de los menores.....	192

4.1.2.15.	Relaciones de trabajos temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal	192
4.1.2.16.	Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos	192
4.1.3.	Servicios de prevención	193
4.1.3.1.	Protección y prevención de riesgos profesionales	193
4.1.3.2.	Servicios de prevención	193
4.1.4.	Consulta y participación de los trabajadores.....	194
4.1.4.1.	Consulta de los trabajadores	194
4.1.4.2.	Derechos de participación y representación	194
4.1.4.3.	Delegados de prevención	194
4.2.	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo	195
4.2.1.	Introducción	195
4.2.2.	Obligaciones del empresario	195
4.2.2.1.	Condiciones constructivas	195
4.2.2.2.	Orden, limpieza y mantenimiento. señalización	197
4.2.2.3.	Iluminación	198
4.2.2.4.	Servicios higiénicos y locales de descanso	199
4.2.2.5.	Material y locales de primeros auxilios	199
4.3.	Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.....	200
4.3.1.	Introducción	200
4.3.2.	Obligación general del empresario.....	200
4.4.	Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo	201
4.4.1.	Introducción	201
4.4.2.	Obligación general del empresario.....	201
4.4.2.1.	Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo	202
4.4.2.2.	Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles	203
4.4.2.3.	Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas	204
4.4.2.4.	Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general	205
4.4.2.5.	Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta.....	206
4.5.	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.....	208
4.5.1.	Introducción	210
4.5.2.	Estudio básico de seguridad y salud.....	209
4.5.2.1.	Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.....	209

4.5.2.2. Medidas preventivas de carácter general	211
4.5.2.3. Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio	214
4.5.3. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras	225
4.6. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.....	226
4.6.1. Introducción	226
4.6.2. Obligaciones generales del empresario	226
4.6.2.1. Protectores de la cabeza	226
4.6.2.2. Protectores de manos y brazos	226
4.6.2.3. Protectores de pies y piernas.....	227
4.6.2.4. Protectores del cuerpo.....	227
5. PRESUPUESTO.....	229

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. Antecedentes

La redacción de este documento tiene como motivo la finalización de estudios de la titulación Grado en Ingeniería Eléctrica, por encargo de la Universidad Politécnica de Cartagena, como Trabajo Fin de Grado.

Este proyecto tiene por objeto la simulación de un caso práctico en la vida profesional de un ingeniero, por lo que se va a realizar el diseño de una instalación solar térmica y fotovoltaica con caldera de biomasa como sistema de apoyo para una piscina olímpica climatizada.

Con el desarrollo de este trabajo se espera poder ver los conocimientos asimilados en el transcurso de toda la carrera desde un punto de vista más práctico, dando lugar a la determinación y razonamiento de decisiones que definen la forma final del proyecto.

1.2. Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene como objeto diseñar la instalación solar térmica y fotovoltaica para un edificio destinado principalmente a piscina olímpica climatizada y vestuarios. Para suministrar el agua caliente necesaria se empleará como fuente principal la energía solar térmica y como fuente de apoyo se instalará una caldera de biomasa. El edificio se encuentra en Playa Paraíso (Cartagena).

El objetivo final es atender las necesidades hidrotérmicas del edificio, facilitar el ahorro de combustible, disminuir el consumo de energía para el alumbrado de la instalación y bombas de la piscina, así como cumplir con el marco normativo actual.

La instalación no se preparará para la creación de frío por ser innecesario y poco rentable.

Otro aspecto importante de este proyecto es la evaluación económica del mismo, detallando el presupuesto y el periodo de amortización de la instalación frente a una instalación convencional mediante caldera.

El proyecto se diseñará conforme al Código Técnico de la Edificación (CTE), en concreto al documento básico de ahorro de energía (DB-HE) y al de suministro de agua (DB-HS 4) apartado 3.2.2 Instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS), así como se tendrán en cuenta las condiciones expuestas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

1.3. Emplazamiento

El edificio está ubicado en la calle Humilce s/n en la pedanía de Playa Paraíso, término municipal de Cartagena, Provincia de Murcia, Código Postal 30370.

El edificio está ubicado en un entorno adecuado, ya que está situado junto al Complejo municipal deportivo Playa Paraíso, y tiene la calificación urbanística de uso deportivo. El edificio no tiene ningún otro edificio adosado y, por su orientación, tampoco se ve afectado por las sombras que pudieran proyectar los edificios cercanos.

1.4. Normativa y legislación aplicable

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento de las siguientes disposiciones:

NORMATIVA ESPECÍFICA DE INSTALACIONES SOLAR TERMICA

- **Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio**, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (IT).
- **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo**, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documentos Básicos HE 4 "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria", HE 2 "Ahorro de energía. Rendimiento de las instalaciones térmicas", HS 4 "Salubridad. Suministro de agua", HS 5 "Salubridad. Evacuación de aguas", SI "Seguridad en caso de incendio" y HR "Protección frente al ruido".
- **Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre**, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- **Real Decreto 919/2006, de 28 de julio**, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- **Real Decreto 865/2003, de 4 de julio**, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para prevención y control de la legionelosis.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico, de 22 de diciembre. Modificada por Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Norma UNE-EN 12975-1:2001 sobre Sistemas solares térmicos y componentes - Captadores Solares- Parte 1: Requisitos Generales.
- Norma UNE-EN 12975-2:2002 sobre Sistemas solares térmicos y componentes - Captadores Solares- Parte 2: Métodos de Ensayo.
- Norma UNE-EN 12976-1:2001 sobre Sistemas solares térmicos y componentes -Sistemas solares prefabricados- Parte 1: Requisitos Generales.
- Norma UNE-EN 12976-2:2001 sobre Sistemas solares térmicos y componentes -Sistemas solares prefabricados- Parte 2: Métodos de Ensayo.
- Norma UNE-EN 12977-1:2002 sobre Sistemas solares térmicos y componentes -Sistemas solares a medida- Parte 1: Requisitos Generales.
- Norma UNE-EN 12977-2:2002 sobre Sistemas solares térmicos y componentes -Sistemas solares a medida- Parte 2: Métodos de Ensayo.
- Norma UNE-EN 806-1:2001 sobre Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de edificios. Parte 1: Generalidades.
- Norma UNE-EN 1717:2001 sobre Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de aguas y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por refluo.
- Norma UNE-EN 60335-1:1997 sobre Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 1: Requisitos particulares para los termos eléctricos.
- Norma UNE-EN 60335-2-21:2001 sobre Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para los termos eléctricos.
- Norma UNE-EN-ISO 9488:2001: sobre Energía solar. Vocabulario.
- Norma UNE-EN 94002:2004 sobre Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: Cálculo de la demanda de energía térmica.

- Norma UNE-EN 1856 sobre Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1. Chimeneas modulares.
- Norma UNE-EN 1856 sobre Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 2. Conductos interiores y conductos de unión metálicos.
- Norma UNE-EN 13384 sobre Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y de fluidos dinámicos. Parte 1: Chimeneas que se utilizan con un único aparato.
- Norma UNE-EN 13384 sobre Chimeneas. Métodos de cálculos térmicos y fluido-dinámicos. Parte 2: Chimeneas que prestan servicio a más de un generador de calor.
- Norma UNE 123001 sobre Cálculo y diseño de chimeneas metálicas. Guía de aplicación.
- Norma UNE-EN ISO 7730 sobre Ergonomía del ambiente térmico.
- Norma UNE-EN V 12108 sobre Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano.
- Norma UNE-EN ISO 12241 sobre Aislamiento térmico para equipos de edificaciones e instalaciones industriales.
- Norma UNE-EN 12502 sobre Protección de materiales metálicos contra la corrosión.
- Norma UNE-EN 14336 sobre Sistemas de calefacción en edificios. Instalación y puesta en servicio de sistemas de calefacción por agua.
- Norma UNE-EN ISO 16484 sobre Sistemas de automatización y control de edificios.
- Norma UNE 20324 sobre Grados de protección proporcionados por las envolventes.
- Norma UNE-EN 50194 sobre Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Métodos de ensayo y requisitos de funcionamiento.
- Norma UNE-EN 50244 sobre Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Guía de selección, instalación, uso y mantenimiento.
- Norma UNE-EN 60034 sobre Máquinas eléctricas rotativas.
- Norma UNE 60670 sobre Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 6: Requisitos de configuración, ventilación y evacuación de los productos de la combustión en los locales destinados a contener los aparatos a gas.
- Norma UNE-EN 61779 sobre Aparatos eléctricos para la detección y medida de los gases inflamables. Parte 1: Requisitos generales y métodos de ensayo.
- Norma UNE-EN 61779 sobre Aparatos eléctricos para la detección y medida de los gases inflamables. Parte 4: Requisitos de funcionamiento para los aparatos del Grupo II, pudiendo indicar una fracción volumétrica de hasta el 100 % del límite inferior de explosividad.
- Norma UNE 100012 sobre Higienización de sistemas de climatización.
- Norma UNE 100100 sobre Climatización. Código de colores.
- Norma UNE 100155 sobre Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión.
- Norma UNE 100156 sobre Climatización. Dilatadores. Criterios de diseño.
- Norma PNE 112076 sobre Prevención de la corrosión en circuitos de agua.
- Norma UNE 100030-IN sobre Prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.
- Norma UNE 60601 sobre Salas de máquinas y equipos autónomos de generación de calor o frío o para cogeneración, que utilizan combustibles gaseosos.
- Norma UNE-CEN/TR 1749 IN sobre Esquema europeo para la clasificación de los aparatos que utilizan combustibles gaseosos según la forma de evacuación de los productos de la combustión (tipos).
- Norma UNE 100001:2001 sobre Climatización. Condiciones climáticas para proyectos.
- Norma UNE 100002:1988 sobre Climatización. Grados-día base 15 °C.
- Norma UNE 100014 IN: 2004 sobre Climatización. Bases para el proyecto.

NORMATIVA ESPECÍFICA DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

- **Real Decreto 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.
- **Real Decreto 1699/2011**, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- **Orden ITC/2585/2011**, de 29 de septiembre, por la que se revisan los peajes de acceso, se establecen los precios de los peajes de acceso supervalle y se actualizan determinadas tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial, a partir de 1 de octubre de 2011.
- **Código Técnico De La Edificación** Documento Básico HE. Ahorro de energía.
- **Real Decreto 1565/2010** Decreto de 19 de Noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- **Real Decreto 1663/2000** Decreto del 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión**, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 (B.O.E 224 de 18/9/2002) e instrucciones complementarias.
- **Ley 54/1997**, de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.
- Normas particulares y Condiciones Técnicas de Seguridad de la Compañía Distribuidora de Energía Eléctrica.
- Norma UNE 206001 EX sobre Módulos Fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 60891 sobre procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiación de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) AUTONOMOS.
- Norma UNE EN 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación de diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV)

NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.5. Descripción y características del edificio

El edificio consta de dos plantas, además de la planta superior, con la siguiente distribución:

La planta baja cuenta con la mayoría de las salas, tales como el vestíbulo, recepción, vestuarios masculino y femenino, enfermería, sala de musculación, sala de masajes, sala de administración, vestuarios de profesores o árbitros, sala de actas y almacenes para diversos usos.

- El edificio está distribuido con las siguientes dependencias y plantas:

PLANTA BAJA:

CUADRO DE SUPERFICIES	
DEPENDENCIA	m²
Recepción	41.04
Vestíbulo 1	4.49
Vestíbulo 2	8.66
Vestíbulo 3	2.94
Vestíbulo 4	9.21
Aseo adaptado personal	5.69
Sala de Administración	11.58
Almacén	36.97
Enfermería	11.09
Vestuario Femenino publico	102.54
Vestuario Masculino publico	102.54
Sala de Musculación	29.39
Sala de Masaje	9.16
Aseo Adaptado Público	5.29
Aseo Caballeros Público	5.15
Vestuario Femenino Personal	27.27
Vestuario Masculino Personal	27.27
Sala de actas	14.54
Zona de Paso 1	21.24
Zona de Paso 2	12.10
Sala Técnica 1	41.96
Sala Técnica 2	16.04
Zona de piscina	2267.65

PLANTA PRIMERA:

CUADRO DE SUPERFICIES	
------------------------------	--

DEPENDENCIA	m²
Zona de paso 3	15.73
Zona de paso 4	15.73
Aseo Adaptado 1	5.77
Aseo Adaptado 2	5.77
Aseo Adaptado 3	5.77
Aseo Adaptado 4	5.77
Aseo Femenino 1	17.43
Aseo Femenino 2	17.43
Aseo Masculino 1	16.15
Aseo Masculino 2	16.15
Almacén/Archivo 1	7.77
Almacén/Archivo 2	7.77
Almacén/Archivo 3	7.77
Almacén/Archivo 4	7.77
Zona de Gradas	319.76

-En la cubierta se alberga los módulos solares, así como diversos elementos de la instalación solar, térmica y fotovoltaica, con una superficie de 3.121,53 m².

1.6. Funcionamiento del edificio

El horario de funcionamiento es el habitual para este tipo de establecimientos, extendiéndose desde las 10.00 a 14.00 y de 16.00 a 21.00, de lunes a sábado. Los domingos y festivos la piscina permanecerá cerrada. Esto supone 9 horas de funcionamiento al día. Se supondrá una ocupación media de 3 usuarios por calle, teniendo un total de 10 calles, dando lugar a 30 usuarios por hora.

1.7. Descripción de instalación solar térmica

1.7.1. Definición

La energía solar térmica es aquella que aprovecha la energía de los rayos del sol para generar calor de forma limpia y respetuosa con el medio ambiente. A diferencia de otras tecnologías, cuya energía hay que consumirla en el momento de su generación, la solar térmica es una tecnología renovable con capacidad de almacenamiento, capaz de aportar electricidad a la red incluso en horas sin luz solar.

Las instalaciones solares térmicas están compuestas por elementos que son capaces de captar las radiaciones del sol, transformarlas en energía térmica y transferirla a un fluido, y que éste a su vez podrá acumular dicha energía o cederla a un fluido en un punto de consumo.

1.7.2. Descripción de la instalación

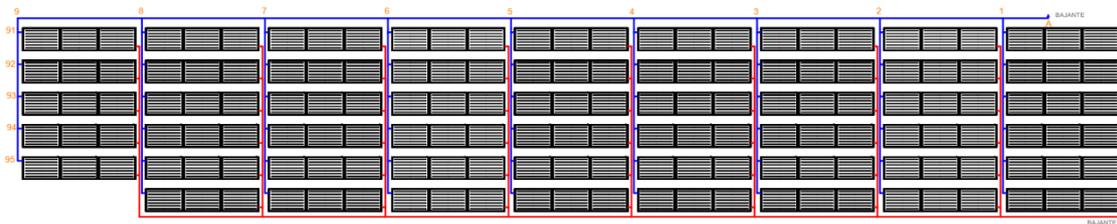
1.7.2.1. Elementos

Los elementos que componen la instalación son:

- Sistema de captación formado por los captadores solares.
- Sistema de acumulación constituido por uno o varios depósitos acumuladores.
- Circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, vasos de expansión etc.
- Intercambiadores de calor.
- Sistema de regulación y control.
- Sistema de energía auxiliar mediante caldera de biomasa.

1.7.2.1.1. Sistema de captación

La instalación solar térmica está constituida por 159 captadores. La cubierta tiene una pendiente de 15° y los captadores se encuentran integrados arquitectónicamente en el edificio. La distribución de los captadores es la siguiente:



Se trata de 53 baterías de 3 captadores dispuestas en serie-paralelo. La instalación presentada pretende abastecer las instalaciones de piscina y ACS según se detalla más adelante.

El captador es el VFK145H de Vaillant que presenta las siguientes características técnicas:

Fabricante	VaillantGmbH
Nombre comercial	Vaillant/VFK 145 H
Ancho (m)	2,035
Longitud (m)	1,232
Espesor (m)	0,08
Superficie neta (m ²)	2,35
Superficie total (m ²)	2,51
Peso (kg)	38,3
Presión Max. (kPa)	1.000
Rendimiento	0,801
K1 (W/m ² K)	3,320

1.7.2.1.2. Sistema de acumulación

La presente instalación contará con un sistema de acumulación destinado a abastecer el ACS de aseos y vestuarios de las instalaciones.

El sistema está compuesto por dos acumuladores, uno de ellos es el acumulador solar modelo VIH 2000 de VAILLANT y cuenta con un volumen de acumulación de 2.000 litros, presión máxima del depósito de 8 bar y temperatura máxima del depósito 90°C.

El Agua contenida en este acumulador será calentada por los paneles solares a través de un intercambiador. Posteriormente el agua ya calentada pasará al siguiente acumulador.

Y un acumulador modelo Clorhydro 500 de Thermor, con un volumen de acumulación de 500 litros, presión máxima del depósito de 8 bares y temperatura máxima del depósito de 95°C.

Este acumulador estará alimentado por agua calentada por la caldera de apoyo de biomasa, a través de un intercambiador, si el agua procedente del primer acumulador no está a la temperatura adecuada.

1.7.2.1.3. Intercambiadores de calor

La instalación diseñada cuenta con intercambiadores independientes de los acumuladores por lo que la potencia mínima de éstos se ha determinado para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día. Según el CTE la potencia mínima de diseño del intercambiador se calcula en función del área de los captadores y cumplirá la condición:

$$P > 500 \times A$$

Donde:

- P es la potencia mínima del intercambiador (W)
- A es el área de los colectores (m²)
- Los Intercambiadores seleccionados son de la marca Cipriani, dos estarán destinados a los circuitos de captación solar y los otros dos a los circuitos de caldera.

Intercambiador	Modelo intercambiador
Solar ACS	Cipriani – S020+
Solar Piscina	Cipriani – S070+

Intercambiador	Modelo intercambiador
Caldera ACS	Cipriani – S020+
Caldera Piscina	Cipriani – S020+

1.7.2.1.4. Elementos hidráulicos de protección

- Aislamiento

Es un elemento fundamental en la instalación cuya finalidad es la disminuir las posibles pérdidas caloríficas tanto en los colectores, el acumulador y las conducciones. Los valores más importantes para la elección apropiada del aislamiento son: el coeficiente de conductividad, la gama de temperaturas, su resistencia, su fácil colocación y el coste. Cada tubería de agua caliente, tanto para el circuito primario como secundario, han de estar bien aislados.

Válvulas de paso

Son los elementos encargados de interrumpir total o parcialmente el paso del fluido a través de las conducciones. En nuestro caso las válvulas de paso son de asiento.

Válvula de seguridad

Su función es la de limitar la presión en el circuito y así proteger los componentes del mismo. En nuestro caso los puntos más delicados son el campo solar y el vaso de expansión, por lo que se debe de marcar a una presión inferior a la máxima soportada por los citados elementos. Se utilizarán válvulas de seguridad taradas a 6 kg/cm² para el circuito primario y de 8 kg/cm² para el circuito de consumo. El fluido evacuado por la válvula de seguridad irá conducido hacia un tanque que almacenará el propilenglicol y así evite posibles accidentes. En el circuito primario es necesario colocar una por batería.

Válvulas de equilibrado

Se montarán válvulas de equilibrado en la impulsión de la bomba y en las baterías de captadores si no se ha usado retorno invertido como método de equilibrado.

Grifo de vaciado

Su uso se pone de manifiesto cuando es necesario vaciar el circuito, ya sea el primario o el secundario por labores de mantenimiento o reposición del algún elemento del circuito.

Sistema de llenado

Puede ser manual o automático. En el segundo caso, se propone un sistema de llenado automático compuesto por una bomba de multietapa regulada por dos presostatos (uno de mínima y otro de máxima) los cuales presurizarán el circuito hidráulico en caso de vaciado.

Purgadores

El purgador tiene como función evacuar los gases contenidos en el fluido caloportador, los cuales pueden dar lugar a la formación de bolsas que impiden la correcta circulación del fluido, además de provocar corrosiones. Para su correcto funcionamiento hay que colocar el purgador en el punto más alto de la instalación.

Aerotermino

En el caso de que la temperatura del depósito sea la de consigna y la temperatura del campo de colectores supere la temperatura de seguridad, el relé activará la válvula de tres vías y el aerotermino, evacuando el exceso de calor al ambiente.

1.7.2.1.5. Sistema de regulación y control

Desde el cuadro de protección y mando se realizará la alimentación eléctrica de los distintos equipos que componen la instalación, todo ello definido en el correspondiente proyecto de la instalación eléctrica que no es ámbito a tratar en este proyecto. Los dispositivos que requieren de esta alimentación eléctrica son las bombas de circulación del circuito primario y secundario, los termostatos y los dispositivos de control. El sistema de control instalado en el depósito de acumulación solar actuará en función de la diferencia de temperaturas del fluido portador a la salida de las baterías de los colectores y la del depósito de acumulación. El sistema se ajustará de modo que las bombas no estarán en marcha cuando la diferencia de temperatura sea menor de 2°C y no estarán paradas si la diferencia es mayor a 7°C. Las sondas de temperatura, colocadas en la parte superior de los colectores para representar la máxima temperatura del circuito de captación, estarán reguladas en una centralita que permitirá regular la temperatura desde la misma.

A su vez, los circuitos deberán someterse a una prueba de presión de 1,5 veces el valor de la presión máxima de servicio. Para ello se ensayará el sistema con esta presión durante al menos una hora debiendo no producirse daños permanentes ni fugas en los componentes del sistema e interconexiones. Una vez pasado este tiempo, la presión hidráulica no deberá caer más de un 10% del valor

medio medido al principio del ensayo. En todo momento estará asegurado el correcto funcionamiento de la instalación obteniendo un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando el uso adecuado de la energía auxiliar. Asegura que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, dispositivos y tratamientos de los circuitos y que en todo momento la temperatura del fluido sea superior a la de su punto de congelación.

1.7.2.1.6. Sistema de energía auxiliar mediante caldera de biomasa

Se instalará una caldera de biomasa que nos servirá de apoyo cuando la energía procedente de los paneles solares no sea la suficiente para calentar tanto el suministro de ACS como la piscina. Por lo tanto la caldera se encargará que la temperatura del agua de la piscina se encuentre a 26°C y el depósito de acumulación esté a una temperatura de 60°C.

La instalación de la caldera contará con dos intercambiadores que realizarán el intercambio de energía térmica de la caldera a los circuitos de ACS y de la piscina.

El combustible de la instalación serán los pellets. Los pellets son un biocombustible estandarizado a nivel internacional. Se conforman como pequeños cilindros procedentes de la compactación de serrines y virutas molturadas y secas, provenientes de serrerías y otras industrias. Las ventajas de este biocombustibles son que tiene un elevado poder calorífico, posee bajo contenido en cenizas reduciendo así las necesidades de operación y mantenimiento y las calderas de pellets son de muy alta eficiencia, en torno al 90%. Es un producto muy utilizado y hay gran cantidad de empresas que lo fabrican, por lo que su suministro está garantizado.

1.7.2.2. Sistema y funcionamiento

- El sistema de captación será el encargado de transformar la energía procedente de la radiación solar en calor a través del fluido primario.
- El fluido primario transferirá el calor recibido mediante un sistema de intercambio de calor, al fluido de consumo.
- El fluido de consumo podrá ser o bien almacenado en depósito acumulador o bien consumido en el instante.
- El sistema de regulación y control, será el encargado de optimizar el rendimiento de la energía de captación, así como de proteger el sistema frente a sobrecalentamientos o bajadas bruscas de temperatura, además será el encargado de accionar el sistema auxiliar cuando sea preciso.

- Se dispondrá de un sistema auxiliar mediante caldera de biomasa que actuará como apoyo en momentos donde el rendimiento de captación solar sea bajo.

-
- La instalación de producción de ACS y de calentamiento del vaso de la piscina será centralizada.
 - Los módulos solares térmicos se instalarán integrados arquitectónicamente en el tejado con una inclinación de 15°.
 - Además el sistema de ACS contará con una caldera de biomasa como fuente de energía auxiliar que será la encargada de cubrir la demanda cuando el rendimiento de captación solar sea bajo.
 - Las instalaciones de producción exceptuando los captadores y colectores solares situados en cubierta, se albergarán la sala de calderas. La sala se encontrará en la planta baja del edificio, en un local destinado específicamente a este fin y solo tendrá acceso el personal autorizado.
 - Se instalará una única caldera para toda la instalación conforme con lo establecido en el RITE, apartado 1.2.4.1.2.2. La caldera empleará como fuente de energía la biomasa y contará con todos los elementos de maniobra y control incorporados.
 - El circuito solar y la red de distribución serán de tubería de cobre según UNE-EN 1057, e irá calorifugada con coquilla de espuma elastomérica. La instalación será cerrada y contará con su correspondiente vaso de expansión y válvulas de seguridad.
 - La instalación contará con cuatro intercambiadores de calor, dos en el circuito solar y dos en el de caldera. Dos intercambiadores serán para ACS y dos para la piscina. También dispondrá de un acumulador para garantizar el servicio de ACS.
 - La regulación térmica será comandada por una centralita electrónica digital provista de microprocesador, que actuará sobre las válvulas motorizadas de tres vías y sobre las bombas recirculadoras.

1.7.3. Estructura soporte de los captadores

La estructura soporte cumple las exigencias del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad. El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores permiten las dilataciones térmicas necesarias, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador son suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuada, de forma que no se produzcan flexiones en el captador, superiores a las permitidas por el fabricante. Los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojan sombra sobre los captadores

1.7.4. Superficie de captación

1.7.4.1. Contribución solar mínima

Según Código Técnico de la Edificación se obtendrá la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria (ACS) del edificio para determinar la

Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

CTE HE 4 – Tabla 2.1 Contribución solar mínima en %. Caso general

En la tabla 2.3 se indica, para cada zona climática la contribución solar mínima anual para el caso de la aplicación con climatización de piscinas cubiertas:

Piscinas cubiertas	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
	30	30	50	60	70

CTE HE 4 – Tabla 2.2 Contribución solar mínima en %. Caso de piscinas

Para obtener la superficie de captación necesaria de la instalación es necesario conocer las temperaturas medias del agua de red en la zona en la que se halla, así como la temperatura ambiente media diaria y los diferentes datos relativos a la radiación:

	T ^a media agua de red (°C)	T ^a ambiente media diaria (°C)	Radiación global horizontal (kWh/m ² día)	Radiación en el plano del captador (kWh/m ² día)
Enero	8	12	2,8	3,8
Febrero	9	12	4,1	5,2
Marzo	11	15	4,6	5,2
Abril	13	17	5,7	5,9
Mayo	14	21	6,7	6,7
Junio	15	25	7,1	6,9
Julio	16	28	7,7	7,5
Agosto	15	28	6,5	6,7
Septiembre	14	25	5,2	5,6
Octubre	13	20	3,9	4,6
Noviembre	11	16	2,7	3,6

Diciembre 8 12 2,3 3,1

Temperatura mínima histórica (°C)	Temperatura media diurna anual (°C)	Radiación horizontal media diaria (kWh/m ² día)	Radiación en el captador media diaria (kWh/m ² día)
-5	19,3	4,9	5,4

Base de datos meteorológicos de Censolar.

1.7.4.2. Carga de consumo

En este apartado se llevará a cabo el cálculo del consumo de ACS de la instalación, siguiendo el método descrito en el Pliego de Condiciones desarrollado por IDAE.

Puesto que para el estudio presente no se disponen de todos los datos de consumo, se utilizarán para el diseño los consumos unitarios expresados en la siguiente tabla, en la que se ha considerado una temperatura de referencia de 60°C.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

CTE HE 4 – Tabla 3.1 Demanda de referencia a 60°C

Los datos que se presentan a continuación han sido obtenidos, a partir de las condiciones de partida presentadas en la tabla anterior. Se establece un consumo de 15 l/servicio y día a una temperatura de uso de 60°C, según CTE o en su defecto ordenanzas locales y autonómicas. En nuestra instalación la ocupación media es de 30 usuarios, lo que nos da al día 270 servicios. Por lo tanto, el consumo diario de agua en litros es de 4.050 l/día.

DEMANDA POR MESES

	Consumo ACS (Litros)	T ^a media agua de red (°C)
Enero	125550	8
Febrero	113400	9
Marzo	125550	11
Abril	121500	13
Mayo	125550	14
Junio	121500	15
Julio	125550	16
Agosto	125550	15
Septiembre	121500	14
Octubre	125550	13
Noviembre	121500	11
Diciembre	125550	8

Para la piscina se considera una temperatura media de utilización de 26°C. La demanda energética se ha estimado en función del volumen de la misma, la utilización y la situación geográfica mediante el programa de cálculo de instalaciones de energía solar auroPRO de Vaillant:

Área de la piscina (m²) 1250

Volumen de la piscina (m³) 2500

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Fracción mensual de uso (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

PERDIDAS ENERGÉTICAS DE LA PISCINA POR MESES (kWh)

Evaporación	Convección	Radiación	Conducción	Agua repuesta	Total
-------------	------------	-----------	------------	------------------	-------

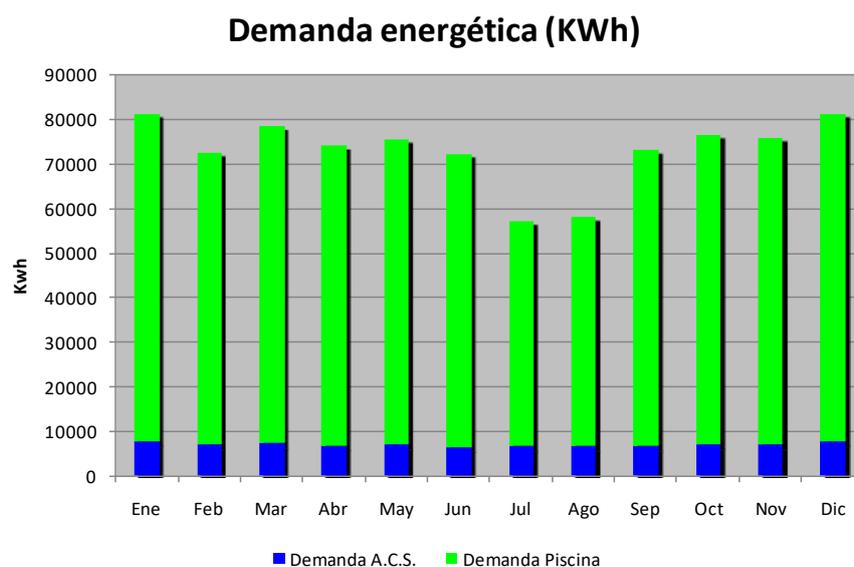
Enero	65.320,2	-3.264,3	-5.450,8	3.512,1	13.637,3	73.754,5
Febrero	58.998,9	- 2.948,4	-4.923,3	3.138,0	11.633,3	65.898,5
Marzo	65.320,2	-3.264,3	-5.450,8	3.398,5	11.364,4	71.368,0
Abril	63.213,1	-3.159,0	-5.274,9	3.215,5	9.531,5	67.526,2
Mayo	65.320,2	-3.264,3	-5.450,8	3.284,8	9.091,5	68.981,5
Junio	63.213,1	-3.159,0	-5.274,9	3.142,2	8.065,1	65.986,5
Julio	58.435,4	-6.528,6	-10.956,3	2.420,4	7.458,4	50.829,3
Agosto	58.435,4	-6.528,6	-10.956,3	2.457,7	8.204,3	51.612,5
Septiembre	63.213,1	-3.159,0	-5.274,9	3.178,9	8.798,3	66756,3
Octubre	65.320,2	-3.264,3	-5.450,8	3.322,7	9.849,2	69.777,0
Noviembre	63.213,1	-3.159,0	-5.274,9	3.288,8	10.997,8	69.065,8
Diciembre	65.320,2	-3.264,3	-5.450,8	3.512,1	13.637,3	73.754,5
TOTAL	755.323,1	-44.963,1	-46.574,0	37.871,7	122.268,8	795.310,7

Se presentan a continuación los resultados de la demanda mensual:

DEMANDA ENERGÉTICA POR MESES (kWh)

	Demanda de energía (ACS)	Demanda de energía (Piscina)	Demanda de energía Total
Enero	7.517,9	73.754,6	81.272,5
Febrero	6.659,8	65.898,5	72.558,3
Marzo	7.084,2	71.368,0	78.452,2
Abril	6.675,9	67.526,2	74.102,0
Mayo	6.650,5	68.981,5	75.632,0
Junio	6.296,0	65.986,4	72.282,4
Julio	6.361,3	50.829,4	57.190,7
Agosto	6.505,9	51.612,5	58.118,4

Septiembre	6.436,0	66.756,3	73.192,3
Octubre	6.795,1	69.777,0	76.572,1
Noviembre	6.855,7	69.065,8	75.921,5
Diciembre	7.517,9	73.754,6	81.272,5
TOTAL	81.256,3	795.310,7	876.567,0



1.7.5. Pruebas

1.7.5.1. Equipos

Se tomará nota de los datos de funcionamiento de los equipos y aparatos, que pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se registrarán los datos nominales de funcionamiento que figuren en el proyecto o memoria técnica y los datos reales de funcionamiento.

Los quemadores se ajustarán a las potencias de los generadores, verificando, al mismo tiempo los parámetros de la combustión; se medirán los rendimientos de los conjuntos caldera-quemador.

1.7.5.2. Pruebas de estanquidad de las redes de tuberías

Todas las redes de circulación de fluidos portadores deberán ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanquidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.

Son válidas las pruebas realizadas de acuerdo a la norma UNE-EN 14.336 para tuberías metálicas, o a UNE-ENV 12.108 para tuberías plásticas.

El procedimiento a seguir para las pruebas de estanquidad hidráulica, en función del tipo de tubería y con el fin de detectar fallos de continuidad en las tuberías de circulación de fluidos portadores, comprenderá las fases que se relacionan a continuación:

1.7.5.2.1. Preparación y limpieza.

Antes de realizar la prueba de estanquidad y de efectuar el llenado definitivo, las redes de tuberías de agua deberán ser limpiadas internamente para eliminar los residuos procedentes del montaje.

Las pruebas de estanquidad requerirán el cierre de los terminales abiertos. Deberá comprobarse que los aparatos y accesorios que queden incluidos en la sección de la red que se pretende probar pueden soportar la presión a la que se les va a someter. De no ser así, tales aparatos deberán quedar excluidos, cerrando válvulas o sustituyéndolos por tapones.

Para ello, una vez completada la instalación, la limpieza podrá efectuarse llenándola y vaciándola el número de veces que sea necesario, con agua o con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración será establecida por el fabricante.

Tras el llenado se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua durante el tiempo que indique el fabricante del compuesto dispersante. Posteriormente, se vaciará totalmente la red y se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100 °C, se medirá el pH del agua del circuito. Si el pH resultara menor que 7,5 se repetirá la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario. A continuación se pondrá en funcionamiento la instalación con sus aparatos de tratamiento.

1.7.5.2.2. Prueba preliminar de estanquidad.

Esta prueba se efectuará a baja presión, para detectar fallos de continuidad en la red y evitar los daños que podría provocar la prueba de resistencia mecánica; se empleará el mismo fluido transportado o, generalmente, agua a la presión de llenado.

La prueba preliminar tendrá la duración suficiente para verificar la estanquidad de todas las uniones.

1.7.5.2.3. Prueba de resistencia mecánica.

Esta prueba se efectuará a continuación de la prueba preliminar: una vez llenada la red con el fluido de prueba, se someterá a las uniones a un esfuerzo por la aplicación de la presión

de prueba. En el caso de circuitos cerrados de agua caliente hasta una temperatura máxima de servicio de 100 °C, la presión de prueba será equivalente a una vez y media la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 6 bar. Para circuitos de agua caliente sanitaria, la presión de prueba será equivalente a dos veces la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 6 bar.

Para los circuitos primarios de las instalaciones de energía solar, la presión de prueba será de una vez y media la presión máxima de trabajo del circuito primario, con un mínimo de 3 bar, comprobándose el funcionamiento de las líneas de seguridad.

La prueba hidráulica de resistencia mecánica tendrá la duración suficiente para verificar visualmente la resistencia estructural de los equipos y tuberías sometidos a la misma.

1.7.5.2.4. Reparación de fugas.

La reparación de las fugas detectadas se realizará desmontando la junta, accesorio o sección donde se haya originado la fuga y sustituyendo la parte defectuosa o averiada con material nuevo.

Una vez reparadas las anomalías, se volverá a comenzar desde la prueba preliminar. El proceso se repetirá tantas veces como sea necesario, hasta que la red sea estanca.

1.7.5.3. Pruebas de libre dilatación

Una vez que las pruebas anteriores de las redes de tuberías hayan resultado satisfactorias y se haya comprobado hidrostáticamente el ajuste de los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con generadores de calor se llevarán hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática.

Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará visualmente que no hayan tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión haya funcionado correctamente.

1.7.5.4. Pruebas de estanquidad de chimeneas

La estanquidad de los conductos de evacuación de humos se ensayará según las instrucciones de su fabricante.

1.7.5.5. Pruebas finales

Se considerarán válidas las pruebas finales que se realicen siguiendo las instrucciones indicadas en la norma UNE-EN 12599 en los que respecta a los controles y mediciones funcionales.

Las pruebas de libre dilatación y las pruebas finales del subsistemas solar se realizarán en un día soleado y sin demanda.

En el subsistema solar se llevará a cabo una prueba de seguridad en condiciones de estancamiento del circuito primario, a realizar con este lleno y la bomba de circulación parada, cuando el nivel de radiación sobre la apertura del captador sea superior al 80 % del valor de irradiancia fijada como máxima, durante al menos una hora.

1.8. Descripción de la instalación fotovoltaica

1.8.1. Definición

La energía solar, como recurso energético, está constituida simplemente por la porción de la luz que emite el Sol y que es interceptada por la Tierra. España es un país con alta incidencia de energía solar en la gran mayoría de su territorio.

Se llama “fotovoltaica” a la energía aprovechada por medio de celdas fotoeléctricas, capaces de convertir la luz en un potencial eléctrico, sin que tenga lugar un efecto térmico.

Con la publicación del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación es necesario cumplir con una serie de requisitos plasmados en “Ahorro de energía” donde la Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

1.8.2. Previsión de cargas para el sistema fotovoltaico

Toda solución integral para un sistema fotovoltaico requiere de una serie de hipótesis de cálculo para poderse llevar a cabo o en el lenguaje Fotovoltaico poderse dimensionar. A continuación se detallan los datos considerados par el dimensionado:

Situación geográfica	Playa Paraíso, Cartagena (Murcia)
Tipo de sistema	Conexión a Red, 400 V/50 HZ Baja Tensión
Requerimientos de potencia	30,1 kW
Información requerida	Instalación sobre cubierta
Tipo de modulo	Fotovoltaico monocristalino

Calculo de la potencia requerida en la instalación:

POTENCIA INSTALADA EN ALUMBRADO			
LUMINARIA	Nº LUMINARIAS	POTENCIA LUMINARI A (W)	POTENCIA TOTAL (kW)

DOWNLIGHT	49	20	0,980
DICROICO	31	7	0,217
PANTALLA ESTANCA	52	57	2,964
PROYECTOR	42	150	6,300
FOCOS	18	12	0,216
		TOTAL	10,677 (kW)
POTENCIA INSTALADA EN MAQUINARIA DE A.C.S. Y PISCINA			
MAQUINARIA	UD	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA TOTAL (kW)
Bomba primario solar Piscina	1	3000	3
Bomba secundario solar Piscina	1	180	0,18
Bomba primario solar ACS	1	2200	2,2
Bomba secundario solar ACS	1	180	0,18
Bomba primario Caldera-Piscina	1	250	0,25
Bomba primario Caldera-ACS	1	250	0,25
Bomba secundario Caldera-ACS	1	250	0,25
Bomba secundario Caldera-Piscina	1	370	0,37
Bomba de llenado	2	750	1,5
Motor cinta alimentación Caldera	1	750	0,75
Maniobra caldera	1	250	0,25
Maniobra bombas	1	250	0,25
		TOTAL	9,430 (kW)
PREVISION DE POTENCIA INSTALADA EN OTROS USOS 10 kW			
POTENCIA TOTAL NOMINAL A CUBRIR CON SOLAR FOTOVOLTAICA			30,107 (kW)

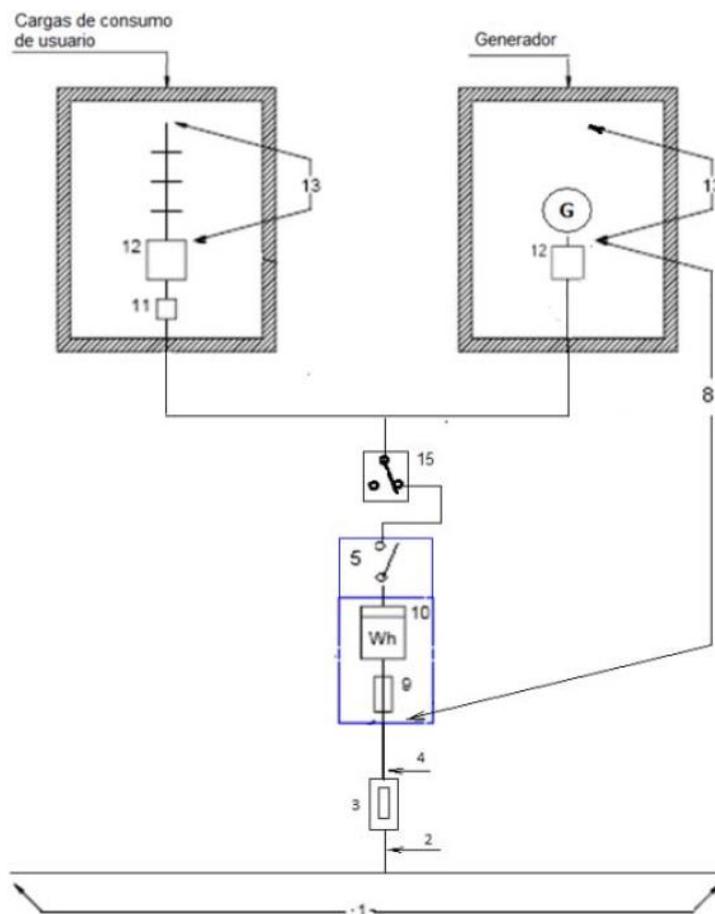
La instalación fotovoltaica a realizar tiene una potencia prevista de **30,1 kW**, e irá destinada en un al autoconsumo del alumbrado, la maquinaria de la instalación y una previsión de otros usos, es decir que la energía eléctrica que produzca se utilizarán en abastecer la demanda eléctrica de la piscina cubierta, y la energía sobrante de esta demanda se inyectará a la red.

1.8.3. Elementos integrantes de las instalaciones

La instalación en cuestión será una instalación interconectada con la red de distribución (que trabaja en paralelo con la red) y conectada a la red interior del edificio, con el cuadro general de BT.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), aprobado por el RD 842/2002 define este tipo de instalaciones como una instalación Generadora Interconectada.

Esquema normalizado (E-11) con método de medida bidireccional:



Siendo:

- 1 Red de distribución.
- 2 Acometida.
- 3 Caja General de Protección.
- 4 Línea General de conexión.

- 5 Interruptor General de Maniobra.
- 6 Caja de Derivación.
- 7 Centralización de Contadores.
- 8 Línea Individual del Generador.
- 9 Fusible de seguridad.
- 10 Contador.
- 11 Caja para interruptor de control de potencia.
- 12 Dispositivos de mando y protección de Interiores.
- 13 Equipo generador-inversor.
- 14 Conjunto de protección y medida.
- 15 Conmutador de conexión red/generador con sistema de sincronismo.

Al ser una instalación destinada al autoconsumo se realizará una conexión en la red interior del usuario colocada, “aguas abajo” del contador de suministro necesario para que exista un autoconsumo, total o parcial, de la energía producida.

Así mismo, en el apartado 4.3.3. Sobre equipos de maniobra y medida se establece:

En el origen de la instalación interior y en un punto único y accesible de forma permanente a la empresa distribuidora de energía eléctrica, se instalará un interruptor automático sobre el que actuarán un conjunto de protecciones. Estas deben garantizar que las faltas internas de la instalación no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas y en caso de defecto de estas, debe desconectar el interruptor de la interconexión que no podrá reponerse hasta que exista tensión estable en la Red de Distribución Pública”. Es decir, por un lado la instalación generadora interconectada deberá disponer de un interruptor de desconexión accesible en todo momento a la empresa distribuidora, sobre el cual actuarán un conjunto de protecciones de manera que se garantice que la instalación no perturba la red.

Actualmente, la potencia instalada en España en régimen especial ya cumple con estos requisitos, estando los equipos diseñados para no provocar distorsiones en la red.

La empresa distribuidora comprobará que se cumplan estas condiciones de seguridad las cuales no se ven afectadas por el hecho de que la energía sea destinada a autoconsumo total o parcial.

En el RD 1699/2011 para instalaciones con potencia no superior a 100kW permite que realice su conexión tanto en líneas de BT de una empresa distribuidora como en la red interior del usuario.

En particular en el artículo 13 establece:

La conexión se realizará, en el punto de la red interior de su titularidad más cercano a la caja general de protección, de tal forma que permita aislar simultáneamente ambas instalaciones del sistema eléctrico. Estas instalaciones no podrán superar los 100 kW.

De acuerdo con el RD 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA INSTALACION

La instalación solar propuesta tendrá una potencia nominal total de 30,1kW y constará de 98 módulos fotovoltaicos y de un inversor de 33 kW. La superficie total ocupada por módulos será de 190 m² en la cubierta del edificio.

Resumen sistema global

N° de módulos	98	Potencia nominal FV	34.3 kWp
Superficie módulos	190 m ²	Potencia máxima FV	31.9 kWdc
N° de inversores	1	Potencia nominal CA	33.0 kWac

1.8.4. Cubierta del edificio

Para llevar a cabo la instalación de los 98 módulos fotovoltaicos se considera necesario la utilización de una cubierta, tal y como muestra el plano correspondiente. Se dispondrán de un inversor, que supone un total de 98 placas solares.

La cubierta de la nave donde se situarán los módulos tienen una configuración denominada a un agua, solo se dispondrán las placas en la cara Sur de la cubierta.

El material que constituye la cubierta se trata de panel sándwich de 50 mm de espesor.

Disponemos de una cubierta con una superficie total de 3121,53 m². De esta superficie nuestra instalación fotovoltaica ocupara unos 190 m².

1.8.5. Paneles fotovoltaicos

El generador fotovoltaico estará formado por los paneles solares del FABRICANTE UPSOLAR, MODELO UP-M350M, con la tecnología de sus 72 células de silicio monocristalino que proporcionan una eficiencia y un rendimiento muy elevado, de hasta 20,46%. El marco será aleación de aluminio anodizado de color plata. Tienen un aislamiento eléctrico de clase II, las cajas de conexiones tendrán un grado de protección IP65 y tres diodos de bypass que evitan el autoconsumo, la rotura y la anulación completa del módulo en caso de posibles sombras parciales.

Las características principales en condiciones estándar del panel FV son:

Especificaciones del fabricante o otras medidas				Resumen del modelo	
Cond. de referencia:	GRef	1000 W/m ²	TRef	25 °C	Parámetro principal
Corriente de cortocircuito	Isc	9.590 A	Circuito abierto Voc	48.20 V	R paral.
Punto Potencia Máximo:	Imp	9.210 A	Vmpp	38.00 V	500 ohm
Coeficiente de temperatura	milsc	4.8 mA/°C	N° células		2000 ohm
	o milsc	0.050 %/°C	72 en serie		R serie modelo
Resultado del modelo interno					
Cond. de funcionamiento	GOper	1000 W/m ²	TOper	25 °C	R serie máx.
Punto Potencia Máximo:	Pmpp	352.1 W	Coef. temperatura	-0.39 %/°C	0.46 ohm
	Corriente Imp	9.02 A	Tensión Vmpp	39.0 V	R serie aparente
	Corriente de cortocircuito Isc	9.59 A	Circuito abierto Voc	48.2 V	0.57 ohm
Eficiencia	/ Sup. células	20.46 %	/ Sup. módulo	18.15 %	Parámetros modelo
Gamma 1.092					
Io Ref 0.41 nA					
múVoc -156 mV/°C					
miPmáx fijado -0.40 /°C					

Descripción **Upsolar, UP-M350M**

Módulo		Células	
Largo	1956 mm	En serie	72
Ancho	992 mm	En paralelo	1
Espesor	40.0 mm	Superf. célula	239.0 cm ²
Peso	26.50 kg	N° total células	72
Sup. módulo	1.940 m ²	Superf. células	1.721 m ²

1.8.5.1. Configuración de los paneles

Los módulos a instalar en las cubiertas se dividen en:

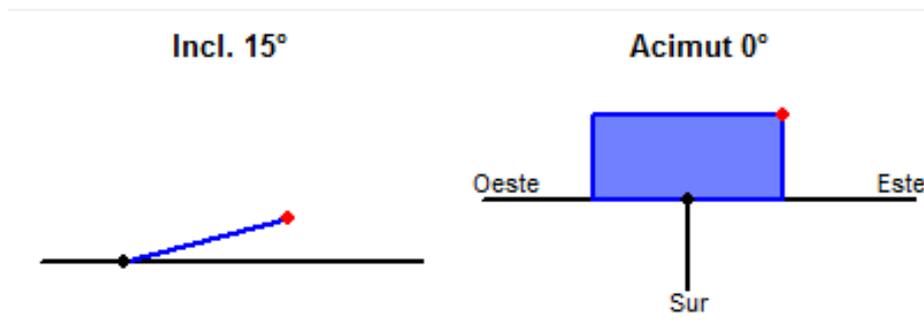
- Cubierta se instalarán las agrupaciones de placas fotovoltaicas correspondientes a 1 inversor.

Selección del inversor					
Todos los inversores					<input checked="" type="checkbox"/> 50 Hz
					<input checked="" type="checkbox"/> 60 Hz
Eurener	33 kW	330 - 700 V	50 Hz	Neos 33	Until 2014
N° de inversores	1	Tensión Funciona.:	330-700 V	Pglobal inversor	33.0 kWac
		Tensión máx de entrada:	800 V		
Diseño del generador FV					
N° de módulos y cadenas					
Mód. en serie	14	<input checked="" type="checkbox"/> entre 10 y 14	Cond. de funcionamiento		
N° de cadenas	7	<input checked="" type="checkbox"/> única posibilidad 7	Vmpp (60°C)	468 V	
Perdida sobrecarg:	0.0 %	<input type="checkbox"/> Pérd. sobrecarg	Vmpp (20°C)	558 V	
Relación Pnom	1.04		Voc (-10°C)	749 V	
N° módulos	98	Superficie	190 m²	Irradiancia plano	1000 W/m²
				Imp (STC)	63.3 A
				Isc (STC)	68.0 A
				Isc (en STC)	67.1 A
				Pmáx en funcionamiento	31.0 kW
				en 1000 W/m ² y 50°C)	
				Potencia nom gener. (STC)	34.3 kWp

Según los cálculos realizados para el inversor le corresponde un total de 98 módulos conectados. Para la conexión teniendo en cuenta el rango de tensiones e intensidades del inversor escogido, las agrupaciones serán las siguientes:

- **Inversor N° 1:** 7 filas en paralelo con 14 módulos en serie, resultando un total de módulos conectados al inversor de 98.

La cubierta tiene una configuración a un agua, donde se instalarán las placas solares será la cara más orientada al Sur, esta cubierta cuenta con una inclinación de 15° . El sistema que se va a utilizar para la instalación de los módulos fotovoltaicos se considera coplanar, entendiendo por coplanario que van a ir montadas de forma paralela a las cubiertas, es decir con una inclinación de 15° con respecto a la horizontal. Según el pliego de condiciones de IDAE esta disposición se considera superposición ya que los módulos fotovoltaicos se colocan paralelos a la envolvente del edificio sin doble funcionalidad (arquitectónica y energética) y no se considera integración arquitectónica.



1.8.6. Inversores

El inversor es el dispositivo electrónico que tiene por función principal transformar la corriente continua en alterna, consumiendo en la transformación el mínimo de energía. Los rendimientos actuales de los inversores son del orden entre el 95 y 99%. Debido a que la instalación diseñada es superior a 5 kW, atendiendo al RD 1699/2011, la transformación será a corriente alterna trifásica 400 V. Así el inversor elegido es de MARCA EURENER MODELO NEOS 33, instalándose un inversor con potencia nominal de 33kW y de tipo trifásico.

1.8.6.1. Inversor

Al inversor se conectarán 7 filas de 14 módulos de placas solares. Los módulos se instalarán a lo largo en el sentido horizontal a la cubierta, ocupando las cubiertas, obteniendo 98 módulos, en una superficie de 190 m².

1.8.6.2. Tipo de inversor.

El inversor que se ha convenido para esta instalación, tiene las siguientes funciones para optimizar el funcionamiento y rendimiento de la instalación.

- Ajuste del punto de trabajo del inversor, al punto de máxima potencia del generador fotovoltaico. Se ha de tener en cuenta en el cálculo de las series de los módulos, la excursión máxima de las tensiones de máxima potencia, debido a las diferentes temperaturas del módulo, afectado por las desviaciones sobre las condiciones ambientales estándar (STC).
- Funcionamiento modular, de manera que en caso de avería solo una parte del conjunto queda sin servicio, permitiendo minimizar las pérdidas por “fuera de servicio” de la instalación.
- Elementos de seguridad en la parte de corriente continua y alterna como la protección de inversión de polaridad, sobretensiones, sobrecargas, cortocircuitos y derivaciones a tierra, sub y sobrefrecuencias.
- Máxima eficiencia y alto nivel de rendimiento europeo
- Tasa de distorsión armónica por debajo de lo permitido según ITC-BT 40 en su apartado 6.
- Aislamiento galvánico entre el campo fotovoltaico y la red de baja tensión trifásica.
- El inversor ha de desconectar la instalación generadora de la red en caso de anomalía por sobre o subtensión (+ o – 8%), frecuencia (+ o – 0.1%), diferencia de fase (+ o -10%) o ausencia de tensión.
- Sistema de recogida de datos para el seguimiento del comportamiento de la instalación.

Las protecciones del inversor por tensión y frecuencia actuarán según lo especificado en la ITC-BT-40 apartado 7, de manera que:

- El relé de mínima tensión actuará en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 85% de su valor nominal.
- El relé de máxima tensión actuará en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor nominal.
- El relé de frecuencia actuará cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz por más de 5 ciclos.

El inversor dispondrá de una peana inferior para facilitar las conexiones del cableado.

1.8.6.3. Características técnicas

Las características técnicas del inversor a instalar son las siguientes:

Eléctricas de entrada (condiciones estándar STC)

Lado entrada (Campo FV CC)		
Tensión MPP Mínima	<input type="text" value="330"/>	V
Tensión Mínima para Phom	<input type="text" value="390"/>	V
Tensión MPP Nominal	<input type="text" value="540"/>	V
Tensión MPP Máxima	<input type="text" value="700"/>	V
Tensión FV máx Absoluta	<input type="text" value="800"/>	V
Umbral Potencia	<input type="text" value="165"/>	W

Eléctricas de salida (condiciones estándar STC):

Lado salida (Red CA)		
<input type="radio"/> Monophased	Frecuencia	
<input checked="" type="radio"/> Triphased	<input checked="" type="checkbox"/> 50 Hz	
<input type="radio"/> Biphased	<input type="checkbox"/> 60 Hz	
Tensión de Red	<input type="text" value="400"/>	V
Potencia nominal CA	<input type="text" value="33.0"/>	kW
Potencia máxima CA	<input type="text" value="36.0"/>	kW
Corriente CA nominal	<input type="text" value="48.0"/>	A <input type="checkbox"/>
Corriente CA máxima	<input type="text" value="60.0"/>	A <input type="checkbox"/>

Mecánicas:

Dimensiones		
Ancho	<input type="text" value="720"/>	mm
Fondo	<input type="text" value="1200"/>	mm
Altura	<input type="text" value="555"/>	mm
Peso	<input type="text" value="330.0"/>	kg

1.8.7. Generador fotovoltaico.

Módulos fotovoltaicos conectados entre sí y soportados por una estructura fijada a la estructura de las cubiertas de la nave. Se empleará una estructura de soporte para fijar el campo fotovoltaico. Las características básicas son las siguientes:

- Orientación (Azimut): El Angulo de azimut con respecto al Sur será de 0° orientado al Sur. Según programa PVgyst el ángulo de azimut lo contempla como 0°.
- Inclinación:
 - 0 sobre cubierta
 - 15° sobre la horizontal.
- Planta 33 kW: 98módulos

1.8.8. Regulador de potencia

Un regulador cumple las siguientes funciones:

- Monitorización de los distintos aportes y consumos energéticos a la instalación
- Ajuste de la producción del inversor para evitar aportes hacia la comedita y regulación de inversor para la óptima eficiencia energética
- Salida para la conexión a un contacto que desconecte la línea de inversor de la red
- Señalización de situaciones anómalas en el sistema.
- Comunicaciones integradas en el dispositivo para el ajuste de parámetros y disponibilidad de los datos instantáneos.

El regulador que se ha escogido es de la Marca EURENER, Regulador de potencia e Trifásico Balance Neto.

1.8.9. Estructura de montaje de los paneles

Uno de los elementos más importantes de una instalación fotovoltaica, para asegurar un perfecto aprovechamiento de la radiación solar, es la estructura soporte, encargada de sustentar los módulos solares y formar el propio panel, dándole la inclinación más adecuada en cada caso para que los módulos reciban la mayor radiación, consiguiendo un aumento en su eficacia.

La solución constructiva adoptada para colocar el generador fotovoltaico será tal que quede convenientemente adaptado a la estructura soporte de forma que se consiga una buena integración paisajística a la vez que se aproxime lo más posible a los parámetros óptimos de orientación e inclinación.

Concretamente se adoptará la solución denominada coplanar, es decir con la misma inclinación que dispone la cubierta que es de 15°.

La nave dispone de una cubierta a un agua con una inclinación respecto a la horizontal de 15°. La cubierta consta de una chapa, para asegurar la estabilidad, y material aislante.

Sobre la cubierta se instalará una estructura de soporte de acero, constituida de perfiles y sus respectivas piezas de unión, para la correcta fijación de los módulos con la inclinación deseada.

La estructura se fijará a las correas de la estructura principal de la nave de modo que se puede considerar una estructura flotante independiente de la chapa.

Este sistema de anclaje permite que la estructura del generador fotovoltaico no descansa sobre la chapa de la cubierta, evitando así el deterioro de la misma, y garantiza que todos los esfuerzos recibidos por la acción del viento (ya sean de succión o de presión) nunca sobrepasaran el límite admisible por las correas. Entre los perfiles de la estructura de soporte y la cubierta se dejara una distancia de 8 cm para evitar aumentos de temperatura que pueden afectar a los módulos fotovoltaicos.

La estructura de soporte irá conectada a tierra con el objetivo de eliminar el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas.

Las principales características son las siguientes:

- Estructura compuesta de acero para conseguir una elevada fiabilidad y protección contra la corrosión, lo que aportará una larga durabilidad. En nuestro caso se utilizará doble perfil para establecer una cámara de aire entre los paneles y la cubierta que evite pérdidas por temperatura del campo fotovoltaico.
- Fijación a las correas metálicas de la estructura de las naves
- Baja carga estática en la cubierta debida a la estructura de soporte

La estructura será del tipo denominada coplanar con la misma inclinación las cubiertas y el campo fotovoltaico. Sobre la cubierta, donde se instalarán la parte de placas solares se dejarán dos pasillos para el mantenimiento y limpieza de las mismas.

La sujeción de los módulos solares deberá estar homologada para los paneles utilizados en la instalación según las especificaciones del fabricante, además las partes de sujeción de los paneles solares no deberán generar sombras indeseadas sobre los módulos. La tornillería utilizada tanto para la sujeción de los módulos fotovoltaicos como para la sujeción de la propia estructura deberá ser de acero inoxidable con excepción de estructuras de acero galvanizado en cuyo caso podrán ser tornillos galvanizados.

1.8.9.1. Sobrecarga prevista

Se va a instalar una central fotovoltaica de 33 kW, que consta de 98 placas de 350 Wp de silicio monocristalino sobre una estructura anclada mediante tornillo pasante a las correas de la nave

- La instalación está orientada 0 ° de acimut con una inclinación de 15 °.
- La superficie ocupada por los módulos es de 190 m²
- Las dimensiones y peso de cada módulo son las siguientes:
- Dimensiones 1956x992x40
- Peso 26,50 Kg

Por tanto cada módulo distribuye un peso de 26,5 kg en 1,94 m², por lo que tendrá una sobrecarga debido a los paneles de 13,66 kg/m².

1.8.10. Orientación de los paneles fotovoltaicos.

La ubicación de la instalación en coordenadas geodésicas será la siguiente:

Geographical Coordinates | Climatología Mensual | Mapa interactivo

Ubicación

Nombre del lugar

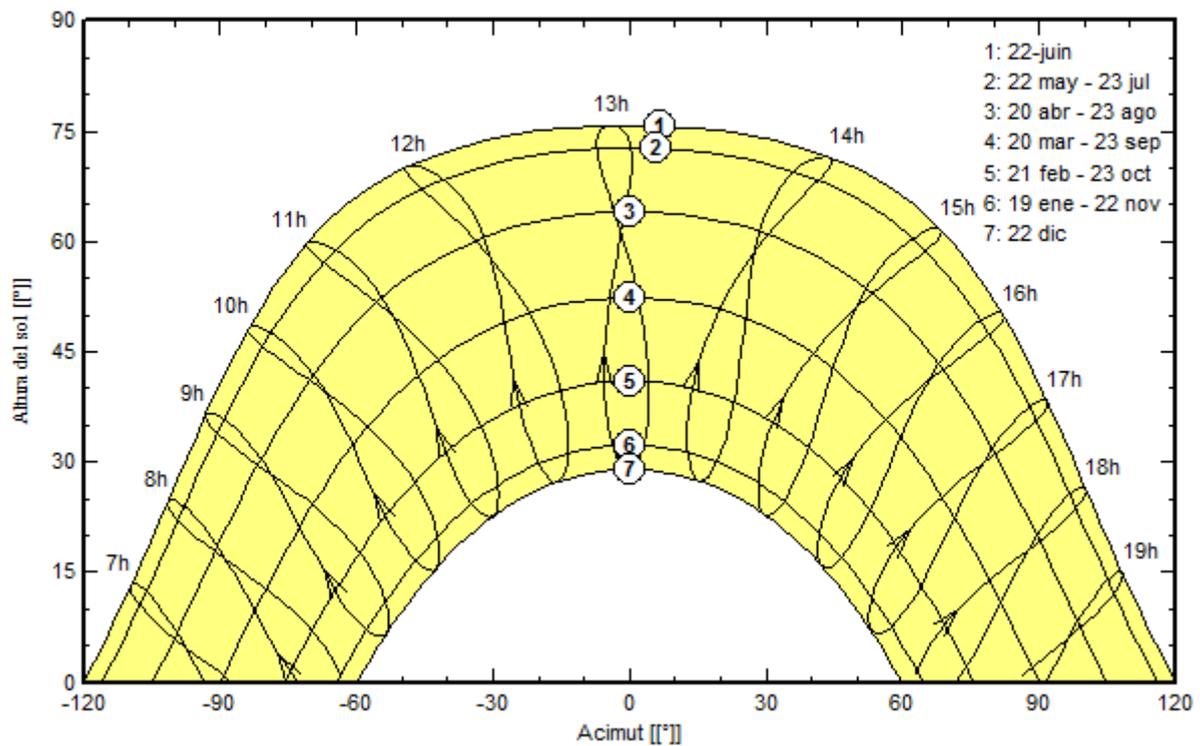
País Región

Coordenadas Geográficas

 Trayectorias del sol

	Decimal	Deg.	min.	
Latitud	<input type="text" value="37.63"/> [°]	<input type="text" value="37"/>	<input type="text" value="38"/>	(+ = Norte, - = Hemisferio Sur)
Longitud	<input type="text" value="-0.75"/> [°]	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="-45"/>	(+ = Este, - = Oeste Greenwich)
Altitud	<input type="text" value="6"/>	Metros sobre el nivel del mar		
Huso horario	<input type="text" value="1.0"/>	Corresponde a una diferencia media		
				Hora Legal - Hora Solar = 1h 3m 

Trayectoria solar en PLAYA HONDA, (Lat. 37.6°N, long. 0.8°W, alt. 6 m) - Hora Legal



Geographical Coordinates | Climatología Mensual | Mapa interactivo

Lugar **PLAYA HONDA (Spain)**

Origen de datos

	Irrad. Global kWh/m ² .mes	Difuso kWh/m ² .mes	Temp. °C	VelViento m/s
Enero	76.2	26.9	10.7	1.90
Febrero	92.7	37.8	12.1	1.90
Marzo	141.2	50.8	14.9	2.40
Abril	176.6	68.9	16.9	2.50
Mayo	206.3	76.9	20.7	2.51
Junio	222.5	76.1	25.1	2.70
Julio	230.7	73.2	27.8	2.80
Agosto	201.6	68.8	27.8	2.50
Septiembre	151.3	56.6	23.8	2.09
Octubre	114.0	48.2	20.2	1.79
Noviembre	80.7	28.5	14.1	1.70
Diciembre	65.7	27.7	11.4	1.79
Año	1759.5	640.4	18.8	2.2

Datos Requeridos

- Irradiación global horizontal
- Temp. Exterior Media

Datos adicionales

- Irradiación difusa horizontal
- Velocidad del viento

Unidades de insolación

- kWh/m².día
- kWh/m².mes
- MJ/m².día
- MJ/m².mes
- W/m²
- Índice de claridad Kt

Geographical Coordinates | Climatología Mensual | Mapa interactivo

Elija (con un clic) el lugar deseado, luego importe los datos a PVsyst

Map Satellite

RM-F35
F35
AP-7
N-332
CT-32
CT-34
N-345
Los Urrutias
Espacios Abiertos e Islas del Mar Menor
La Manga
Los Nietos
Mar de C...
Cape Palos
Los Belones
La Unión
Portman
Atamaría
combreras

Address: 37.63,-0.75 Search

Google
Map data ©2016 Google, Inst. Geogr. Nacional Terms of Use Report a map error

Ubicación

Localización
--

País
Spain

Latitud (°)
37.63

Longitud (°)
-0.75

Altitud (m)
9

Huso horario
+1

1.8.10.1. Configuración de la conexión de los módulos

La configuración de conexión entre los paneles y entre estos y el inversor, se ha determinado considerando tanto las características eléctricas de los módulos como de los inversores. Los parámetros que se han tenido en cuenta son:

- Margen de tensiones de MPP del inversor.
- Tensiones máximas y mínima del panel en función de la temperatura.
- Tensión máxima soportada por el panel.
- Tensión máxima soportada por los inversores.
- Intensidad de cortocircuito del panel.
- Máxima intensidad soportada por el inversor.
- Potencia pica del panel.
- Máxima potencia soportada por el inversor.

1.8.11. Análisis de sombras

1.8.11.1. Tipo de sombras

Distinguimos entre sombras temporales y debidas a la situación

Sombras temporales: son por nieve, hojas de árboles, excrementos de aves, polvo, etc. Las pérdidas de rendimiento de los paneles

por estas razones, no se han de menos preciar y por tanto, deberá hacerse limpieza periódica o en función de una vigilancia visual. A pesar de todo, para inclinaciones superiores a 20°, con es el caso, el fenómeno de la auto limpieza es bastante eficiente. La pérdida de rendimiento por nieve se considera despreciable; no obstante, la disposición de los paneles horizontalmente, hará que si llegase el caso, la afectación sobre la producción del panel, sea menor que si está en posición vertical, afectando a solo dos filas de células por panel y no a las cuatro. Tal y como se indicara, la limpieza está prevista mediante agua a temperatura ambiente y con ayuda de esponja. Es necesario evitar la utilización de herramientas que puedan rallar el vidrio y tampoco se ha de limpiar en seco por el mismo motivo.

Sombras por situación: se producen por elementos del alrededor tales como árboles, edificios y barreras naturales que tapen el sol en algún momento del día. En el caso que nos ocupa no hay ningún tipo de barrera que proyecte sombras sobre la instalación.

1.8.11.2. Sombras producidas por la propia instalación. Diagrama de trayectoria solar.

Se debe a la sombra que una fila anterior (más al sur) puede proyectar sobre la posterior (más al norte).

En cualquier caso, la estructura diseñada al ser de tipo coplanar no existirá en ningún momento una sombra de una placa a otra.

Por otro lado, este gráfico se ha superpuesto al perfil del terreno orientado al sur para comprobar la inexistencia de sombras.

La estructura diseñada con gran número de ramales, favorece el comportamiento de la instalación en caso de sombras, siempre que la distribución se haga de manera que las sombras afecten al menor número de ramales.

1.8.12. Configuración de las instalaciones

1.8.12.1. Ubicación de los paneles fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos se instalarán sobre la cubierta de nave, sobre estructura de acero galvanizado en caliente y/o aluminio anodizado. La estructura irá fijada sobre soportes de hormigón para paneles solares modelo solar bloc o similar con tornillos autorroscantes de acero inoxidable.

1.8.12.2. Ubicación del inversor.

El inversor se situará en el cuarto eléctrico donde se encuentra el cuadro general de mando y protección del edificio y al lado del cuadro de protección del conjunto fotovoltaico. El inversor tiene una envolvente de acero inoxidable para instalación interior y exterior de IP 54.

1.8.12.3. Ubicación y descripción de los equipos de medida

Se instalará un equipo de medición necesario para el correcto funcionamiento del sistema de monitorización del inversor, para controlar la inyección de corriente a la red. Según las normas particulares de la compañía suministradora.

1.8.13. Instalación eléctrica de baja tensión

La instalación eléctrica de baja tensión abarca las cajas de interconexión, cableado, protecciones eléctricas y equipos auxiliares que se encuentran desde los módulos fotovoltaicos hasta el bornero de entrada del cuadro de baja tensión. Distinguimos dos partes claramente diferenciadas: instalación corriente continua, que parte de los módulos fotovoltaicos hasta las cajas de conexión de los paneles fotovoltaicos y el bornero de entrada al inversor, y la instalación de corriente alterna, entre bornes de salida del inversor y el cuadro general de mando y protección.

1.8.13.1. Instalación corriente continua.

Los módulos fotovoltaicos se conectan eléctricamente de forma que forman cadenas o strings de 14 módulos conectados en serie (según diseño). Los módulos incorporan cajas de conexión y latiguillos con terminales multicontacto para la conexión entre módulos.

Las cajas de conexión se conectan a las bornas de entrada del inversor.

El cableado a utilizar en el circuito exterior de interconexión de módulos serán aptos para intemperie y resistente a la acción del sol, según las siguientes características:

- Resistencia al ozono: HD 22.2 test tipo B
- Resistencia a los rayos UVA : UL 1581
- Resistencia a la absorción de agua: EN 60811-1-3

La instalación puede ser desconectada manualmente mediante un interruptor magneto térmico bipolar de 250 A, dispuesto en las cajas de conexión, con una protección IP65.

1.8.13.1.1. Cableado en corriente continua. Ubicación de los conductores

En el caso concreto de la parte de C.C. en principio la exigencia de un nivel de aislamiento de Clase II podría ser suficiente para garantizar que no se producirá un fallo en el aislamiento que provoque una situación de peligro ante un contacto indirecto. Aun así, se incluye la instalación de equipos de vigilancia permanente de aislamiento, cuya misión es detectar y avisar de un fallo en el aislamiento de la instalación. Ello, unido y complementado con la

configuración flotante del generador, nos posibilitara que el defecto pueda ser reparado antes de que ocurra un segundo defecto que entonces, si podría resultar peligroso ya que el primer defecto representaría un camino por el que la corriente de retorno podría circular con facilidad.

No procedería la instalación de un interruptor diferencial en el circuito de c.c., ya que son equipos con un nivel de estandarización muy bajo y que requieren una inversión alta.

Además, al adoptar la configuración flotante de la parte de C.C., es decir, al no conectarla a tierra por las razones expuestas más adelante, se carecería de la referencia necesaria para el funcionamiento de este equipo. La protección de circuitos de C.C. mediante interruptores diferenciales no es una práctica común en la industria.

La instalación solar fotovoltaica a proyectar se ha dividido en varios tramos de conexión entre los diferentes equipos y cajas de conexión que la componen. Dichos tramos de cableado poseerán diferente sección de conductores puesto que la carga que circulara por cada uno de ellos será diferente dependiendo los equipos que interconecten.

Como se decidió anteriormente, el generador fotovoltaico está formado por un inversor de potencia 33 kW. Al inversor, se le conectarán los 98 módulos de placas solares fotovoltaicas. Tal y como muestran los cálculos justificativos, documento II del presente proyecto, se diseña para que el inversor conectados 7 cadenas en paralelo con 14 módulos conectados en serie. La conexión de estos 7 ramales en paralelo irán conectados a una caja de conexión de grupo y la conexión de todas las cajas, formando así un única línea a la cual se le conectará el elemento de no vertido a red o regulador de potencia e inyección cero.

Para los tramos de corriente continua se utilizaran conductores de tipo 0,6/1kV de cobre con aislamiento en PVC. El tipo de instalación será de conductores aislados en tubos o canales en montaje superficial o empotrado en obra según la definición del REBT en la norma ITC-BT-19.

1.8.13.1.2. Canalizaciones

Las canalizaciones de la parte de corriente continua que estén ubicadas en el exterior de la nave tendrán la consideración según la ITC-BT-30, instalación a la intemperie con lo que tendrán que cumplir lo dispuesto para locales mojados. Por lo tanto estas instalaciones tendrán un grado de protección mínimo de IP X4.

La instalación de las canales protectoras donde irán alojados los conductores del circuito se llevara a cabo tal y como muestra la norma ITC-BT-21:

- La instalación y puesta en obra de las canales protectoras deberá cumplir lo indicado en la norma UNE 20460-5-52 y en las instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20.
- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.
- Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedara convenientemente asegurada.
- No se podrán utilizar las canales como conductores de protección o de neutro salvo lo dispuesto en la ITC-BT-18 para canalizaciones prefabricadas.
- La tapa de las canales quedara siempre accesible.

Se ha optado por canaletas marca UNEX, modelo 66U23X aislantes con tapa de PVC M1 por sus buenas características técnicas:

- Protección contra contactos directos e indirectos.
- Sin necesidad de puesta a tierra
- Evita corrientes de fuga, cortocircuitos con las bandejas y arcos eléctricos.
- El corte de la bandeja no produce aristas que dañen el aislamiento de los conductores.

Para el cálculo de la sección de los tramos de corriente continua se utilizara la ecuación:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{e \cdot V}$$

Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, la máxima caída de tensión permitida en conductores de continua es de 1,5%.

1.8.13.2. Instalación corriente alterna.

Para la parte de C.A., se instalará un interruptor diferencial, por exigencia del R.D. 1633/200, cuya misión será la de desactivar el circuito en el momento en que se produce una derivación de corriente. Las derivaciones de corriente no solo se producen por fallos en el aislamiento sino también pueden ser el defecto de un contacto directo, por lo que puede considerarse que el interruptor diferencial también representa una protección frente a contactos directos.

El interruptor diferencial no protegerá en ningún caso frente a posibles derivaciones de parte de continua, debido a que el transformador de aislamiento galvánico que disponen los inversores independiza los circuitos.

Merece la pena mencionar que los inversores previstos utilizan un transformador de aislamiento galvánico para garantizar la total independencia de los circuitos de continua y alterna. La configuración de este aislamiento se denomina "AISLAMIENTO GALVANICO EN BAJA FRECUENCIA", siendo la configuración más segura posible ya que impide la inyección de corriente continua a la red. Otros inversores de otros fabricantes usan la configuración en alta frecuencia que aísla el campo fotovoltaico del inversor, pero no impide la inyección de corriente continua a la red.

1.8.13.2.1. Cableado en corriente trifásica. Ubicación de los conductores.

La instalación de corriente alterna comenzará en la salida del inversor que conectará con el cuadro de protección de corriente alterna, que es donde se protegerá esta línea. Este cuadro se denomina de CA y está ubicado en el interior del edificio según posición indicada en los planos.

Desde el cuadro CA, seguiremos hasta el conmutador que se encargará de alimentar el cuadro de BT del edificio bien con la energía proveniente del inversor o de la red. Este conmutador también se encargará de verter a la red a través del contador bidireccional la energía sobrante para ser vendida.

Este contador de energía será accesible a la compañía.

El inversor se conectara en la zona de corriente alterna. Los cables utilizados para unir el inversor con el punto de conexión serán de 3x35 mm² RZ1-K

Los cables bajaran desde la cubierta, por un pasamuros hasta la sala donde se ubica el cuadro general del edificio existente donde se encuentra el inversor. Aquí se colocará el armario de conexiones, el cual se fijara a la pared. El armario permitirá la entrada por debajo del circuito trifásico provenientes de las cajas de interruptores de 63 A.

Por arriba, saldrá el cable colector que ira hasta el armario de protección general y posteriormente al de medida, situado en el lugar ya existente. El armario tipo mural, llevara en su interior accesorios para el montaje de uniones con regletas y puentes.

La caída de tensión de un circuito trifásico equilibrado viene dada por la siguiente expresión:

La caída de tensión viene en voltios.

El cableado de control será de sección mínima de 1,5 mm², no propagador de la llama y de baja emisión de halógenos.

El calor de la resistividad del cobre es función de la temperatura. Se considera que el cable trabajara a una temperatura nominal de 90 ° C

1.8.14. Protecciones

Además de las protecciones integradas en el inversor, es necesario equipar la instalación con protecciones adicionales que protejan tanto la seguridad de la instalación y equipos como la seguridad de las personas responsables de su funcionamiento y mantenimiento.

1.8.14.1. Cuadro C.A. general a la salida de la instalación generadora

A la salida del inversor se conectará el cuadro denominado CA presente en los esquemas unifilares. En este cuadro también se realizará la protección contra sobre tensiones y se enlazará la instalación con la red de tierra.

Desde este cuadro se partirá con el conductor que unirá el cuadro CA con el módulo de salida. La instalación estará protegida contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo según se indica en la ITC-BT-22, por lo tanto se utilizaran los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas y cortocircuitos: En el CA de la planta fotovoltaica se dispondrá de un INTERRUPTOR AUTOMÁTICO GENERAL de la marca con una intensidad nominal máxima es de 63 A, intensidad de cortocircuito 25 KA, tensión de aislamiento 1000V y frecuencia 50/60 Hz.

Así mismo, aguas arriba de dicho Interruptor general, se han dispuesto los siguientes interruptores automáticos para cada una de las líneas que llegan al cuadro de baja tensión procedente del inversor que forma la planta fotovoltaica.

En el documento de planos del presente proyecto, se incluye un esquema unifilar de dicho cuadro

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos (ITC-BT-22) se han tomado las medidas siguientes:

Se instalará un cuadro general de protección para la instalación de 100 kW. El cuadro general ira instalado en un armario mural en la zona indicada en el plano. Dentro se ubicaran un interruptor magneto térmico de 63 A y un diferencial de 63 A y 300mA de sensibilidad.

1.8.14.2. Protección contra sobretensiones y subtensiones

El inversor dispone de protecciones contra sobretensiones de la red según exigencias reglamentarias. En tal caso, el inversor desconectará el generador fotovoltaico de la red, hasta que las condiciones vuelvan a ser las adecuadas.

El inversor ha de cumplir la norma EN 61000-4-5 sobre protección contra sobretensiones.

Las protecciones del inversor por tensión desconectaran la instalación de la red según lo especificado en ITC-BT-40 apartado 7, de manera que:

- El relé de mínima tensión desconectara en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 86% de su valor nominal
- El relé de máxima tensión desconectara en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor nominal.

Además, el inversor desconectara la instalación generadora de la red en caso de ausencia de tensión.

1.8.14.3. Puesta a tierra y conexión equipotencial de la instalación fotovoltaica

El objetivo es limitar la tensión respecto a tierra que puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar el riesgo que supone la avería de un equipo eléctrico.

La instalación de tierra cumplirá con lo establecido en ITC-BT-18.

Solo se protegerá con tierra la parte involucrada con la corriente alterna, dada el caso que la protección contra corrientes de defecto se basa en los circuitos de corriente continua, en el aislamiento de las partes activas. Esto se debe a que a pesar de que el RD 1663/2000 exige a las instalaciones fotovoltaicas, el uso de diferencial para proteger a las personas de posibles corrientes de fuga, no es posible encontrar este elemento como un dispositivo homologado para trabajar en corriente continua.

Dicho esto, se prevé la instalación de una tierra de protección independiente de características:

- Tierra: Formada por una pica de acero, de diámetro mínimo 14 mm y longitud de 2 metros. La arqueta de tierra que contiene a la pica se realizara con un bloque prefabricado de hormigón de 30x30. La arqueta se tapara con tapa prefabricada de hormigón.
- Tipo de conductor principal de tierra: El conductor será de cobre y de sección mínima 35 mm²
- Tipo de conductor de protección: se distribuirá la tierra con cable de 35 mm². Las derivaciones serán con cable flexible de cobre, aislado con PVC y de sección igual a la sección del conductor de fase que se conecte al aparato en cuestión
- Elementos conectados a tierra: Envoltentes metálicas de todos los equipos situados en la sala de cuadro general.

1.8.15. Mantenimiento del sistema

El mantenimiento de una instalación fotovoltaica es uno de los aspectos que más depende del tipo, la configuración y la aplicación de la propia instalación. La ubicación, las condiciones ambientales, la accesibilidad y la presencia del personal no técnico, son algunos de los factores determinantes a la hora de establecer un plan de mantenimiento que se adapte a las necesidades y requerimientos, tanto generales como específicos, de un sistema fotovoltaico.

Los sistemas fotovoltaicos se caracterizan por precisar muy poco mantenimiento, debido principalmente a la ausencia de partes móviles y de consumibles. Así, en el caso que nos ocupa hemos dividido en dos grupos las operaciones de mantenimiento a llevar a cabo; una la deberá realizar personal técnico altamente cualificado y otra la llevara a cabo técnicos medios o de vigilancia.

Mantenimiento por parte de personal técnico altamente cualificado:

Paneles:

- Medida de la tensión a circuito abierto y corriente de cortocircuito durante las horas centrales de un día soleado.
- La medición de la tensión a circuito abierto debe efectuarse en la caja principal de conexiones. La medida obtenida debe estar próxima a la tensión a circuito abierto de un único modulo multiplicada por el número de módulos conectados en serie.
- La corriente de cortocircuito debe efectuarse también en la caja principal de conexiones.

Cajas de conexiones:

- Comprobación del estado de estanqueidad, conservación y apriete de las conexiones del campo fotovoltaico.

- Comprobar mediante pequeños tirones que los cables están firmemente conectado. Si se observa algún aflojamiento, proceder al apriete correspondiente o volver a realizar la conexión
- Comprobar que la longitud de los cables en el interior de las cajas es adecuada para que las conexiones no se vean sometidas a esfuerzos
- Comprobar que los prensaestopas están convenientemente fijados a las cajas (bien apretados y sin holguras, no giran sobre si mismos). Si se observa algún aflojamiento, proceder al apriete correspondiente.
- Asegurarse de que los terminales están libres de corrosión y las conexiones son eléctricamente eficaces.

Estructura:

- Comprobación de la estabilidad, rigidez y sujeción de los paneles.
- Comprobar que los paneles están bien fijados a la estructura soporte y que no existen holguras o aflojamiento en las fijaciones que puedan provocar vibraciones por efecto del viento. En su caso, proceder al apriete correspondiente para dotar a los paneles de la estabilidad, rigidez y fijación adecuadas. Esta comprobación se puede realizar de forma visual observando que sucede al intentar mover los paneles de forma manual.
- Comprobación de la estabilidad, rigidez y sujeción de la estructura soporte.
- Comprobar mediante inspección visual que la cimentación de la estructura y la superficie de sustentación de la misma no muestran signos de deterioro (grietas, desprendimientos del material, etc.)
- Comprobar que las uniones y anclajes de la estructura no muestran signos de holgura o aflojamiento que puedan provocar vibraciones por efectos del viento. En su caso, proceder al apriete correspondiente.
- Comprobar mediante inspección visual que los elementos de la estructura no sufren deformaciones (provocadas por el peso soportado) no especificadas en el análisis estructural efectuado en la fase de diseño.
- Inversor:
- Comprobación del estado general de conexionado del inversor.
- Comprobar mediante pequeños tirones que los cables están firmemente conexionado.
- Comprobar mediante inspección visual y pequeñas sobrecargas el peso de la sujeciones del aparato es firme y que la superficie de sustentación del mismo no muestran signos de deterioro (grietas, desprendimiento de material, etc.)

Mantenimiento por parte de técnicos de vigilancia:

- Comprobación de la generación eléctrica del campo fotovoltaico.
- En las horas centrales de un día soleado, comprobar observando las señalizaciones e indicaciones del inversor que la tensión e intensidad del campo fotovoltaico son las previstas.
- Comprobar que el estado de conservación, limpieza y sujeción del inversor se mantiene en condiciones similares a la puesta en marcha de la instalación. Cuando sea necesario, eliminar los restos de polvo y suciedad con un paño humedecido en agua o limpiador multiusos.
- Comprobación del estado de funcionamiento del inversor.
- Comprobación rutinaria del funcionamiento del inversor facilitado por el fabricante. Ver las indicaciones correctas del estado de funcionamiento y monitorización.
- Ausencia de fallos, alarmas, zumbidos extraños, calentamientos, etc.
- Comprobación de la inyección de energía en la red.
- En las horas centrales de un día soleado, comprobar que el contador de salida de la instalación fotovoltaica se mueve o comparar la lectura de dicho contador con la correspondiente a la comprobación anterior para verificar que la inyección de energía en la red es la prevista.
- Estas operaciones de mantenimiento se basan más bien en inspecciones visuales por lo que no se puede decir cada cuanto tiempo se tiene que llevar a cabo, si bien es recomendable hacerlas al menos diariamente.

Todas las operaciones de mantenimiento se realizarán con las medidas de seguridad apropiadas, siendo imprescindible que la persona o personas que suban a comprobar el estado de los paneles lleven consigo, arneses, casco protector, gafas de protectoras, cuerdas, zapatos de gomas y demás elementos para su seguridad.

Se instalarán carteles con señalización de peligro eléctrico en aquellas zonas o elementos donde exista riesgo de tensión, como puede ser armarios eléctricos, inversor, etc.

1.8.16. Diseño del sistema fotovoltaico.

1.8.16.1. Estudio de la carga

Se pretende diseñar la instalación de unos módulos de placas solares fotovoltaicas sobre una cubierta de piscina cubierta. Dicha instalación será prevista para autoconsumo con una potencia nominal de 30,1 kW.

La estructura donde va a ir anclada la mayor parte de la instalación fotovoltaica es de panel sándwich de espesor de 80 cm.

1.8.16.2. Cálculo de radiación solar (PVGIS)

El recurso solar es abundante en España, que dispone de condiciones muy adecuadas para la energía solar fotovoltaica, con áreas de alta irradiación.

La principal característica de este recurso es estar disponible en toda la superficie al mismo tiempo, estando no obstante condicionado por las sombras de elementos naturales o artificiales y por las particulares condiciones climáticas de cada área geográfica.

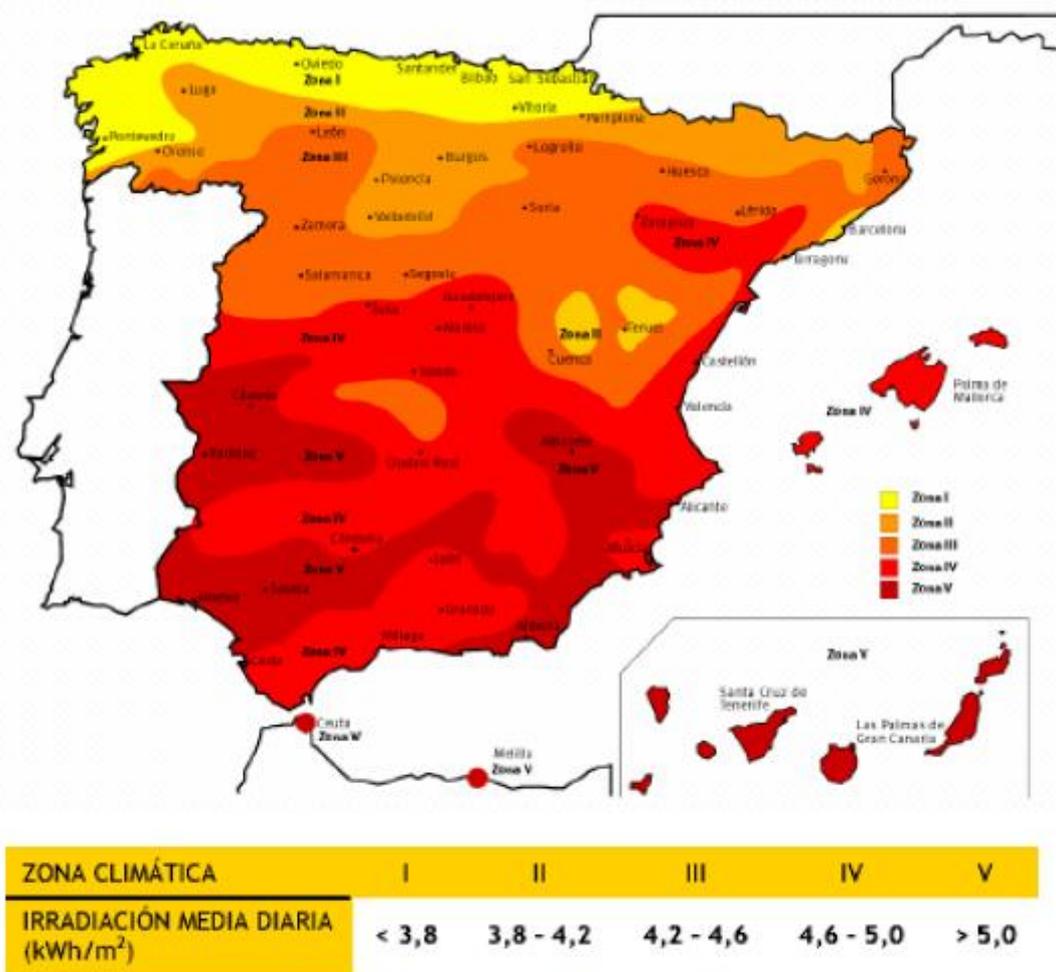


Figura 3: Recurso solar en España.
Fuente: IDAE.

Como podemos comprobar la zona de Playa Paraíso tiene una irradiación media diaria de, 4,6- 5 kWh/m².

Para el estudio de la radiación incidente en nuestra instalación hemos utilizado el método mediante un software llamado PVGIS. Este programa proporciona los valores de radiación en relación a una determinada base de datos.

1.8.16.3. Necesidad de consumo y radiación

Base de datos de radiación solar empleada: PVGIS-CMSAFF

Geographical Coordinates | Climatología Mensual | Mapa interactivo

Ubicación

Nombre del lug PLAYA HONDA

País Spain Región Europa

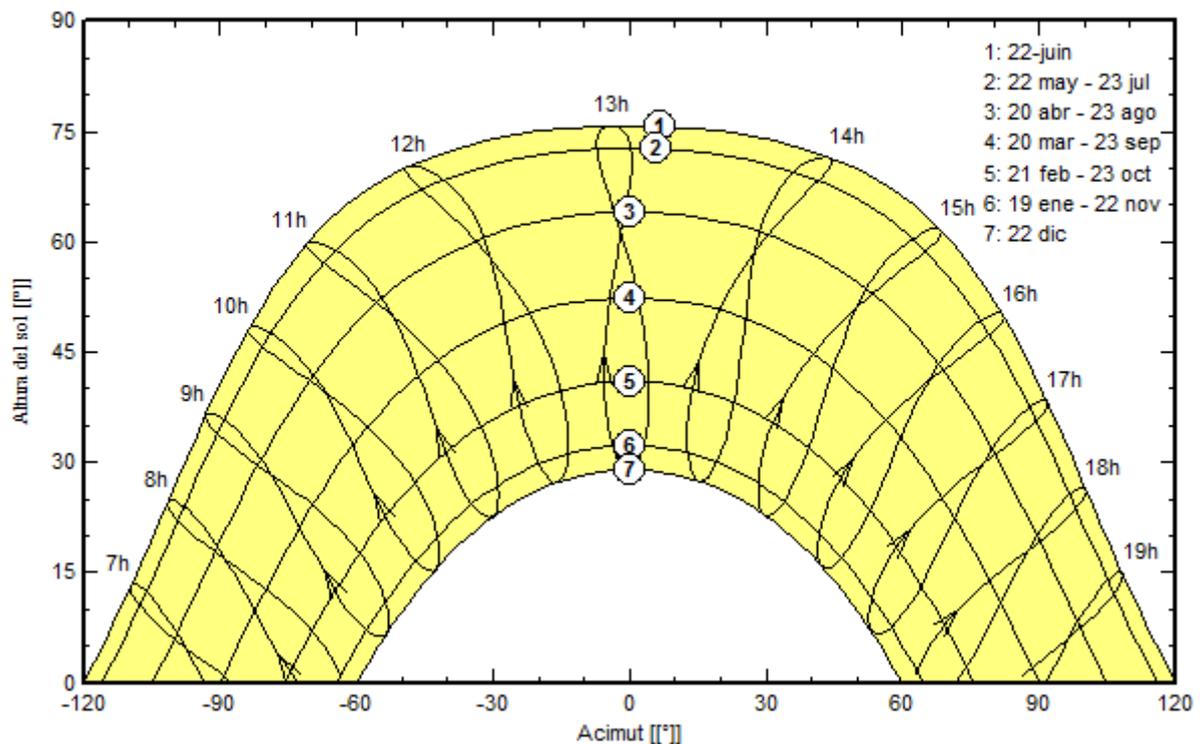
Coordenadas Geográficas

Trayectorias del sol

	Decimal	Deg.	min.	
Latitud	37.63 [°]	37	38	(+ = Norte, - = Hemisferio Sur)
Longitud	-0.75 [°]	0	-45	(+ = Este, - = Oeste Greenwich)
Altitud	6	Metros sobre el nivel del mar		
Huso horario	1.0	Corresponde a una diferencia media		
				Hora Legal - Hora Solar = 1h 3m

?

Trayectoria solar en PLAYA HONDA, (Lat. 37.6°N, long. 0.8°W, alt. 6 m) - Hora Legal



Lugar **PLAYA HONDA (Spain)**

Origen de datos

	Irrad. Global kWh/m ² .mes	Difuso kWh/m ² .mes	Temp. °C	VelViento m/s
Enero	76.2	26.9	10.7	1.90
Febrero	92.7	37.8	12.1	1.90
Marzo	141.2	50.8	14.9	2.40
Abril	176.6	68.9	16.9	2.50
Mayo	206.3	76.9	20.7	2.51
Junio	222.5	76.1	25.1	2.70
Julio	230.7	73.2	27.8	2.80
Agosto	201.6	68.8	27.8	2.50
Septiembre	151.3	56.6	23.8	2.09
Octubre	114.0	48.2	20.2	1.79
Noviembre	80.7	28.5	14.1	1.70
Diciembre	65.7	27.7	11.4	1.79
Año	1759.5	640.4	18.8	2.2

Datos Requeridos

- Irradiación global horizontal
- Temp. Exterior Media

Datos adicionales

- Irradiación difusa horizontal
- Velocidad del viento

Unidades de insolación

- kWh/m².día
- kWh/m².mes
- MJ/m².día
- MJ/m².mes
- W/m²
- Índice de claridad Kt

Elija (con un clic) el lugar deseado, luego importe los datos a PVsyst



Ubicación

Localización

--

País
Spain

Latitud (°)
37.63

Longitud (°)
-0.75

Altitud (m)
9

Huso horario
+1

1.8.16.4. Orientación e inclinación óptimas. Pérdidas por orientación e inclinación

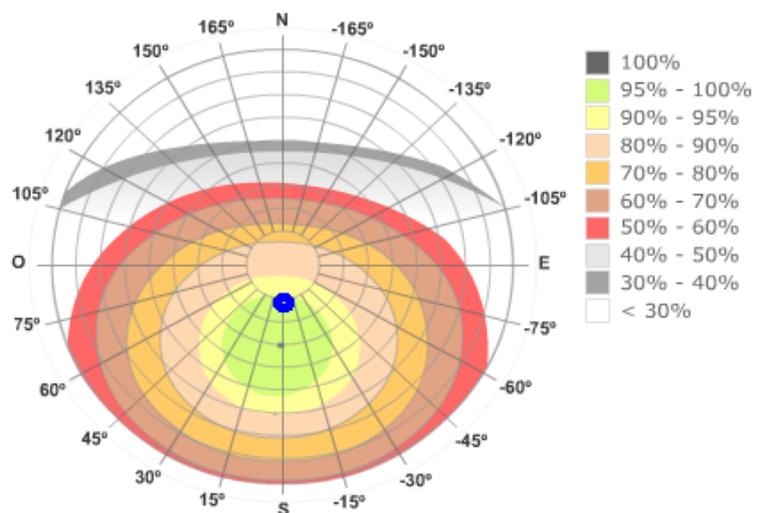
Para intentar aprovechar la máxima radiación posible los paneles se tienen que orientar con un acimut lo más próximo posible al sur y con un ángulo de inclinación lo más próximo a la latitud, desviada $+10^\circ$ si el consumo es preferente en invierno y -10° si es preferente en verano.

La ubicación para la realización del proyecto se encuentra en Playa Paraíso, (Murcia). La instalación de las placas se realizaran en cubierta de una nave industrial existente, la cubierta es tipo dos aguas y tiene aproximadamente 15° de inclinación, como se ha descrito se utilizaran una estructura soporte, quedando las placas en configuración de tipo coplanar.

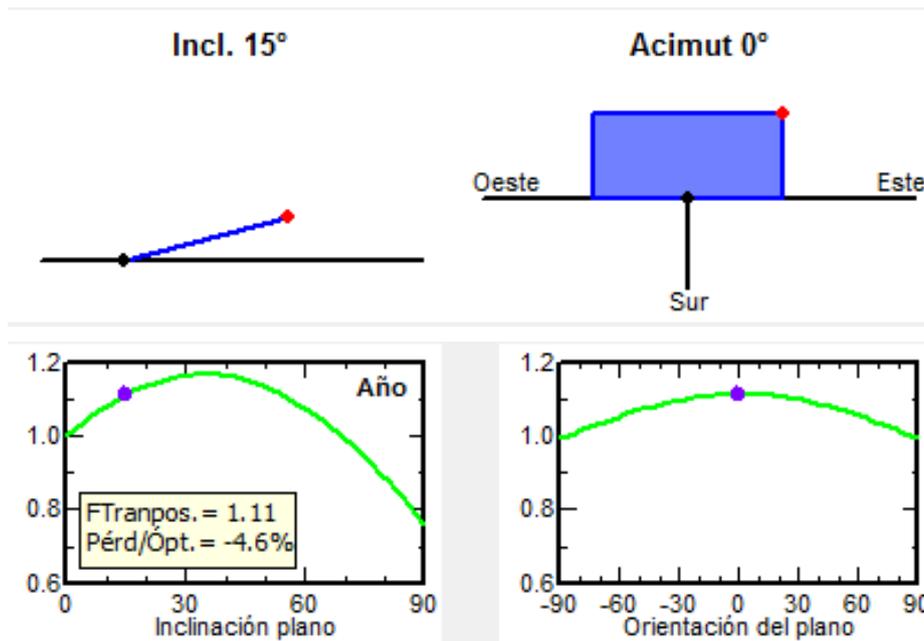
En lo que se refiere a la orientación y siguiendo las recomendaciones del CTE para evitar pérdidas de radiación por orientación e inclinación, y también por la posición del edificio la orientación de sur.

En nuestro caso, para un ángulo de inclinación de 15° y una orientación Sur nos da un resultado de rendimiento entre el 90 - 95%, según la figura publicada por el CTE para el cálculo de las perdidas por orientación e inclinación distinta de la óptima y por sombras, que adjuntamos en el anexo correspondiente.

Para la comprobación de los valores que hemos escogido, adjuntamos a continuación la figura publicada por el CTE para el cálculo del factor "FS", que considera las pérdidas por orientación e inclinación distinta de la óptima.



Teniendo en cuenta el programa empleado PVsyst para el diseño de la instalación solar fotovoltaica



Como nos muestra tenemos una pérdida con respecto a la orientación e inclinación óptimas de un 4,6 %.

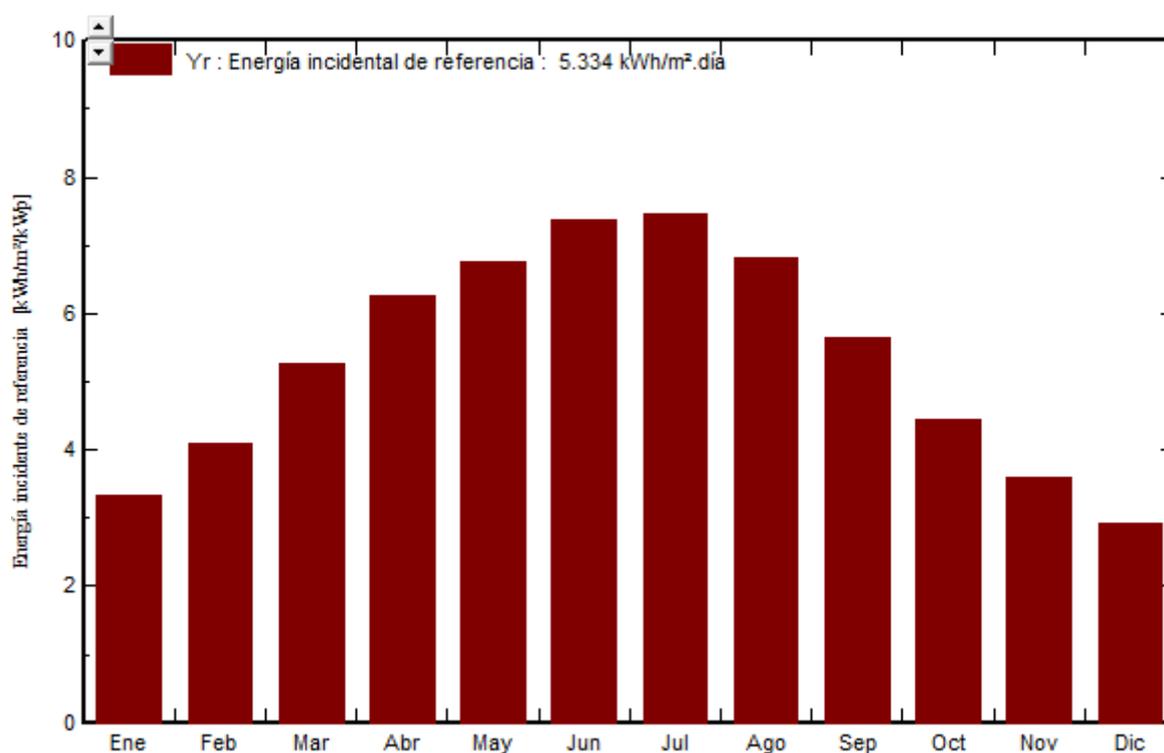
Clima y energía incidente

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T Amb °C	WindVel m/s	GlobInc kWh/m ²	DifSInc kWh/m ²	Alb Inc kWh/m ²	DifS/GI
Enero	76.2	26.90	10.68	0.0	103.5	31.16	0.260	0.000
Febrero	92.7	37.80	12.06	0.0	114.9	42.26	0.316	0.000
Marzo	141.2	50.81	14.93	0.0	162.8	55.57	0.481	0.000
Abril	176.6	68.90	16.91	0.0	187.9	71.84	0.602	0.000
Mayo	206.3	76.89	20.70	0.0	209.5	78.31	0.703	0.000
Junio	222.5	76.11	25.08	0.0	221.3	76.77	0.758	0.000
Julio	230.7	73.19	27.84	0.0	231.8	74.59	0.785	0.000
Agosto	201.6	68.79	27.75	0.0	211.1	71.47	0.686	0.000
Septiembre	151.3	56.61	23.79	0.0	169.0	60.66	0.516	0.000
Octubre	114.0	48.19	20.20	0.0	137.4	53.10	0.388	0.000
Noviembre	80.7	28.50	14.09	0.0	107.7	33.04	0.275	0.000
Diciembre	65.7	27.70	11.42	0.0	90.2	31.94	0.224	0.000
Año	1759.5	640.39	18.83	0.0	1947.1	680.71	5.993	0.000

Energía incidente efectiva (Transp., IAM, sombreados)

	GlobHor kWh/m ²	GlobInc kWh/m ²	GlobIAM kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	DiffEff kWh/m ²
Enero	76.2	103.5	99.2	99.2	29.82
Febrero	92.7	114.9	110.8	110.8	40.46
Marzo	141.2	162.8	157.5	157.5	53.24
Abril	176.6	187.9	182.3	182.3	68.77
Mayo	206.3	209.5	203.5	203.5	75.01
Junio	222.5	221.3	214.8	214.8	73.54
Julio	230.7	231.8	225.3	225.3	71.46
Agosto	201.6	211.1	205.0	205.0	68.42
Septiembre	151.3	169.0	163.6	163.6	58.12
Octubre	114.0	137.4	132.6	132.6	50.84
Noviembre	80.7	107.7	103.4	103.4	31.65
Diciembre	65.7	90.2	86.3	86.3	30.54
Año	1759.5	1947.1	1884.2	1884.2	651.87

Energía incidente de referencia en el plano receptor



1.8.16.5. Tipo de pérdidas

Una vez definidas las condiciones de radiación captada por los módulos solares durante la temporada de utilización anual y una inclinación fija durante todo el periodo de tiempo, se procederá a introducir las características de las distintas partes del sistema de generación.

Las pérdidas varias en el conjunto de módulos serán la suma de las pérdidas óhmicas en el cableado de la instalación, las pérdidas por polvo y suciedad y las pérdidas provocadas por las sombras que puedan aparecer sobre los paneles.

1.8.16.5.1. Pérdidas óhmicas

Según el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, las pérdidas en el cableado de corriente alterna de la instalación serán como máximo del 2% mientras que en el cableado de corriente continua no deberán ser superiores al 1,5 % para realizar el estudio energético se utilizaran el 1,5% al ser la peor condición.

1.8.16.5.2. Pérdidas por suciedad de los paneles

Las pérdidas por suciedad o degradación de los módulos solares tienen su origen por la disminución de la potencia recibida en el generador fotovoltaico debido a la deposición de polvo en la superficie de este. Para este caso, estas pérdidas serán como máximo del 3%.

1.9. Comparativa económica del sistema elegido con respecto a un sistema convencional de caldera eléctrica.

Una instalación convencional para una piscina climatizada está basada en la instalación de una caldera con una recirculación del agua, para calentar y mantener el agua de la piscina a una temperatura deseada.

El proceso de calentamiento de la piscina hasta la temperatura deseada puede llevar varios días, pues depende de las condiciones climáticas, de la potencia de la bomba de calor y de la diferencia entre la temperatura del agua y la temperatura deseada. La bomba de calor de estos sistemas rinde mejor con un aire más húmedo y a mayor temperatura.

Los sistemas de este tipo que se comercializan están diseñados para piscinas de un volumen máximo de 200m³, con un coste aproximado de 20.000€ sin contar los elementos auxiliares de la instalación.

En el caso de querer utilizar un sistema como este para nuestra piscina de 2.500m³, deberíamos de realizar un estudio térmico completo para la colocación en batería de calderas eléctricas, teniendo un consumo eléctrico por cada caldera de 30Kw.

Aunque el coste de la instalación podría resultar más bajo con respecto a la instalación diseñada en el presente documento, debemos de considerar que tanto el coste de mantenimiento, como las modificaciones del suministro eléctrico, así como el consumo energético diario sería un gasto desproporcionado. Por lo que la inversión realizada para la instalación propuesta, sería amortizada en menos de un año de utilización con respecto al sistema de caldera eléctrica.

1.10. Conclusión

Por todo lo descrito en la presente memoria, se entiende suficiente para la realización del equipamiento integral de la piscina, complementándose, para su más correcta interpretación, de los correspondientes planos de detalle, que se acompañan a éste proyecto y de las condiciones de índole económica técnica o administrativa, que se ha de cumplir en la realización de la obra en cuestión, que se encuentran definidas en el Pliego de Condiciones que igualmente se acompaña en éste proyecto.

CALCULOS JUSTIFICATIVOS

2. CALCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1. Diseño y dimensionamiento de la instalación

El dimensionamiento de la instalación se realiza de modo que la superficie de captación instalada cubra en un 60% la demanda anual de ACS y de piscina, según indica en el Código Técnico de la Edificación (CTE) sin perjuicio de la normativa local o autonómica aplicable para el término municipal de Cartagena.

2.1.1. FRACCIÓN SOLAR MÍNIMA

Para obtener la fracción solar mínima según CTE, nos vamos a la tabla 2.1 donde en función del consumo diario y la zona climática, determinamos el porcentaje mínimo a cubrir.

$$D_{\text{día}} = 4.050 \text{ l/d}$$

Zona climática: IV

Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Como se puede observar en la tabla 2.1 del CTE en su DB HE 4, la contribución mínima solar para ACS es del 50%, no obstante se calculará en torno al 60%, para tener una mayor cobertura de ACS recurriendo menos al sistema auxiliar y conseguir un mayor ahorro en el consumo con el paso del tiempo.

En el caso de piscinas cubiertas, únicamente en función de la zona climática.

Tabla 2.2. Contribución solar mínima en %. Caso Climatización de piscinas cubiertas

	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
Piscinas cubiertas	30	30	50	60	70

CTE HE 4 – Tabla 2.3 Contribución solar mínima en %. Caso de piscinas

Por lo tanto para el ACS y la piscina cubierta, la contribución solar mínima es del 50% y 60% respectivamente de la demanda energética, optando por cubrir en ambos casos definitivamente el 60%, cumpliendo así el “Código Técnico de la Edificación HE 4 – Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”.

2.1.2. Superficie de captación

El número de captadores se ajusta de forma que se obtenga una configuración homogénea y equilibrada del campo de los mismos, lo más cercana posible en número a la superficie que cubra el requisito de demanda solar.

El captador seleccionado es el modelo VFK 145 H, marca Vaillant:

Fabricante	VaillantGmbH
Nombre comercial	Vaillant/VFK 145 H
Ancho (m)	2,035
Longitud (m)	1,232
Espesor (m)	0,08
Superficie neta (m ²)	2,35
Superficie total (m ²)	2,51
Peso (kg)	38,3
Presión Max. (kPa)	1.000
Rendimiento	0,801
K1 (W/m ² K)	3,320
K2 (W/m ² K)	0,023

Se han optado por captadores solares planos por ser una tecnología de captación más sencilla, tanto en su instalación como en su mantenimiento.

Para el edificio se establece una instalación de 159 captadores de 2,35 m² de superficie útil, resultando una superficie total de captación de 373,65 m². Los captadores se colocarán integrados arquitectónicamente en la cubierta del edificio, quedando orientados con una desviación de 0° con respecto al Sur y con una inclinación de 15° respecto a la horizontal.

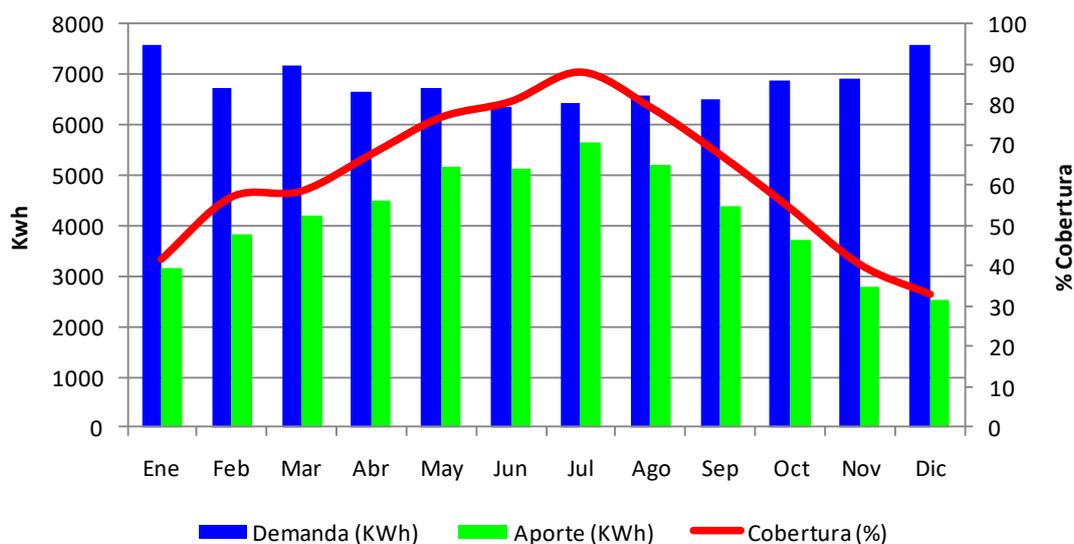
Los captadores se disponen en paralelo entre sí, habiéndose instalado válvulas de cierre en la entrada y salida de cada captador y entre las bombas, de manera que podrán utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc. Se preverán también purgadores, válvulas de seguridad y válvulas para llenado y vaciado del circuito.

La conexión entre captadores se ha realizado de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente mediante retorno invertido.

El grado de cobertura conseguido por la instalación de los captadores es del 61,3% para el ACS y del 61,4% para el caso de la piscina.

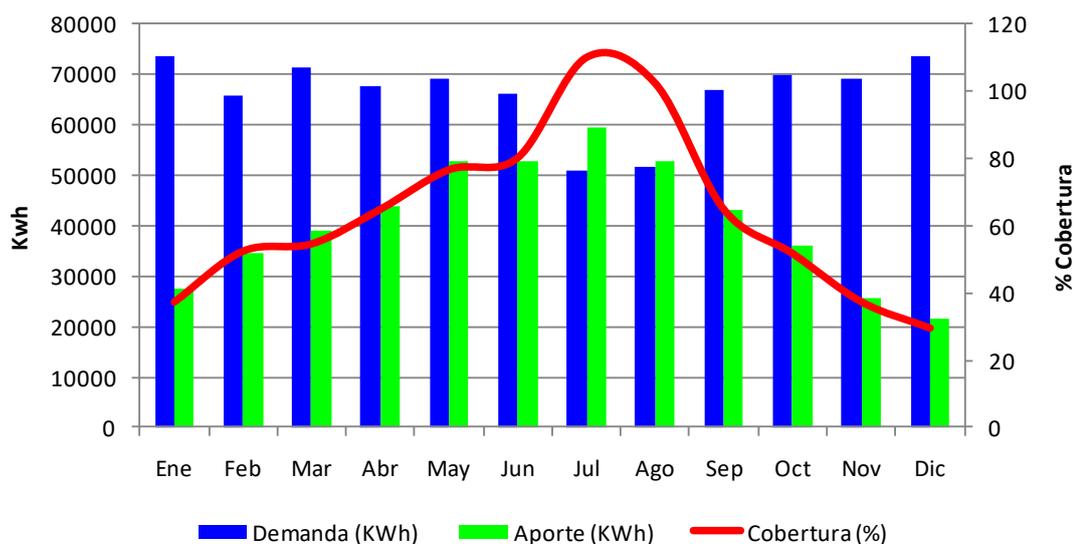
	Demanda de Energía total (kWh)	Aporte solar ACS (kWh)	Fracción solar media ACS (%)	Aporte solar piscina (kWh)	Fracción solar media piscina (%)
Enero	81.273	3.139,3	41,8	27.354,4	37,1
Febrero	72.558	3.801,9	57,1	34.417,4	52,2
Marzo	78.452	4.149,3	58,6	38.836,5	54,4
Abril	74.102	4.449,5	67,7	43.714,6	64,7
Mayo	75.632	5.107,8	76,8	52.785,2	76,5
Junio	72.282	5.082,8	80,7	52.859,6	80,1
Julio	57.191	5.596,6	88,0	59.636,0	110,0
Agosto	58.118	5.159,4	79,3	52.765,7	102,3
Septiembre	73.192	4.346,8	67,5	43.133,0	64,6
Octubre	76.572	3.691,9	54,3	35.938,7	51,5
Noviembre	75.921	2.772,2	40,4	25.631,4	37,1
Diciembre	81.273	2.489,1	33,1	21.602,5	29,3
Total	87.656.700	49.787	61,3	488.675	61,4

APORTE SOLAR A.C.S.



i

APORTE SOLAR PISCINA



A la vista de los resultados obtenidos, se comprueba que en los meses de más frío como Diciembre o Enero, la cobertura es menor, y muy inferior al 60%, mientras que en los meses de mayor calor, Julio y Agosto, la cobertura es superior al 100%. Por lo que en los meses más fríos será necesario un aporte casi continuo de la caldera de biomasa mientras que en los más cálidos su uso será inexistente.

2.1.3. Cálculo de pérdidas por la disposición geométrica de los colectores

La disposición de los captadores en el campo de captación puede originar pérdidas que reducen el rendimiento de la instalación. Hay tres posibles tipos de pérdidas debidas a la colocación de los captadores, las

pérdidas debidas a la orientación según la desviación respecto al Sur geográfico, las pérdidas debidas a la inclinación desviando la recepción ortogonal de la radiación solar y las pérdidas derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras.

Las condiciones relativas a las pérdidas se regulan en la tabla 2.4 de la sección HE4, del documento básico del Código Técnico de la Edificación. Así el CTE, dice que la orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla que se expone a continuación:

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

La inclinación de diseño del campo de captadores es de $\beta = 15^\circ$ y el azimut de los colectores es de $\alpha=0^\circ$ respecto al sur. La instalación está ubicada en una latitud de $37,63^\circ$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \beta_{\text{opt}})^2] \quad \text{Para } \beta \leq 15^\circ$$

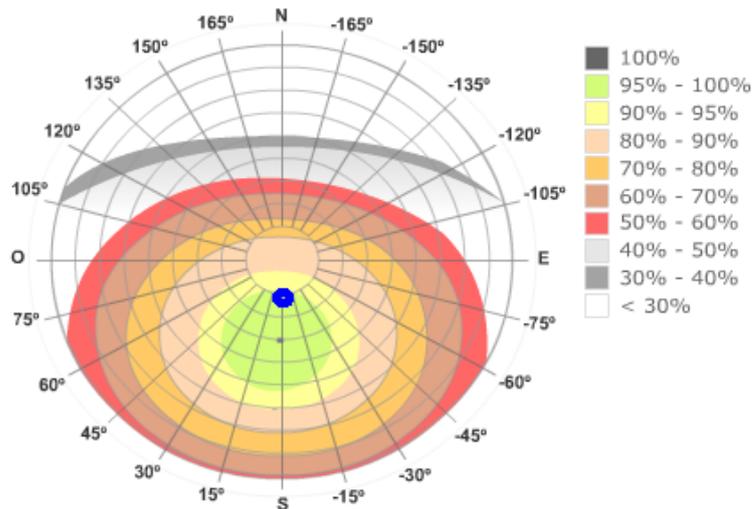
$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (15 - 37,63)^2] = 6,14 \%$$

Teniendo en cuenta la inclinación, la orientación del campo de captadores y la latitud de la instalación, las pérdidas debidas a la orientación e inclinación del campo son 6,14%

Respecto a las pérdidas por sombras, no hay ningún objeto que proyecte sombras sobre los captadores. Por lo tanto las pérdidas por sombras en la instalación son 0.

La instalación está integrada arquitectónicamente, por lo que la instalación cumple con lo establecido en el CTE:

	Pérdidas orientación e inclinación	Pérdidas sombras	Total
Instalación	6,14%	0%	6,14%
Límite de pérdidas	40%	20%	50%



2.1.4. Sistema de acumulación

La acumulación del ACS se lleva a cabo, mediante la instalación de un sistema de acumulación central común a todo el edificio con un volumen de acumulación total de 2.500 litros de capacidad, compuesto por:

- Un acumulador modelo VIH 2000 de Vaillant, con un volumen de acumulación de 2.000 litros, presión máxima del depósito de 8 bar y temperatura máxima del depósito 90°C. El Agua contenida en este acumulador será calentada por los paneles solares a través de un intercambiador. Posteriormente el agua ya calentada pasará al siguiente acumulador.
- Un acumulador modelo Clorhydro 500 de Thermor, con un volumen de acumulación de 500 litros, presión máxima del depósito de 8 bares y temperatura máxima del depósito de 95°C. Este acumulador estará alimentado por agua calentada por la caldera de apoyo de biomasa, a través de un intercambiador, si el agua procedente del primer acumulador no está a la temperatura adecuada.

El Código Técnico de la Edificación, en su documento básico HE, exigencia básica HE4, contribución solar mínima de agua caliente sanitaria establece que para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tenga un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

Siendo:

- A La suma de las áreas de los captadores (m²)
- V El volumen del depósito de acumulación solar (litros)

$$A \quad V \quad V/A$$

(m ²)	(litros)	(litros/m ²)
47	2.500	53,19

Para abastecer el consumo de ACS se supone que se necesitan 20 captadores, ocupando un área de 47 m².

El volumen de acumulación supone una relación de 53,19 litros por metro cuadrado de captadores, cumpliéndose así el CTE.

El acumulador lleva válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos no intencionados al exterior del depósito en caso de daños del sistema, y sus conexiones permiten la desconexión individual de los mismos, sin interrumpir el funcionamiento de la instalación, disponiendo de válvulas de corte.

El acumulador estará certificado de acuerdo con la Directiva Europea 97/23/CEE de equipos de presión e incorporará una placa de características, con la información del fabricante, identificación del equipo a presión, volumen, presiones y pérdida de carga del mismo.

Para la prevención de la legionelosis se debe elevar la temperatura del agua acumulada por encima de 60°C. Por ello se realizará un conexionado puntual entre la caldera de biomasa (sistema auxiliar) y el acumulador solar, de forma que se pueda calentar este último con el sistema auxiliar hasta alcanzar la temperatura de 60°C. Se instalará un termómetro en lugar fácilmente visible para la comprobación de esta temperatura.

Para el calentamiento del vaso de piscina no será necesaria la instalación de acumulador, ya que se calentará el vaso directamente a través del intercambiador de placas.

2.1.5. Sistema de intercambio

La instalación diseñada cuenta con intercambiadores independientes de los acumuladores por lo que la potencia mínima de éstos se ha determinado para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día. Según el CTE la potencia mínima de diseño del intercambiador se calcula en función del área de los captadores y cumplirá la condición:

$$P > 500 \times A$$

Donde:

- P es la potencia mínima del intercambiador (W)
- A es el área de los colectores (m²)

Potencia intercambiador SOLAR PISCINA:

$$P > 500 \times 326,65 = 163,32\text{Kw}$$

Potencia intercambiador SOLAR ACS:

$$P > 500 \times 47,00 = 23,50 \text{ kW}$$

A continuación se presenta una tabla resumen de los datos con los que trabajarán los intercambiadores, cumpliéndose así la normativa:

Intercambiador		Tª entrada (°C)	Tª salida (°C)	Potencia de intercambio (kW)	Nº de placas
Solar ACS	Primario	60	50	30	15
	Secundario	15	29		
Solar Piscina	Primario	60	50	200	15
	Secundario	15	45		

Intercambiador		Caudal (m³/h)	Pérdidas de carga m.c.a.	Modelo intercambiador
Solar ACS	Primario	2,80	2,07	Cipriani – S020+
	Secundario	0,90	4,84	
Solar Piscina	Primario	18,60	0,17	Cipriani – S070+
	Secundario	12,30	1,71	

La instalación solar del edificio proyectado cuenta con dos intercambiadores de calor, uno para el ACS y otro para la climatización de la piscina.

Los intercambiadores de calor instalados son de placas y juntas, contruidos de acero Inox AISI 316L. La presión máxima de los intercambiadores es de 10 bar.

A su vez, la instalación de apoyo contará con otros dos intercambiadores distribuidos de la misma forma.

Intercambiador		Tª entrada (°C)	Tª salida (°C)	Potencia de intercambio (kW)	Nº de placas
Caldera ACS	Primario	85	65	30	7
	Secundario	15	29		
Caldera Piscina	Primario	85	65	200	41
	Secundario	15	29		

Intercambiador		Caudal (m ³ /h)	Pérdidas de carga m.c.a.	Modelo intercambiador
Caldera ACS	Primario	1,30	3,45	Cipriani S-020+
	Secundario	1,80	1,82	
Caldera Piscina	Primario	8,80	4,87	Cipriani S-020+
	Secundario	12,30	2,53	

En cada una de las tuberías de entrada y salida del agua del intercambiador de calor se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente. A la salida también se instalará una sonda de inmersión.

A la entrada de agua caliente al intercambiador, procedente de los captadores, se le instalará una válvula monitorizada de tres vías.

2.1.6. Circuito hidráulico

Para hacer la interconexión entre todos los sistemas que se han descrito, se debe prever el trazado correspondiente de tuberías entre los mismos así como todos los elementos auxiliares de una instalación hidráulica, como bombas de circulación, vaso de expansión, purgadores, válvulas y/o accesorio.

La configuración del sistema elegido es una instalación en la que el sistema de captación y acumulación de agua calentada mediante aporte solar y la preparación del ACS es centralizado mediante apoyo con una caldera de biomasa.

Se encuentran, por lo tanto, los siguientes circuitos:

- Circuito primario solar ACS y piscina: Entre el campo de captadores y el intercambiador de ACS o piscina.
- Circuito secundario solar ACS: entre el intercambiador y el depósito de acumulación solar.
- Circuito secundario solar piscina: Entre el intercambiador y la piscina.
- Circuito primario caldera ACS: Entre la caldera de apoyo de biomasa y el intercambiador.
- Circuito secundario caldera ACS: Entre el depósito de acumulación ACS y el intercambiador.

- Circuito de distribución: entre el depósito de acumulación de ACS y los puntos de consumo.
- Circuito primario caldera piscina: Entre la caldera de apoyo de biomasa y el intercambiador.
- Circuito secundario caldera piscina: entre el intercambiador de placas y la piscina.

El sistema de transferencia de calor es indirecto. Esto quiere decir que el fluido que circula por los captadores solares no es el agua destinada al consumo. La instalación incorpora dos intercambiadores que separan ambos fluidos.

El independizar el circuito primario y secundario permite utilizar como fluido de trabajo en el primario agua con anticongelante que actúa como sistema de protección frente a heladas en la instalación. Otra ventaja de este tipo de instalación es que se evita el contacto directo del ACS de consumo con los captadores, con lo que se eliminan las incrustaciones calcáreas en los mismos y disminuye el riesgo de corrosión en el circuito primario.

2.1.7. Fluido caloportador

Al separar el circuito de tuberías en circuito primario y secundario, las condiciones de cada uno de ellos serán diferentes.

En el circuito primario circulará un fluido caloportador con una determinada porción de anticongelante. En esta instalación se utilizará fluido solar Vaillant (Propilenglicol en agua con inhibidores de corrosión. Este producto fue desarrollado especialmente como caloportador para su uso en instalaciones de energía solar expuestas a elevadas cargas térmicas.

Datos del fluido solar:

- Punto de congelación: -28°C
- Densidad: $1,032 - 1,035 \text{ g/cm}^3$
- Concentración de Propilenglicol: 42 – 45% según DIN 51777

En cambio, por la instalación del circuito secundario circulará agua potable para alimentar los consumos de ACS y el circuito de la piscina con agua no potable.

2.1.8. Dimensionado de la red de tuberías

El material empleado para las conducciones será el cobre, ampliamente utilizado en instalaciones de todo tipo, y el más aconsejable para instalaciones de energía solar, por ser técnicamente idóneo y económicamente competitivo.

Para determinar las dimensiones que tendrán las tuberías del circuito hidráulico cabe tener en cuenta diferentes variables, entre ellas la velocidad, el caudal y las pérdidas de carga.

La velocidad de un determinado fluido a través de una tubería conocido el caudal y el diámetro interior de la tubería se determina mediante la siguiente expresión:

$$v = 0,354 \cdot \frac{Q}{D^2}$$

Donde:

Q: caudal del fluido a través de la tubería (l/h).

D: diámetro interior de la tubería (mm).

V= velocidad del fluido a través de la tubería (m/s).

La velocidad de circulación de fluido estará comprendida entre 0,5 y 2 m/s para tuberías que discurran por locales habitados y hasta 3 m/s cuando éstas discurran por exteriores o locales no habitados.

Para determinar las pérdidas de carga se ha optado por el empleo de la fórmula simplificada de la ecuación de Flamant, válida para tuberías de paredes lisas de cobre y por el que circula agua caliente sin aditivos:

$$Pdc_{unitaria} = 378 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Donde:

Pdc_{unitaria}= Pérdidas de carga unitarias (mm.c.a).

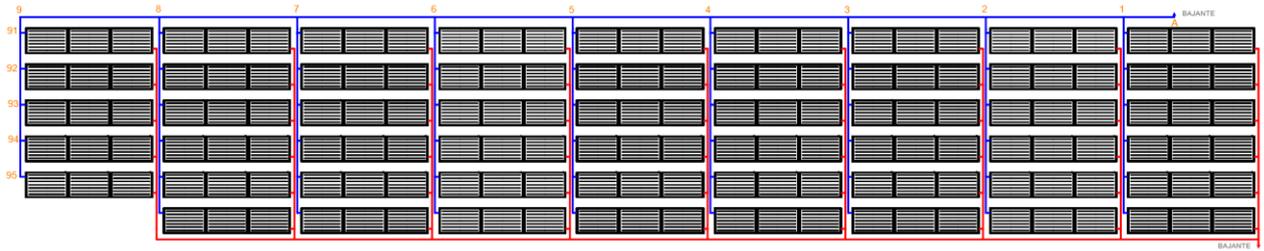
Q= Caudal a través de la tubería (l/h).

D= Diámetro interior de la tubería (mm).

La pérdida de carga estará comprendida entre 10 mm.c.a/m y 40 mm.c.a/m, en caso de circular un fluido mezcla de glicol, la pérdida obtenida por metro lineal se multiplica por un factor de 1,3.

2.1.8.1. Dimensionamiento del circuito primario solar

El circuito primario comprenderá todos los elementos que se encuentran desde los captadores situados en la cubierta del pabellón hasta el intercambiador situado en la sala de calderas. Estará compuesto por dos líneas de tubería (ida y retorno del fluido caloportador). El circuito se ha diseñado siguiendo un esquema ramificado que permite minimizar el trazado de tuberías y las pérdidas que ello conlleva y asegura el mismo caudal por cada una de las agrupaciones de colectores prevista. Para ello, la conexión será de retorno invertido, de forma que el recorrido que el fluido recorra en toda la instalación siempre sea la misma. Los 159 captadores se dividirán en 53 baterías de 3 captadores conectados en paralelo. A continuación presentamos el conexionado serie-paralelo de la instalación.



Las pérdidas térmicas globales del conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporten.

Las pérdidas de carga estarán comprendidas entre 10 mm.c.a y 40 mm.c.a.

El caudal del fluido portador se determinará de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. En su defecto su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m² de red de captadores. En la instalación se dispone de un área de captadores de 373,65 m². Por lo tanto el caudal estará comprendido entre 4,48 l/s y 7,47 l/s, es decir, entre 16.141,7 l/h y 26.902,8 l/h. El caudal del circuito primario será de 18.600 l/h (5,16 l/s).

Las Tuberías para todos los circuitos presentes en la instalación serán de cobre y estarán comprendidas entre los diámetros siguientes:

- Tubería de cobre UNE-EN 1173 de 15 mm
- Tubería de cobre UNE-EN 1173 de 18 mm
- Tubería de cobre UNE-EN 1173 de 22 mm
- Tubería de cobre UNE-EN 1173 de 28 mm
- Tubería de cobre UNE-EN 1173 de 35 mm
- Tubería de cobre UNE-EN 1173 de 42 mm
- Tubería de cobre UNE-EN 1173 de 54 mm
- Tubería de cobre UNE-EN 1173 de 64 mm

A continuación describimos las tuberías del circuito primario solar de piscina y solar ACS:

CIRCUITO PRIMARIO SOLAR ACS-PISCINA

TRAMO		CAUDAL		LONGITUD	SINGULARIDADES	L.EQUIVALENTE	L.TOTAL	VELOCIDAD	DIAMETRO INT.	DIAMETRO EXT.	PDCunit.	
INICIO	FIN	(l/h)	(l/s)	(m)		(m)	(m)	(m/s)	(mm)	(mm)	(m.c.a./m)	(m.c.a.)
0	A	18.600	5,17	40	2 VALV. ESFERA, 1 VALV. RETENC, 4 CODOS 90º	11,6	51,6	1,62	63,7	66,7	0,039	2,023
A	1	18.600	5,17	4	TE Y REDUCCION	2,5	6,5	1,62	63,7	66,7	0,039	0,255
1	2	16.494	4,58	13,13	TE	0,8	13,93	1,57	61	64	0,039	0,544
2	3	14.389	4,00	13,13	TE	0,8	13,93	1,37	61	64	0,031	0,428
3	4	12.283	3,41	13,13	TE Y REDUCCION	2,1	15,23	1,17	61	54	0,023	0,355
4	5	10.177	2,83	13,13	TE	0,6	13,73	1,39	51	54	0,039	0,539
5	6	8.072	2,24	13,13	TE	0,6	13,73	1,10	51	54	0,026	0,359
6	7	5.966	1,66	13,13	TE Y REDUCCION	1,9	15,03	0,81	51	54	0,015	0,232
7	8	3.860	1,07	13,13	TE Y REDUCCION	1,5	14,63	0,85	40	42	0,023	0,334
8	9	1.755	0,49	13,13	TE Y REDUCCION	1,3	14,43	0,57	33	35	0,014	0,207
1	11	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
2	21	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
3	31	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
4	41	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
5	51	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
6	61	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
7	71	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
8	81	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
9	91	1.755	0,49	2,92	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	4,62	0,57	33	35	0,014	0,066
(1-8)1	(1-8)2	1.755	0,49	27,17	TE Y REDUCCION	1,3	28,47	0,57	33	35	0,014	0,408
(1-8)2	(1-8)3	1.404	0,39	27,17	TE	0,3	27,47	0,74	26	28	0,030	0,826
(1-8)3	(1-8)4	1.053	0,29	27,17	TE	0,3	27,47	0,55	26	28	0,018	0,499
(1-8)4	(1-8)5	702	0,20	27,17	TE Y REDUCCION	0,7	27,87	0,62	20	22	0,031	0,867
(1-8)5	(1-8)6	351	0,10	27,17	VALVULA ESFERA	0,5	27,67	0,49	16	18	0,027	0,738
91	92	1.404	0,39	3,4	TE	0,3	3,7	0,74	26	28	0,030	0,111
92	93	1.053	0,29	3,4	TE Y REDUCCION	1	4,4	0,55	26	28	0,018	0,080
93	94	702	0,20	3,4	TE Y REDUCCION	0,7	4,1	0,62	20	22	0,031	0,127
94	95	351	0,10	3,4	VALVULA ESFERA	0,5	3,9	0,50	16	18	0,027	0,104
												5,764

De los que el recorrido más desfavorable se realiza por los tramos: A-1-2-3-4-5-6-7-8-9-91-92-93-94-95, resultando una pérdida de carga total de: 5.764 mca.

2.1.8.2. Dimensionamiento del circuito secundario SOLAR-ACS

A continuación describimos las tuberías del circuito secundario solar ACS:

CIRCUITO SECUNDARIO SOLAR ACS

TRAMO		CAUDAL		LONGITUD	VELOCIDAD	SINGULARIDADES	LEQUIV.	L.TOTAL	DIAMETRO INT	DIAMETRO EXT	PDCunit.	
INICIO	FIN	(l/h)	(l/s)	(m)	(m/s)		(m)	(m)	(mm)	(mm)	(m.c.a./m)	(m.c.a.)
0	1	900	0,25	5	0,80	2 VALV.ESFERA, 1 VALV.RETENCION	3,2	8,2	20	22	0,037	0,118

2.1.8.3. Dimensionamiento del circuito secundario SOLAR - PISCINA

A continuación describimos las tuberías del circuito secundario solar PISCINA:

CIRCUITO SECUNDARIO SOLAR PISCINA

TRAMO		CAUDAL		LONGITUD	VELOCIDAD	SINGULARIDADES	LEQUIV.	L.TOTAL	DIAMETRO INT	DIAMETRO EXT	PDCunit.	
INICIO	FIN	(l/h)	(l/s)	(m)	(m/s)		(m)	(m)	(mm)	(mm)	(m.c.a./m)	(m.c.a.)
0	1	12.300	3,42	35	1,17	4 CODOS 90º, 2 VALV.ESFERA, 1 VALV.RETENCION	10,2	45,2	61	64	0,018	0,183

2.1.8.4. Dimensionamiento del circuito primario de CALDERA -PISCINA

A continuación describimos las tuberías del circuito primario caldera PISCINA:

CIRCUITO PRIMARIO CALDERA PISCINA

TRAMO		CAUDAL		LONGITUD	VELOCIDAD	SINGULARIDADES	LEQUIV.	L.TOTAL	DIAMETRO INT.	DIAMETRO EXT	PDCunit.	
INICIO	FIN	(l/h)	(l/s)	(m)	(m/s)		(m)	(m)	(mm)	(mm)	(m.c.a./m)	(m.c.a.)
0	1	8.800	2,44	5	1,20	2.VALV. ESFERA 1,VALV. RETENCION	3,4	8,4	51	54	0,023	0,080

2.1.8.5. Dimensionamiento del circuito primario de CALDERA –ACS

A continuación describimos las tuberías del circuito primario caldera ACS:

CIRCUITO PRIMARIO CALDERA ACS

TRAMO		CAUDAL		LONGITUD	VELOCIDAD	SINGULARIDADES	LEQUIV.	L.TOTAL	DIAMETRO INT	DIAMETRO EXT	PDCunit.	
INICIO	FIN	(l/h)	(l/s)	(m)	(m/s)		(m)	(m)	(mm)	(mm)	(m.c.a./m)	(m.c.a.)
0	1	1.300	0,36	5	0,68	2.VALV. ESFERA 1,VALV. RETENCION	1,4	6,4	26	28	0,020	0,028

2.1.8.6. Dimensionamiento del circuito secundario de CALDERA-PISCINA

A continuación describimos las tuberías del circuito secundario caldera PISCINA:

CIRCUITO SECUNDARIO CALDERA PISCINA

TRAMO		CAUDAL		LONGITUD	VELOCIDAD	SINGULARIDADES	LEQUIV.	L.TOTAL	DIAMETRO INT	DIAMETRO EXT	PDCunit.	
INICIO	FIN	(l/h)	(l/s)	(m)	(m/s)		(m)	(m)	(mm)	(mm)	(m.c.a./m)	(m.c.a.)
0	1	12.300	3,42	30	1,17	4 CODOS 90°, 2.VALV. ESFERA 1,VALV. RETENCION	10,2	40,2	61	64	0,018	0,183

2.1.8.7. Dimensionamiento del circuito secundario de CALDERA-ACS

A continuación describimos las tuberías del circuito secundario caldera ACS:

CIRCUITO SECUNDARIO CALDERA ACS

TRAMO		CAUDAL		LONGITUD	VELOCIDAD	SINGULARIDADES	LEQUIV.	L.TOTAL	DIAMETRO INT	DIAMETRO EXT	PDCunit.	
INICIO	FIN	(l/h)	(l/s)	(m)	(m/s)		(m)	(m)	(mm)	(mm)	(m.c.a./m)	(m.c.a.)
0	1	1.800	0,50	5	0,94	2.VALV. ESFERA 1,VALV. RETENCION	1,7	6,7	26	28	0,036	0,061

2.1.9. Dimensionamiento del vaso de expansión

La instalación completa del edificio proyectado contiene 3 circuitos hidráulicos cerrados, los cuales tienen un vaso de expansión cada uno. Serán de tipo cerrado y consistirán en un depósito conectado a la tubería que alberga en su interior una membrana elastómera formando una cámara de aire. Al aumentar la presión el agua comprimirá este aire y aumentara el volumen en el vaso aliviando así el exceso de volumen en el circuito.

2.1.9.1. Vaso de circuito solar

En primer lugar será necesario calcular el volumen del fluido caloportador. Para ello se necesita saber el volumen que albergarán los captadores solares, el intercambiador y la red de conductos.

El volumen de los captadores solares viene reflejado en la documentación técnica que aporta el fabricante que para el modelo VFK 145 de Vaillant es de 2,16 l.

Componente	Contenido (l)
Intercambiador de calor solar del acumulador combinado auroSTOR VPS SC 700	17,5
Intercambiador de calor solar del acumulador combinado auroSTOR VPS SC 1000	19,2
Estación solar	0,9
auroTHERM exclusiv VTK 570	0,8
auroTHERM VFK 145 H/V	2,16/1,85
auroTHERM VFK 150 H/V	2,16/1,85

Teniendo un total de 159 captadores.

$$159 \text{ captadores} * \frac{2,16 \text{ l}}{\text{captador}} = 343,44 \text{ l}$$

También será necesario conocer el volumen acumulado en el intercambiador:

$$\text{Vol. Intercambiador SOLAR} - \text{PISCINA} = 1,19 \times 2 = 2,38 \text{ l}$$

$$\text{Vol. Intercambiador SOLAR} - \text{ACS} = 0,6 \times 2 = 1,20 \text{ l}$$

$$\text{Vol. Intercambiadores} = 2,38 \text{ l} + 1,2 \text{ l} = 3,58 \text{ l}$$

Por último, el volumen acumulado en la red de conductos:

TRAMO		LONGITUD	DIAMETRO INT.	Vol.tubería
INICIO	FIN	(m)	(mm)	(l)
0	A	40	63,7	127,476
A	1	4	63,7	12,748
1	2	13,13	61	38,372
2	3	13,13	61	38,372
3	4	13,13	61	38,372
4	5	13,13	51	26,822
5	6	13,13	51	26,822
6	7	13,13	51	26,822
7	8	13,13	40	16,500
8	9	13,13	33	11,230
1	11	1,19	33	1,018
2	21	1,19	33	1,018
3	31	1,19	33	1,018
4	41	1,19	33	1,018
5	51	1,19	33	1,018
6	61	1,19	33	1,018
7	71	1,19	33	1,018
8	81	1,19	33	1,018
9	91	2,92	33	2,497
(1-8)1	(1-8)2	27,17	33	23,239
(1-8)2	(1-8)3	27,17	26	14,425
(1-8)3	(1-8)4	27,17	26	14,425
(1-8)4	(1-8)5	27,17	20	8,536
(1-8)5	(1-8)6	27,17	16	5,463
91	92	3,4	26	1,805
92	93	3,4	26	1,805
93	94	3,4	20	1,068
94	95	3,4	16	0,684
				445,627

Vol. tuberías: 445,627 l

Por lo tanto el volumen acumulado en el circuito primario será:

$$\begin{aligned} & Vol. captadores + Vol. intercambiadores + Vol. tuberías \\ & = 343,44 + 3,58 + 445,627 \\ & Vol. Total = 792,647 l \end{aligned}$$

Una vez calculado el volumen de líquido en las tuberías, ya es posible calcular el volumen que tendrá el vaso de expansión.

Por lo tanto, el tamaño del vaso de expansión cerrado se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$V_{vaso} = V \cdot \varepsilon \cdot \frac{P_f}{P_f - P_i}$$

Donde:

Vvaso: volumen del vaso de expansión [litros].

V: cantidad de fluido caloportador en el circuito primario [litros].

ε : incremento del volumen del fluido caloportador desde 40 °C hasta la temperatura máxima alcanzable por los captadores [adimensional]

Pf: presión absoluta final del vaso de expansión [kg/cm²]

Pi: presión absoluta inicial del vaso de expansión [kg/cm²]

$$V_{vaso} = 792,647 \cdot \varepsilon \cdot \frac{P_f}{P_f - P_i}$$

En la presente instalación se utiliza agua con un porcentaje de glicol pero no se dispone del valor ε en la información del fabricante. Por lo tanto se aplicará como valor admitido 0.08.

Como valor de Pf se toma la presión correspondiente al tarado de la válvula de seguridad 6 kg/cm², que es la máxima a la que la instalación puede funcionar. Para obtener la presión absoluta, el valor de tarado de la válvula de seguridad debe incrementarse en 1 kg/cm²:

$$P_f = 7 \text{ kg/cm}^2$$

Normalmente, la presión inicial de llenado del circuito será como mínimo de 0.5 kg/cm² al nivel de los captadores solares (Pi = 1.5 kg/cm² de presión absoluta). A este valor deberá añadirse la presión correspondiente a la altura de la columna de agua situada sobre el vaso.

La diferencia de cota existente entre el punto más alto de la instalación y la posición del vaso es de 21 m, la presión estática a añadir será de 2,1 kg/cm² de presión relativa (3,1 kg/cm² de presión absoluta). En este caso, el valor de pi será de 3,6 kg/cm² de presión

absoluta. En el presente estudio, dado que el vaso de expansión y la bomba de circulación se encuentran situados en la sala técnica, la presión absoluta P_i es de:

$$V_{\text{vaso}} = 792,647 \cdot 0,08 \cdot \frac{7}{7 - 3,6} = 130,55 \text{ l}$$

En vista al resultado obtenido se selecciona un vaso de expansión de la marca SEDICAL modelo S200 , con capacidad para 200 l, teniendo así un margen de seguridad.

2.1.9.2. Vaso de circuito caldera

Siendo el fluido caloportador agua y conocidos datos fundamentales como el coeficiente de dilatación, el volumen de la instalación y el incremento de temperaturas en el circuito, se calcula el volumen del vaso atendiendo a la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \text{coef. Dilatación} \cdot V_{\text{instalación}} \cdot \Delta T$$

Donde:

$$\text{Coef. Dilatación} = 0,00021 \text{ 1/K.}$$

$$T^{\circ} \text{ Baja} = 8^{\circ}$$

$$T^{\circ} \text{ Alta} = 85^{\circ}$$

$$P_i = 1 \text{ bar}$$

$$P_f = 5 \text{ bar}$$

$$\text{Volumen instalación: } 106,80 \text{ l.}$$

$$\Delta V = 0,00021 \cdot 106,80 \cdot 350 = 7,84 \text{ l}$$

Una vez calculado el incremento de volumen en la instalación, se procede a calcular el volumen del vaso de expansión mediante la siguiente fórmula:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = P_2 \cdot (V_1 - \Delta V)$$

$$1 \cdot V_1 = 5 \cdot (V_1 - 7,84)$$

$$V_1 = 5V_1 - 39,24$$

$$V_1 = 39,24/4 = 9,81 \text{ l.}$$

El volumen del vaso de expansión será de mínimo 9,81 l.

Por lo tanto se seleccionará un vaso de expansión de la marca SEDICAL modelo NG25/6, con capacidad de 25 litros cumpliendo holgadamente.

2.1.9.3. Circuito ACS

Siendo el fluido caloportador agua y conocidos datos fundamentales como el coeficiente de dilatación, el volumen de la

instalación y el incremento de temperaturas en el circuito, se calcula el volumen del vaso atendiendo a la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \text{coef. Dilatación} \cdot V_{\text{instalación}} \cdot \Delta T$$

Donde:

$$\text{Coef. Dilatación} = 0,00021 \text{ 1/K.}$$

$$T^{\circ} \text{ Baja} = 8^{\circ}$$

$$T^{\circ} \text{ Alta} = 60^{\circ}$$

$$P_i = 4 \text{ bar}$$

$$P_f = 7 \text{ bar}$$

Volumen instalación: 250 l.

$$\Delta V = 0,00021 \cdot 250 \cdot 350 = 18,35 \text{ l}$$

Una vez calculado el incremento de volumen en la instalación, se procede a calcular el volumen del vaso de expansión mediante la siguiente fórmula:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = P_2 \cdot (V_1 - \Delta V)$$

$$4 \cdot V_1 = 7 \cdot (V_1 - 18,35)$$

$$4 \cdot V_1 = 7 \cdot V_1 - 128,625$$

$$3 \cdot V_1 = 128,625$$

$$V_1 = 42,875 \text{ l.}$$

El volumen del vaso de expansión será de mínimo 42,875 l.

El vaso de expansión seleccionado es el modelo NG50/6 de la marca SEDICAL, con capacidad para 50 l.

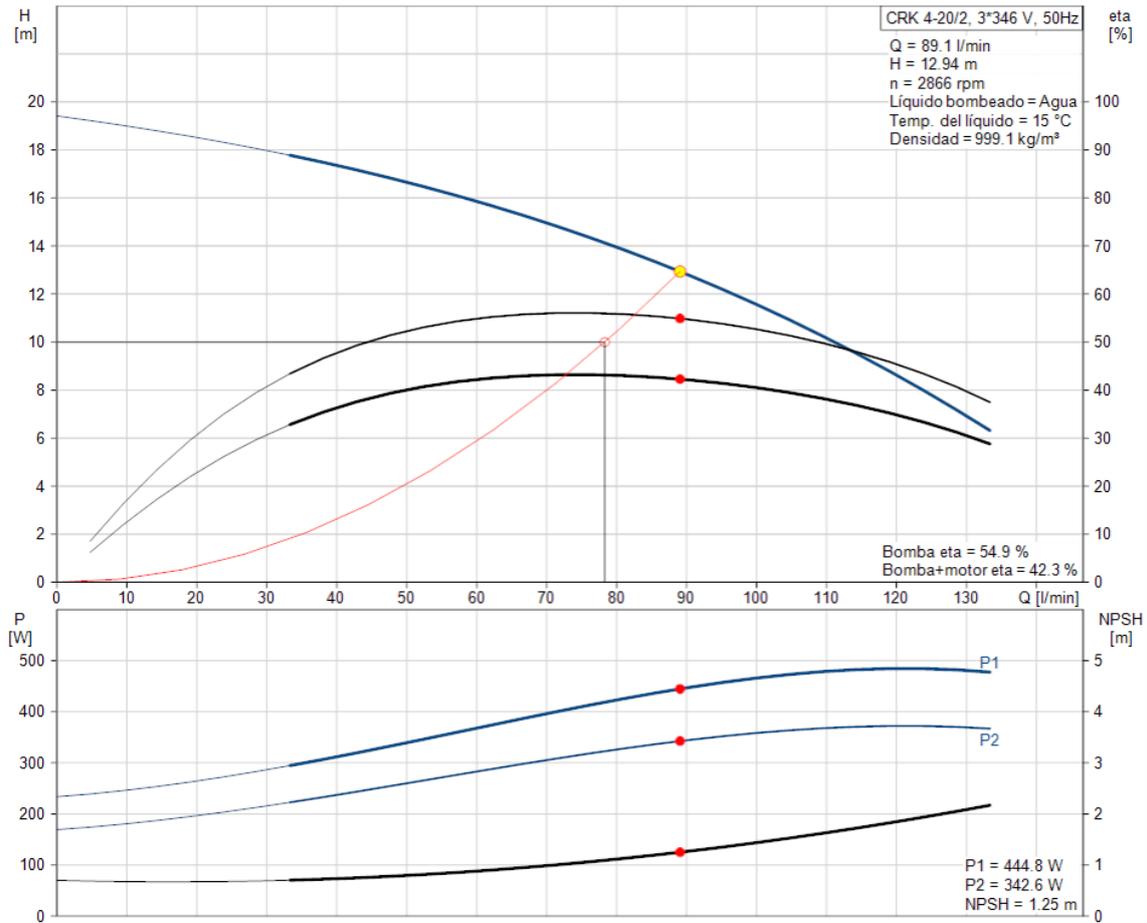
2.1.10. Cálculo de bombas de llenado

Tanto el circuito de Caldera como el circuito de la instalación solar térmica, necesitan tener una bomba de llenado para presurizar el circuito en caso de ser vaciado por motivos de reparación o mantenimiento.

Por lo tanto se dispondrá de un depósito de 800 litros desde el cual se realizará la aspiración por medio de una electrobomba centrífuga. Este depósito será llenado a su vez, por caída libre controlada por una boya. Y que como medida de seguridad para imposibilitar el retorno a la red, contará con un rebosadero 10 cm por debajo de la acometida de agua. Con ello, se cumplirá lo indicado en las normas básicas para instalaciones interiores de agua y en ITE 02.8.2.

Las bombas de llenado de circuito solar y caldera contarán con características similares.

Bomba	Circuito	Pdc(mca)	Q (l/h)
CRK-4/20-2	solar	10	4.700
CRK-4/20-2	caldera	10	4.700



2.1.11. Cálculo de bombas de recirculación

Las bombas de la instalación deben elegirse a partir de las condiciones nominales de trabajo, definidas por el caudal de circulación y la pérdida de carga total del circuito. Las pérdidas de carga del circuito se determinan fundamentalmente por:

- Las pérdidas de carga correspondientes al tramo más desfavorable de las tuberías.
- Las pérdidas de carga correspondientes a los elementos singulares de la instalación.
- La pérdida de carga producida por los intercambiadores.

- Las pérdidas de carga de los captadores solares.

$$H = P_{dcTuberías} + P_{dcIntercambiador} + P_{dcCaptadores}$$

Además de las pérdidas de carga lineales producidas por los tramos rectos de tuberías, deben calcularse las pérdidas de carga singulares, debidas a cambios de dirección, derivaciones o elementos hidráulicos existentes en la canalización. Una forma sencilla de estimar las pérdidas de carga singulares consiste en establecer una longitud equivalente de tubería recta que produce la misma pérdida de carga que el elemento en cuestión. En la siguiente tabla se muestran las equivalencias de las singularidades más frecuentes:

	18	22	28	35	42	54	64	66,7
Curva de 45º	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,0
Codo de 90º	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,7	2,0	2,1
Curva de 90º	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,6
Reducción	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,3	1,6	1,7
T	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8
Válvula retención	0,5	0,8	1,1	1,6	2,1	2,7	3,4	3,5
Válvula esfera	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5	0,7

Tabla A. Longitudes equivalentes (m) de las pérdidas de carga localizadas correspondientes a elementos singulares de las redes hidráulicas. (Diámetro exterior en mm).

Las pérdidas de carga producidas por los captadores e intercambiadores son datos que nos proporciona el fabricante.

Una vez conocidos estos dos valores, Q y H, se podrá seleccionar una bomba cuya curva característica debe estar por encima del punto de funcionamiento de diseño.

2.1.11.1.1. Bomba circuito primario solar piscina

Caudal 18.600 l/h

H: Pérdida de carga de la instalación por el tramo más desfavorable

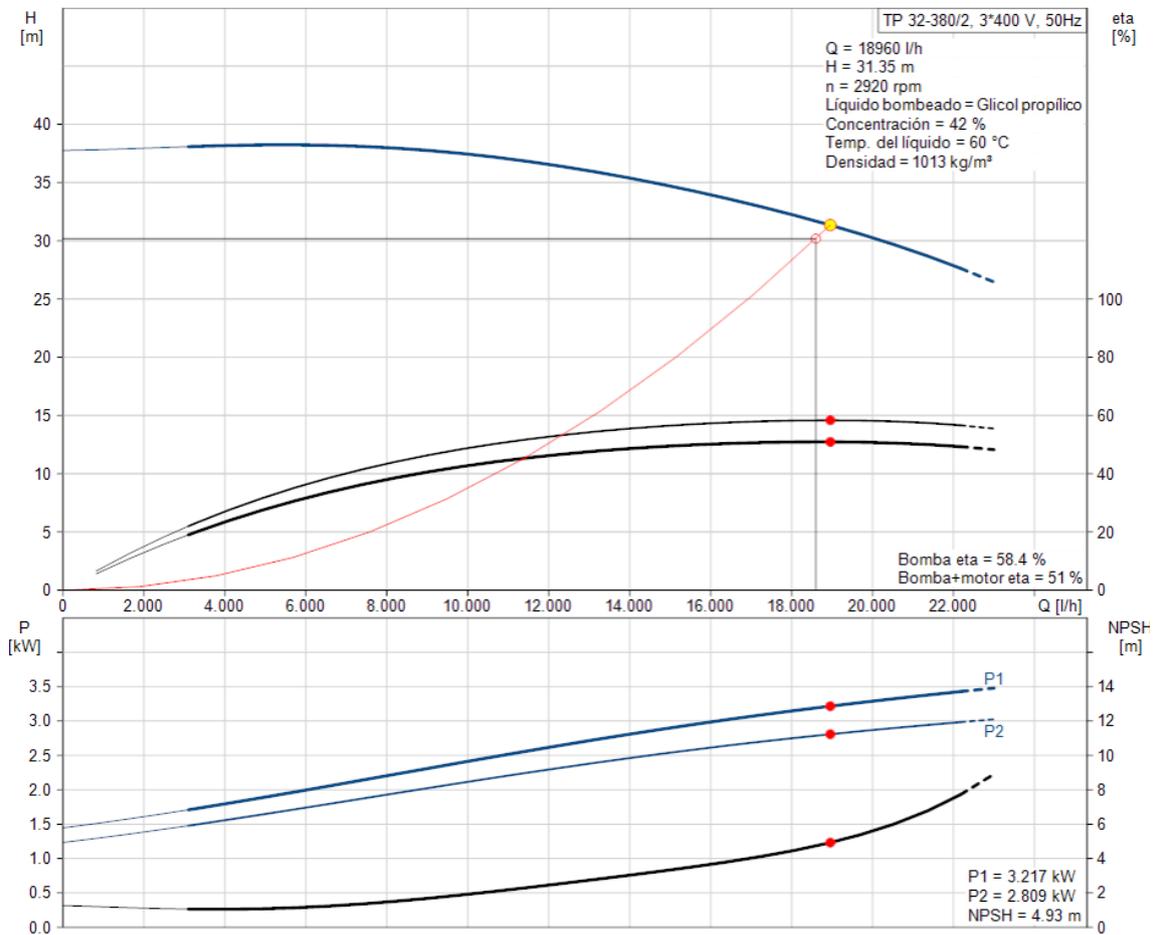
$$H = P_{dcTuberías} + P_{dcIntercambiador} + P_{dcCaptadores} + Z$$

- $P_{dcTuberías} = 5,764 \text{ m.c.a.}$
- $P_{dcIntercambiador} = 2,44 \text{ m.c.a.}$
- $P_{dcCaptadores} = 1 \text{ m.c.a.}$
- $Z = 21 \text{ m}$

$$H = P_{dcTuberías} + P_{dcIntercambiador} + P_{dcCaptadores} + Z$$

$$H = 5,764 + 2,44 + 1 + 21 = 30,204 \text{ m.c.a.}$$

La bomba seleccionada es de la marca Grundfos el modelo TP serie 1000 32-380/2 de 2 polos con cierre tipo BAQE (Tª de 0°C A 140°C), presión nominal de 16 bares y potencia 3 kW.

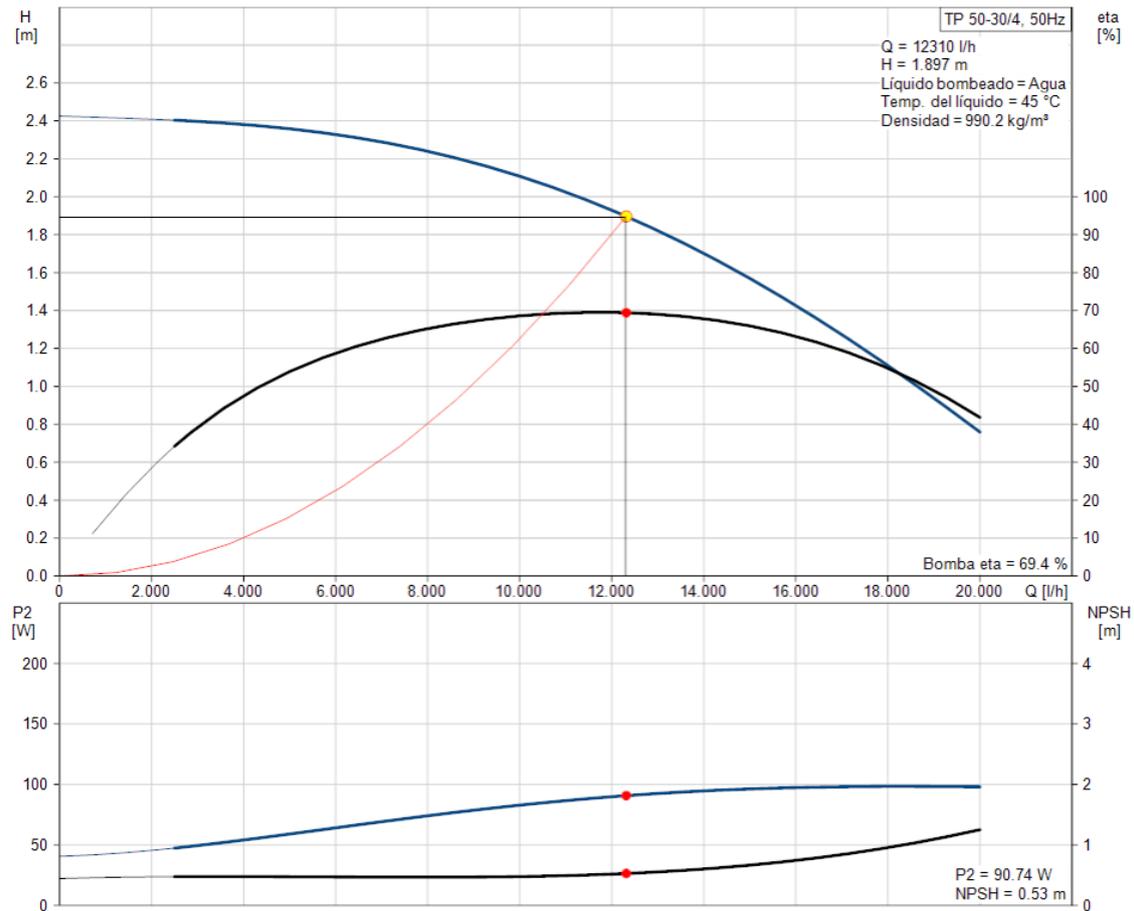


Curva característica de la bomba

2.1.11.1.2. Bomba circuito secundario solar-piscina

- Caudal 12.300 l/h
- H: Pérdida de carga total = 1,893m.c.a.

La bomba seleccionada es de la marca Grundfos el modelo TP 50-30-4. Es una bomba centrífuga diseñada para sistemas de agua caliente sanitaria. La presión máxima de trabajo son 10 bar, la temperatura del líquido admisible es de 0°C a 110°C y la potencia son 180 W.

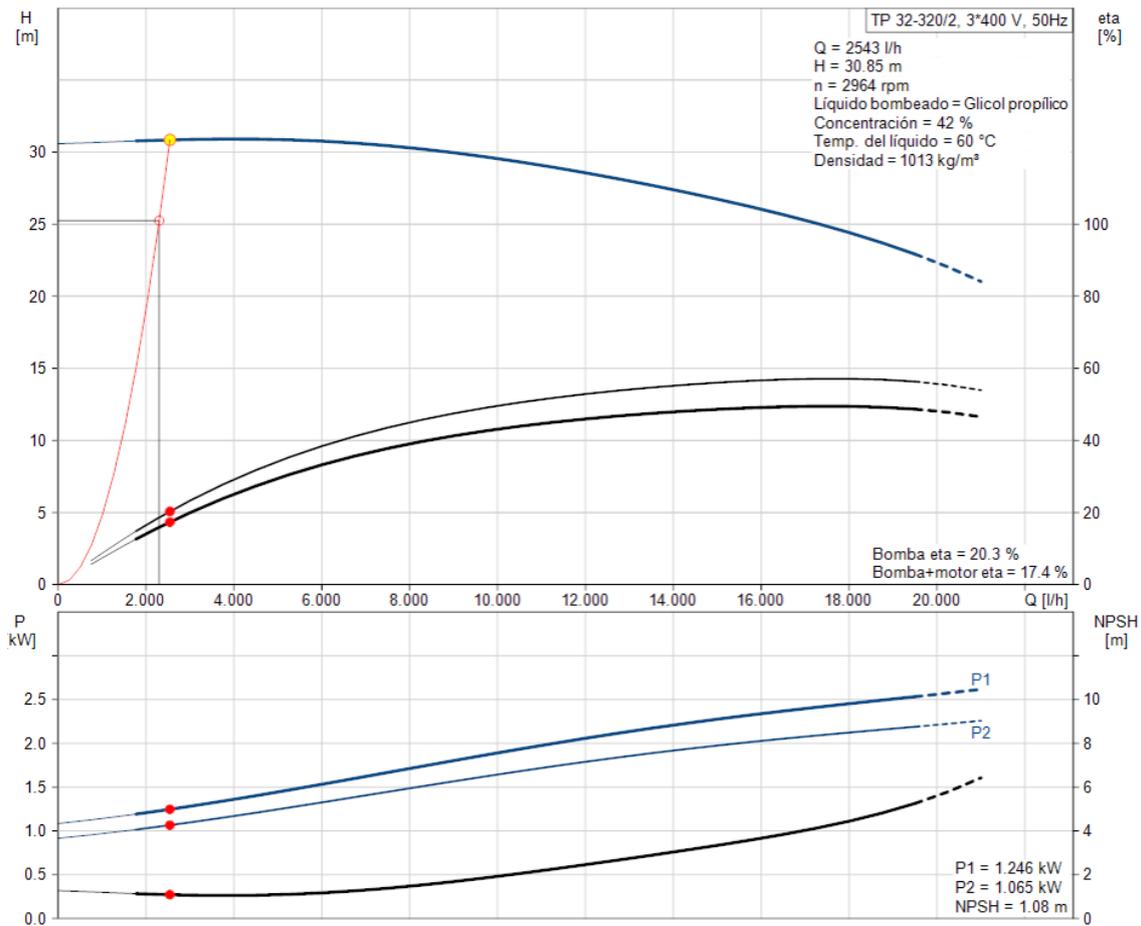


Curva característica de la bomba

2.1.11.1.3. Bomba circuito primario solar ACS

- Caudal 2.300 l/h
- H: Pérdida de carga total = 25,25m.c.a.

La bomba seleccionada es de la marca Grundfos el modelo TP32-320-2. Es una bomba centrífuga diseñada para sistemas de agua caliente sanitaria. La presión máxima de trabajo son 16 bar, la temperatura del líquido admisible es de 0°C a 110°C y la potencia son 2,2 W.

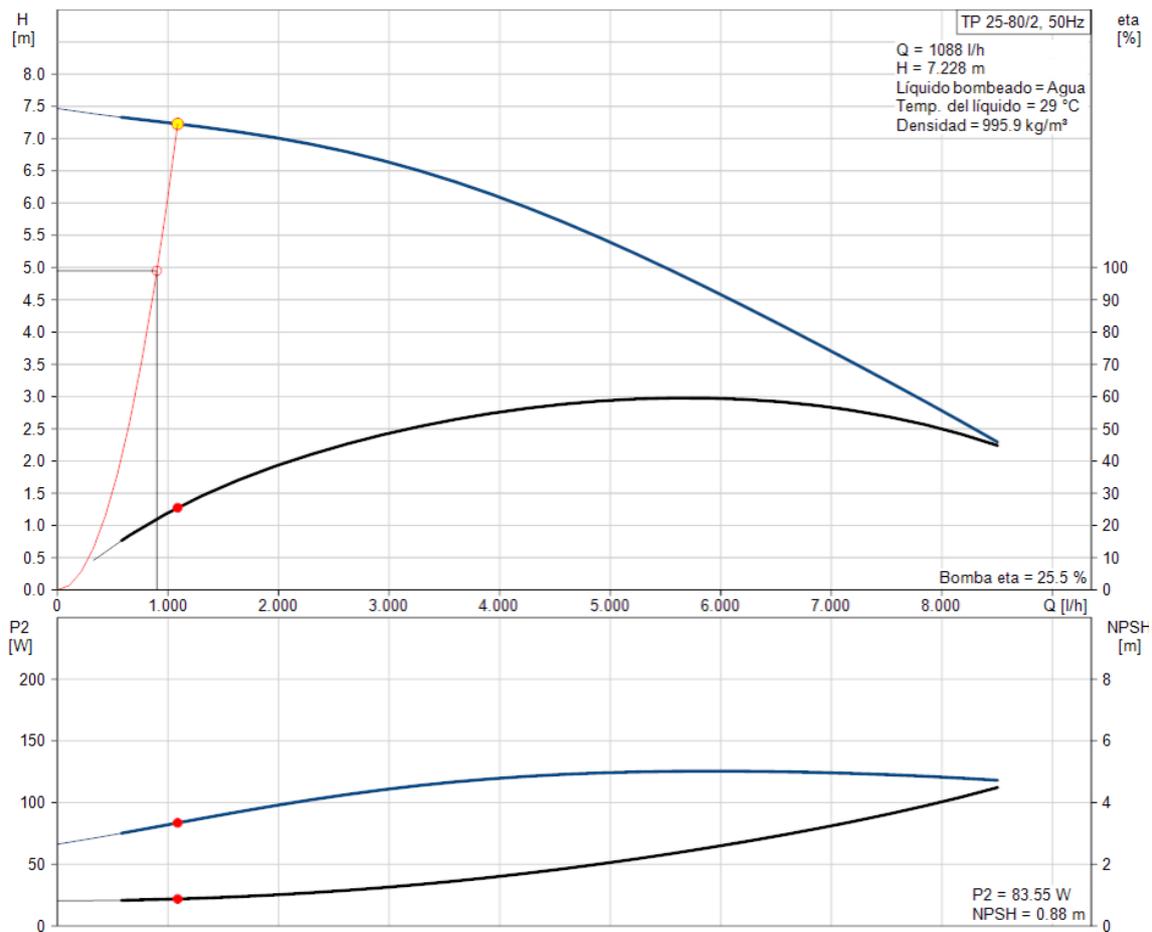


Curva característica de la bomba

2.1.11.1.4. Bomba circuito secundario solar ACS

- Caudal 900 l/h
- H: Pérdida de carga total = 4,95m.c.a.

La bomba seleccionada es de la marca Grundfos el modelo TP 25-80-2. Es una bomba centrífuga diseñada para sistemas de agua caliente sanitaria. La presión máxima de trabajo son 10 bar, la temperatura del líquido admisible es de 0°C a 110°C y la potencia son 180 W.

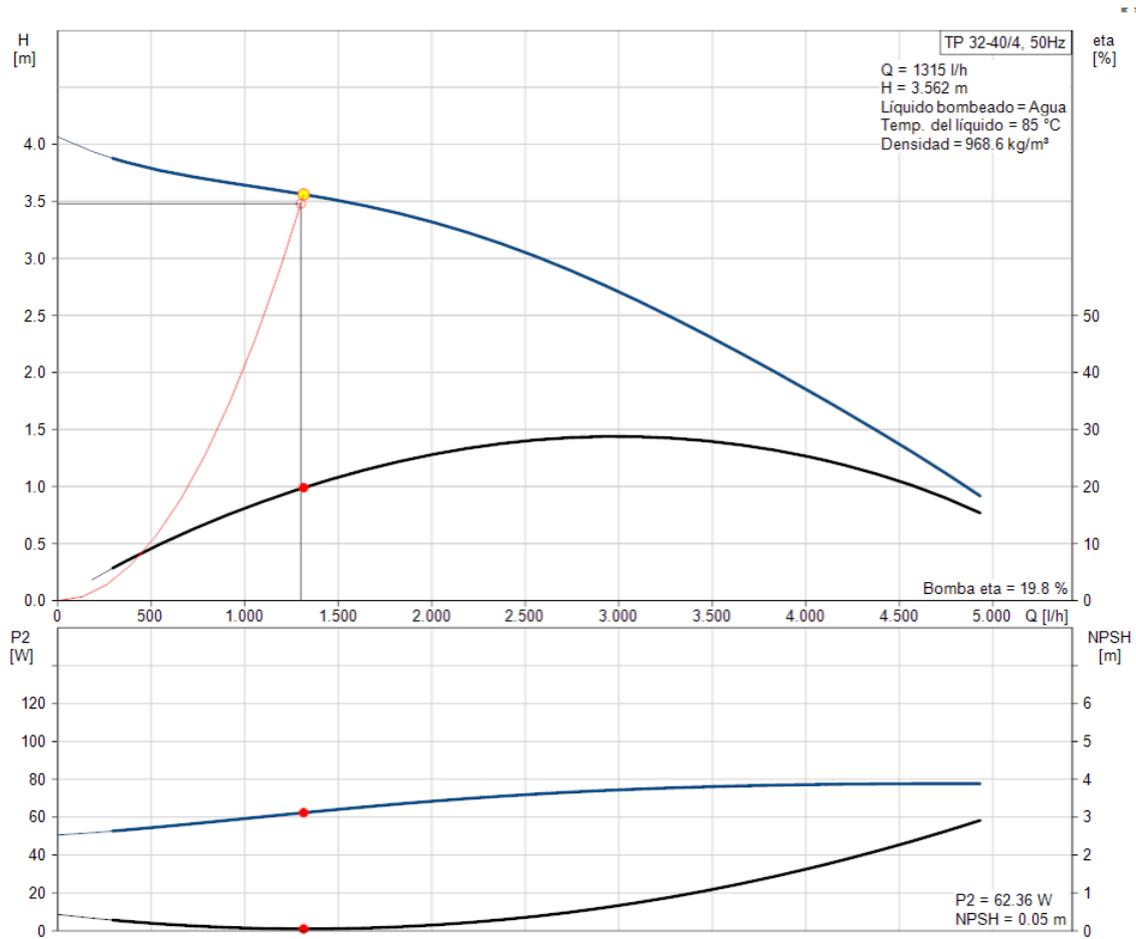


Curva característica de la bomba

2.1.11.1.5. Bomba circuito primario caldera ACS

- Caudal 1,30 m³/h
- H: Pérdida de carga total = 3,48m.c.a.

La bomba seleccionada es de la marca Grundfos el modelo TP serie 25 50-2 de dos polos con cierre tipo BUBE (T° de 0°C a 140°C). Es una bomba centrífuga diseñada para sistemas de agua caliente sanitaria. La presión máxima de trabajo son 10 bar y la potencia son 250 W.

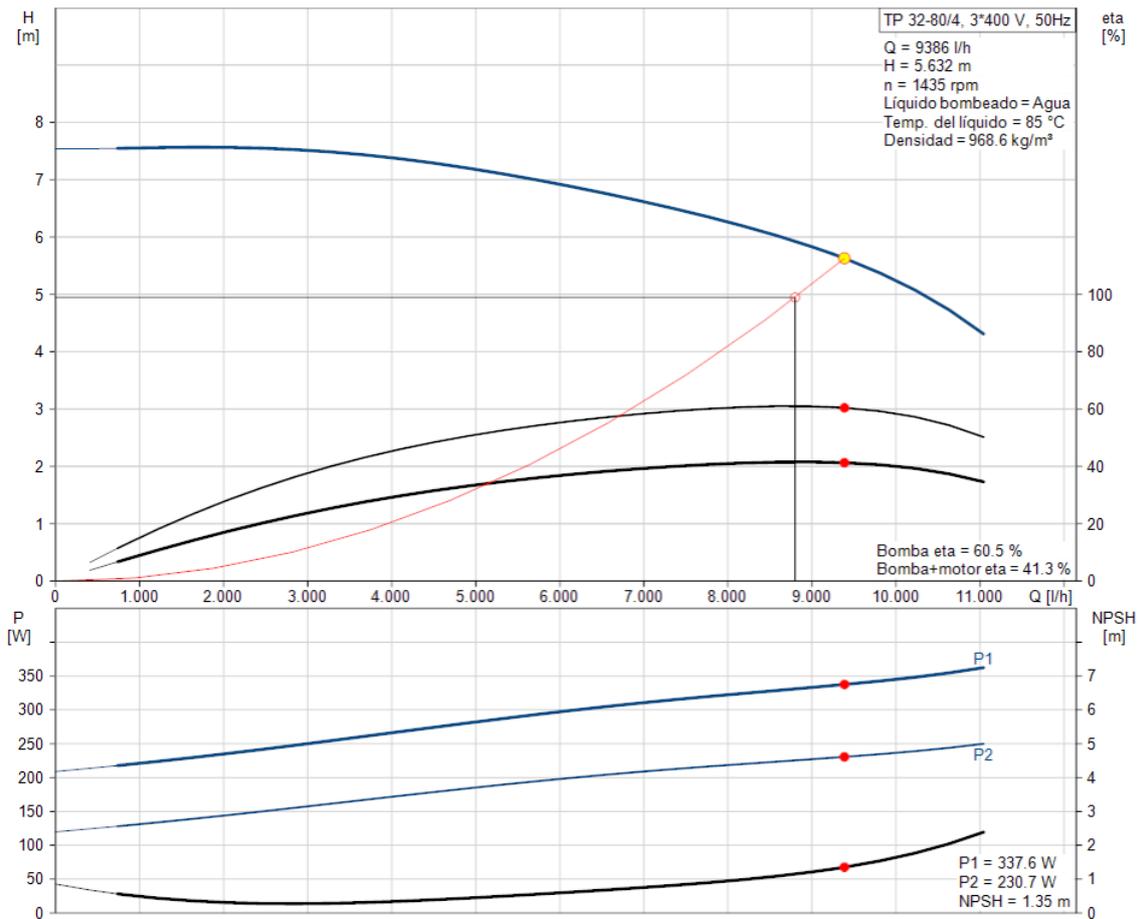


Curva característica de la bomba.

2.1.11.1.6. Bomba circuito primario caldera piscina

- Caudal 8,80 m³/h
- H: Pérdida de carga total = 4,95m.c.a.

La bomba seleccionada es de la marca Grundfos el modelo TP 32-80-4 de cuatro polos con cierre tipo BAQE (T° de 0°C a 140°C). Es una bomba centrífuga diseñada para sistemas de agua caliente sanitaria. La presión máxima de trabajo son 16 bar y la potencia son 250 W.

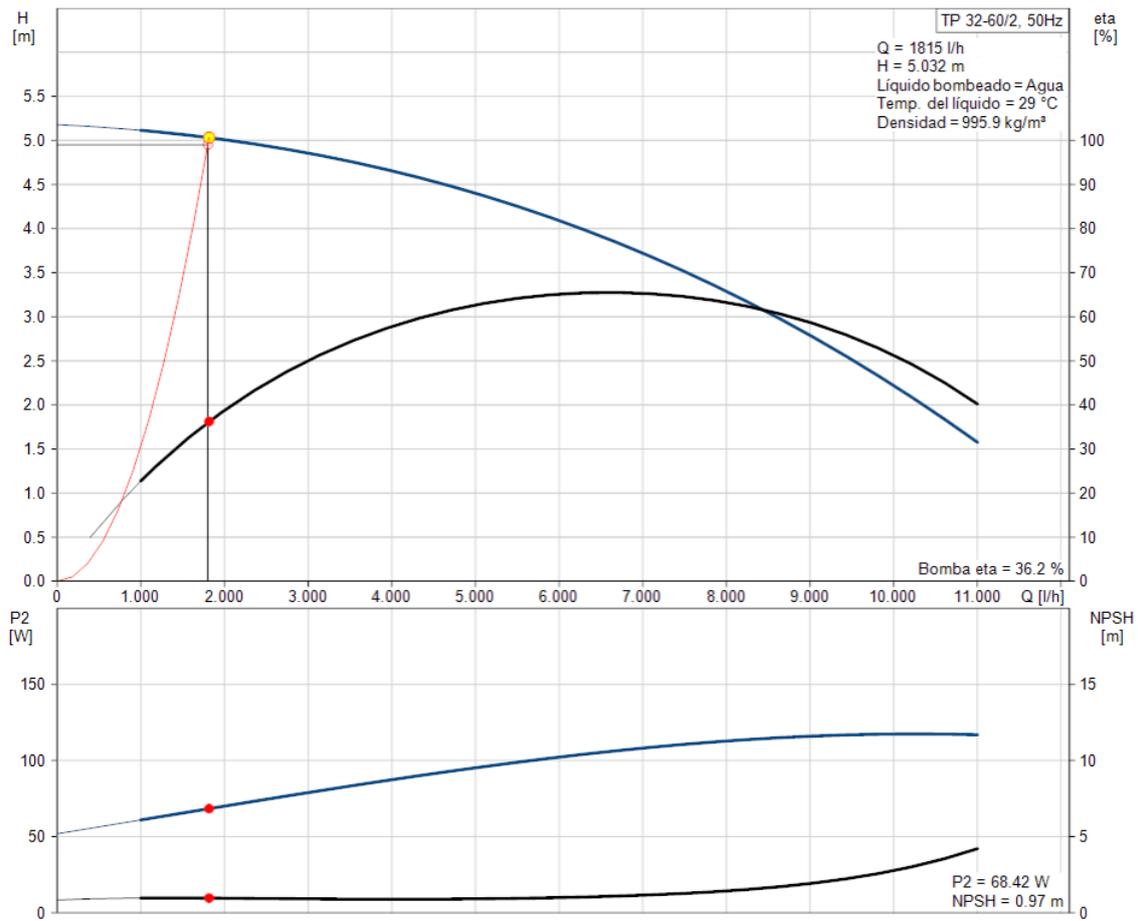


Curva característica de la bomba

2.1.11.1.7. Bomba circuito secundario caldera ACS

- Caudal 1,80 m³/h
- H: Pérdida de carga total = 1,88m.c.a.

La bomba seleccionada es de la marca Grundfos el modelo TP 32-60-2 de dos polos con cierre tipo BQQE (T° de 0°C a 90°C). Es una bomba centrífuga diseñada para sistemas de agua caliente sanitaria. La presión máxima de trabajo son 10 bar y la potencia son 250 W.

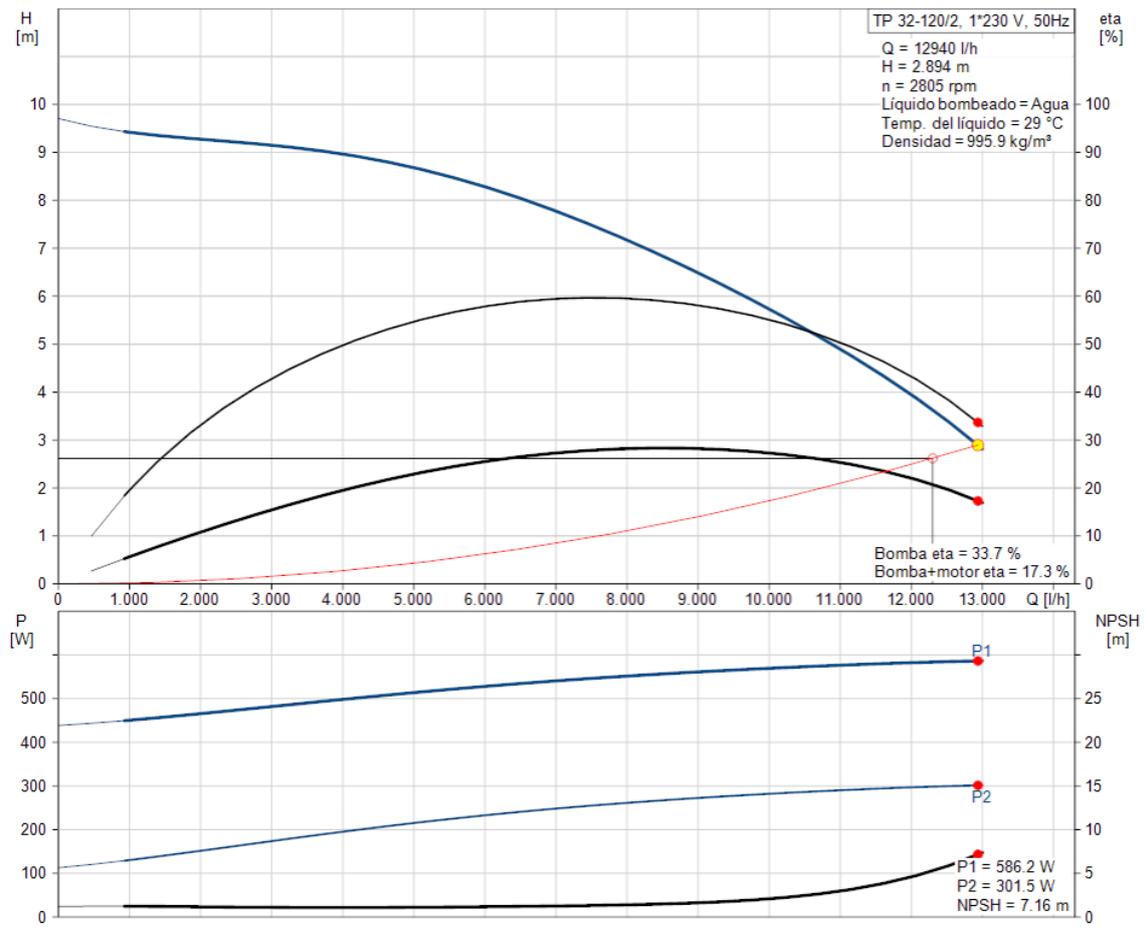


Curva característica de la bomba

2.1.11.1.8. Bomba circuito secundario caldera piscina

- Caudal 12,3 m³/h
- H: Pérdida de carga total = 2,62m.c.a.

La bomba seleccionada es de la marca Grundfos el modelo TP 32-120-2 de dos polos con cierre tipo BQQE (T° de 0°C a 90°C). Es una bomba centrífuga diseñada para sistemas de agua caliente sanitaria. La presión máxima de trabajo son 16 bar y la potencia son 370 W.



Curva característica de la bomba

2.1.12. Circuito de consumo

Respecto al circuito de consumo, en el proyecto no se estudian las instalaciones de fontanería donde se detalla este circuito.

En esta instalación existe un circuito de recirculación ya que el CTE nos exige que en las redes de ACS en las que la longitud de la tubería al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m se debe disponer de una red de retorno. Se trata de un ramal de conducción cuya función es hacer circular constantemente el ACS, desde, el punto de servicio más alejado, hasta el depósito de acumulación.

El motivo de esta recirculación es mantener el agua de la tubería de distribución caliente, de manera que al abrir un grifo se pueda obtener instantáneamente el agua a la temperatura adecuada, sin tener que esperar a que llegue desde el acumulador, con la pérdida de agua y de tiempo que supone.

2.1.13. Caldera de biomasa

Se instalará una caldera de biomasa que nos servirá de apoyo cuando la energía procedente de los paneles solares no sea la suficiente para calentar tanto el suministro de ACS como la piscina. Por lo tanto la caldera se

encargará que la temperatura del agua de la piscina se encuentre a 26°C y el depósito de acumulación esté a una temperatura de 60°C.

La instalación de la caldera contará con dos intercambiadores que realizarán el intercambio de energía térmica de la caldera a los circuitos de ACS y de la piscina.

En primer lugar, se obtiene la potencia necesaria de la caldera:

$$P = m \cdot C_p \cdot (T_{nec} - T_{red})$$

Donde:

P es la potencia necesaria de la caldera (kCal/h)

m es el caudal másico del agua a calentar (kg/h) con densidad del agua 1 kg/l

Cp es el calor específico del agua (1 kcal/kg°C)

Tnec la temperatura final del fluido

Tred la temperatura media de la red (12,25°C)

Para el consumo de ACS, como se ha explicado anteriormente según la norma NIDE 3 – PC la instalación tiene que abastecer al número total de usuarios previsto en un periodo punta de 15 minutos y con un tiempo de recuperación inferior o igual a 60 minutos para escolares y de 90 minutos para el resto. Siendo el depósito de acumulación de 500 litros tenemos que:

$$P = 500 \text{ Kg} \cdot 1 \frac{\text{kcal}^\circ\text{C}}{\text{h}} \cdot (60^\circ\text{C} - 12,5^\circ\text{C}) = 23.750 \text{ kcal/h}$$

$$P = 47.500 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{860 \text{ kcal}} = 27,61 \text{ kW}$$

Para el calentamiento del vaso de la piscina se tiene que:

Volumen de la piscina	2.500.000 litros
Temperatura del agua	26 °C
Temperatura del agua de red	12,25 °C
Renovación prevista de agua	2,5%
Tiempo de puesta en regimen	203,25 Horas
kW mantenimiento	65 kW
Potencia de la caldera	240 kW

La instalación del circuito secundario de Caldera piscina, se ha dimensionado para condiciones óptimas de funcionamiento para el caudal de 12.300 l/h. Es por lo que si la piscina tiene una capacidad de 2.500.000 de litros el tiempo de llenado total de la misma será de 203,25 horas, que a

su vez son aproximadamente 8,46 días. Solamente se tendrá que realizar el llenado total en el inicio del funcionamiento de la piscina.

Tomando la densidad del agua aproximadamente como 1 kg/m^3 y considerando el volumen total de la piscina, y teniendo en cuenta que, $m = v \cdot d$, tendremos que el caudal másico a calentar será de:

$$2.500 \text{ m}^3 = 2.500.000 \text{ l} = 2.500.000 \text{ kg}$$

Considerando que la temperatura del agua en el depósito es de $12,5^\circ\text{C}$, y que la expresión de cálculo de potencia calorífica es $q = m_f \cdot C_e \cdot \Delta T$, siendo m_f el caudal másico, y sabiendo que el calor específico del agua es $C_e = 1 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$:

$$q = 2.500.000 \cdot 1 \cdot (26 - 12,5) = 33.750.000 \text{ kcal/h}$$

Teniendo en cuenta que el tiempo de preparación y llenado a temperatura de 26° de la piscina será de 203,25 h

$$Q = 33.750.000 \text{ kcal/h} / 203,25 \text{ h} = 166.051 \text{ kcal}$$

$$P = 166.051 / 850 = 195 \text{ kW.}$$

Respecto al aporte diario de agua nueva a las piscinas, la reglamentación en vigor indica que éste ha de ser, al menos, del 2,5% de la capacidad total, lo que supondría aportar $62,5 \text{ m}^3$ al día. Aun así, se opta por aportar 65 m^3 , que se llevará al vaso de forma progresiva. Para el caudal de óptimo funcionamiento establecido de 12.300 l/h se estima que la recirculación se realizará en 5,23 horas aproximadamente.

Para el cálculo de la demanda energética, diseñaremos la caldera de apoyo como si no tuviéramos la instalación solar térmica, es decir, tendría que abastecer todo el suministro de energía. Esta demanda de energía ya se ha obtenido anteriormente:

DEMANDA ENERGÉTICA POR MESES (kWh)

	Demanda de energía (ACS)	Demanda de energía (Piscina)	Demanda de energía Total
Enero	7.517,9	73.754,6	81.272,5
Febrero	6.659,8	65.898,5	72.558,3

Marzo	7.084 ,2	71.36 8,0	78.45 2,2
Abril	6.675 ,9	67.52 6,2	74.10 2,0
Mayo	6.650 ,5	68.98 1,5	75.63 2,0
Junio	6.296 ,0	65.98 6,4	72.28 2,4
Julio	6.361 ,3	50.82 9,4	57.19 0,7
Agosto	6.505 ,9	51.61 2,5	58.11 8,4
Septiembre	6.436 ,0	66.75 6,3	73.19 2,3
Octubre	6.795 ,1	69.77 7,0	76.57 2,1
Noviembre	6.855 ,7	69.06 5,8	75.92 1,5
Diciembre	7.517 ,9	73.75 4,6	81.27 2,5
TOTAL	81.25 6,3	795.3 10,7	876.5 67,0

$$D_{TOTAL} = 876.567 \text{ kWh/año}$$

Siendo el rendimiento de la caldera de un 85%, el consumo energético será:

$$CE = \frac{D_{TOTAL}}{Rend. Caldera} = \frac{876.567}{0,85} = 1.031.255 \text{ kWh/año}$$

Una vez conocido el consumo energético de la instalación se ha de escoger el combustible a utilizar en la caldera. A continuación se muestra una comparativa de combustibles de biomasa:

	PCI (kWh/ kg)	PESO COMBUSTIBLE (kg)	DENSIDA D (kg/m3)	VOLUME N m3	PRECI O €/tn	COST E €/AÑ O
ASTILLA	3,5	294.644	280	1.052	98	28.875
PELLET	4,9	210.460	650	324	271	57.035
LEÑA	4,25	242.648	1.000	243	160	38.824
CASCARA ALMENDR A	4,4	234.376	470	499	86	20.156
HUESO ACEITUNA	4,7	219.416	680	323	72	15.798

Aunque tiene un elevado precio en comparación con otros combustibles de biomasa, el combustible de la instalación serán los pellets. Los pellets son un biocombustible estandarizado a nivel internacional. Se conforman como pequeños cilindros procedentes de la compactación de serrines y virutas molturadas y secas, provenientes de serrerías y otras industrias. Las ventajas de este biocombustibles son que tiene un elevado poder calorífico, posee bajo contenido en cenizas reduciendo así las necesidades de operación y mantenimiento y las calderas de pellets son de muy alta eficiencia, en torno al 90%. Es un producto muy utilizado y hay gran cantidad de empresas que lo fabrican, por lo que su suministro está garantizado.

Al año la instalación necesitará un consumo de 210 toneladas, ascendiendo a un coste de 57.034 € al año.

$$Q_{COMB} = \frac{CE}{PCI} = 210.460 \text{ kg}$$

$$Pellet = \frac{271€}{ton} \cdot 210 = 57.034 €$$

La caldera de biomasa será el modelo HPKI-K 240 de Gilles biomassheating. Esta caldera de alto rendimiento de astilla de madera y pellets incluye almacén de combustible inferior en acero resistente al calor, ventiladores, intercambiador, limpieza automática, encendido automático, retirada de cenizas centralizada, contenedor de cenizas de 2x240l y compresor.

HPKI-K		180	240	300	360
Potencia nominal	kW	180	240	300	360
Pres. funcionamiento	bar	5	5	5	5
Temp. máxima impulsión	°C	95	95	95	95
Temp. mín. retorno	°C	55	55	55	55
Superficie intercambio	m ²	13	13	18	18
Contenido agua	L	750	750	1.000	1.000
Peso caldera	kg	3.100	3.200	4.000	4.000
Temperatura gases	°C	130-200	130-200	130-200	130-200
Suministro eléctrico		400 V 50 Hz			
Código		PL061206	PL061207	PL061208	PL061209

La instalación también contará con un cuadro de control y monitorización de la caldera, código PL061494 que se encargará de:

- Regulación continua de la potencia entre el 30 y el 100%
- Optimización de la combustión
- Control con sensor O2 Lambda
- Regulación de la depresión y la cantidad de aire
- Control y regulación de todo el proceso, comenzando en el silo con el transporte del combustible hasta la caldera por medio de un alimentador valido
- Programación que cumple el certificado estándar universal de validez IEC 61131-3

Para alimentar la caldera desde el depósito de almacenamiento se utilizará un alimentador estándar y un alimentador ascendente en forma de tornillo sinfín, válidos para HPKI-K. El alimentador estándar será de 4,5 metros de longitud, código PL061507 y se encarga de transferir los pellets desde el depósito de almacenamiento al alimentador ascendente. El alimentador ascendente será de 1,5 metros, código PL061515 y se encarga transferir los pellets a la caldera, salvando el desnivel desde el depósito.

	Alim. estándar	Alim.ascendente
Longitud	Código	Código
Hasta 1.5 m	PL061507	PL061515
2.0 m	PL061502	PL061516
2.5 m	PL061503	PL061517
3.0 m	PL061504	PL061518
3.5 m	PL061505	PL061519
4.0 m	PL061506	PL061520
4.5 m	PL061507	PL061521
5.0 m	PL061508	PL061522
5.5 m	PL061509	PL061523
6.0 m	PL061510	PL061524
6.5 m	PL061511	PL061525
7.0 m	PL061512	PL061526
7.5 m	PL061513	PL061527
8.0 m	PL061514	PL061528
8.5 m	PL061680	PL061703
9.0 m	PL061681	PL061704
9.5 m	PL061682	PL061705
10.0 m	PL061683	PL061706

2.1.13.1. Depósito de almacenamiento

El volumen de pellets que consumirá la instalación rondará 323 m³ al año. Para calcular el volumen de la sala de almacenamiento calcularemos el volumen de combustible que se consume en el mes más desfavorable. Según el CTE, la instalación debe disponer de una capacidad mínima suficiente para cubrir el suministro de biomasa correspondiente a dos semanas de máximo consumo para la caldera.

$$Volumen = \frac{kg_{COMB}}{densidad} = \frac{210.460}{650} = 323 \frac{m^3}{año}$$

La demanda de energía del mes más desfavorable son 81.272 kWh, siendo el consumo energético 95.614 kWh. El consumo de combustible son de 19.513 kg, ocupando un volumen de 30 m³. El depósito de almacenamiento nos cubrirá la demanda de mínimo un mes de consumo.

La mayoría de los camiones de suministro de combustible pueden transportar cerca de 30 m³. Por lo tanto, el depósito de almacenamiento se dimensionará para así poder rellenarlo sin que éste tenga que estar totalmente vacío para recibir una carga completa del camión. El depósito será subterráneo, estará ubicado en una habitación contigua a la caldera y tendrá unas dimensiones de 4m de largo, 4m de ancho y una altura de 3m. El depósito tendrá el suelo inclinado de dos lados 35°, por lo que el volumen de almacenamiento será de 36,8 m³. Al ser el depósito con suelo inclinado de dos lados no necesitará agitador, sino que al estar inclinados los suelos el pellet almacenado entre ellos se desliza por gravedad hasta el tornillo sinfín que transporta el combustible a la caldera.

En la superficie tendrá una trampilla para llenar el depósito de 2m x 3m. El sistema de llenado del depósito es la descarga directa. Volquetes o camiones descargan el combustible a través de la trampilla situada en el suelo para llenar el depósito. Es un sistema simple y económico, aunque genera polvo y suciedad de los restos del combustible. La trampilla cuenta con una rejilla de acero que evita la posibilidad de caída de personas en el interior del depósito.

2.2. Cálculos sistema fotovoltaico

2.2.1. Datos de partida del proyecto

Toda solución integral para un sistema fotovoltaico requiere de una serie de hipótesis de cálculo para poderse llevar a cabo o en el lenguaje Fotovoltaico poderse dimensionar. A continuación se detallan los datos considerados par el dimensionado:

Situación geográfica	Playa Paraíso, Cartagena (Murcia)
Tipo de sistema	Conexión a Red, 400 V/50 HZ Baja Tensión
Requerimientos de potencia	30,1 kW

Información requerida

Instalación sobre cubierta

Tipo de modulo

Fotovoltaico monocristalino

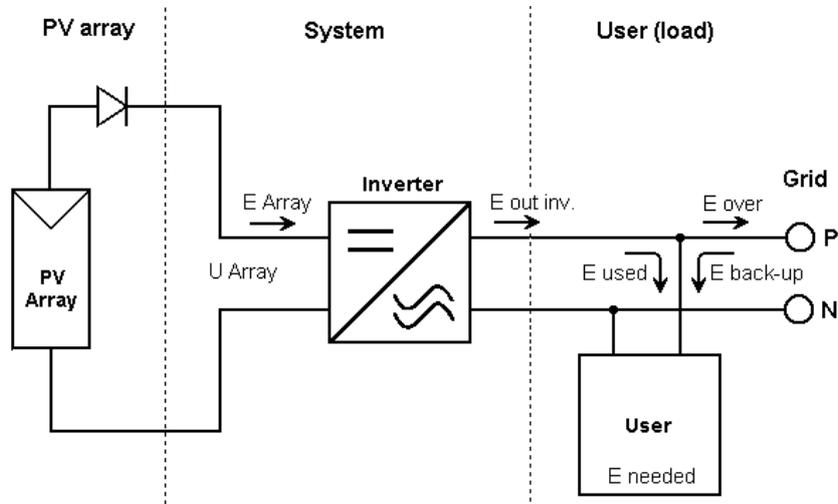
Calculo de la potencia requerida en la instalación:

POTENCIA INSTALADA EN ALUMBRADO			
LUMINARIA	Nº LUMINARIAS	POTENCIA LUMINARIA (W)	POTENCIA TOTAL (kW)
DOWNLIGHT	49	20	0,980
DICROICO	31	7	0,217
PANTALLA ESTANCA	52	57	2,964
PROYECTOR	42	150	6,300
FOCOS	18	12	0,216
		TOTAL	10,677 (kW)
POTENCIA INSTALADA EN MAQUINARIA DE A.C.S. Y PISCINA			
MAQUINARIA	UD	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA TOTAL (kW)
Bomba primario solar Piscina	1	3000	3
Bomba secundario solar Piscina	1	180	0,18
Bomba primario solar ACS	1	2200	2,2
Bomba secundario solar ACS	1	180	0,18
Bomba primario Caldera-Piscina	1	250	0,25
Bomba primario Caldera-ACS	1	250	0,25
Bomba secundario Caldera-ACS	1	250	0,25
Bomba secundario Caldera-Piscina	1	370	0,37
Bomba de llenado	2	750	1,5
Motor cinta alimentación Caldera	1	750	0,75
Maniobra caldera	1	250	0,25
Maniobra bombas	1	250	0,25
		TOTAL	9,430 (kW)
PREVISION DE POTENCIA INSTALADA EN OTROS USOS 10 kW			
POTENCIA TOTAL NOMINAL A CUBRIR CON SOLAR FOTOVOLTAICA			30,107 (kW)

Los equipos que se suministraran en la instalación serán los siguientes:

CANTIDAD	DESCRIPCION
98	Paneles Solares del FABRICANTE UPSOLAR, MODELO UP-M350M
1	Inversor MARCA EURENER MODELO NEOS 33
1	Cajas de conexión
1	Estructuras

Esquema simplificado del sistema:



2.2.2. Calculo del número de módulos fotovoltaicos

La instalación solar propuesta tendrá una potencia nominal total de 30,1kW y constará de 98 módulos fotovoltaicos y de un inversor de 33 kW

Numero de módulos:

Los módulos solares para esta instalación fotovoltaica son del FABRICANTE UPSOLAR, MODELO UP-M350M con 350W. Para definir el número de módulos necesarios dividimos la potencia de 30,1 kW por la potencia del módulo solar y obtendremos el número de módulos fotovoltaicos necesarios.

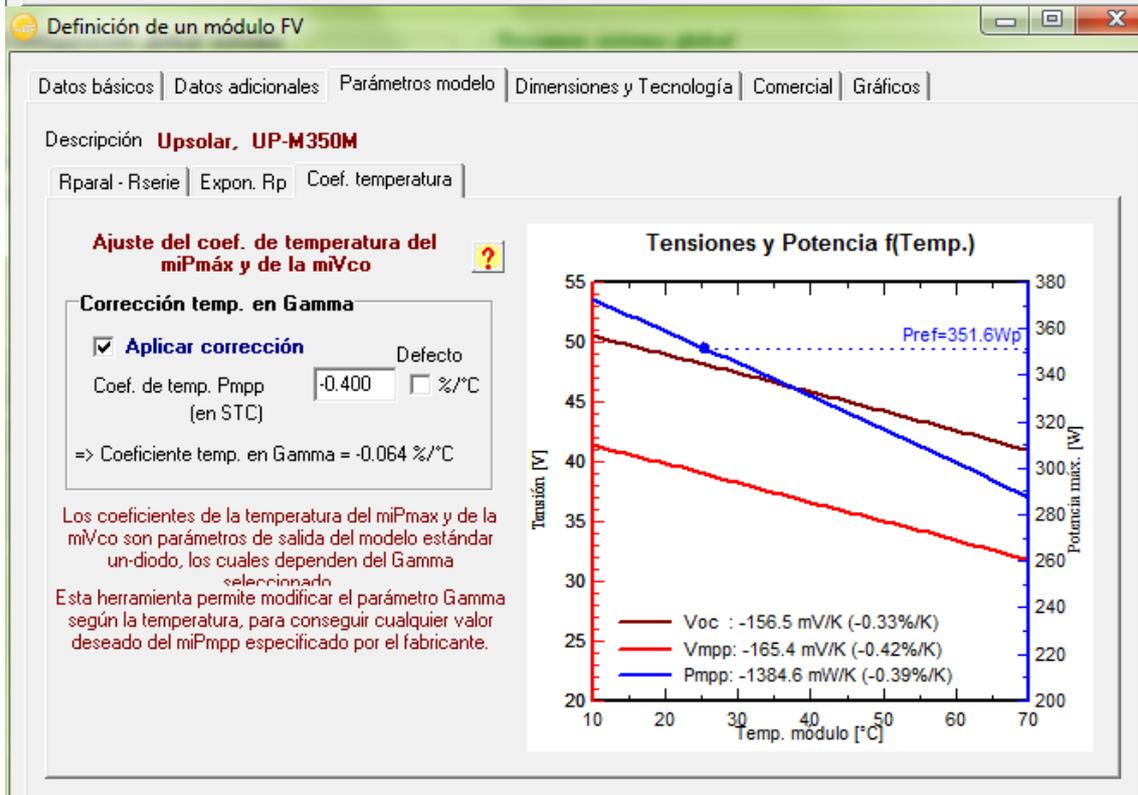
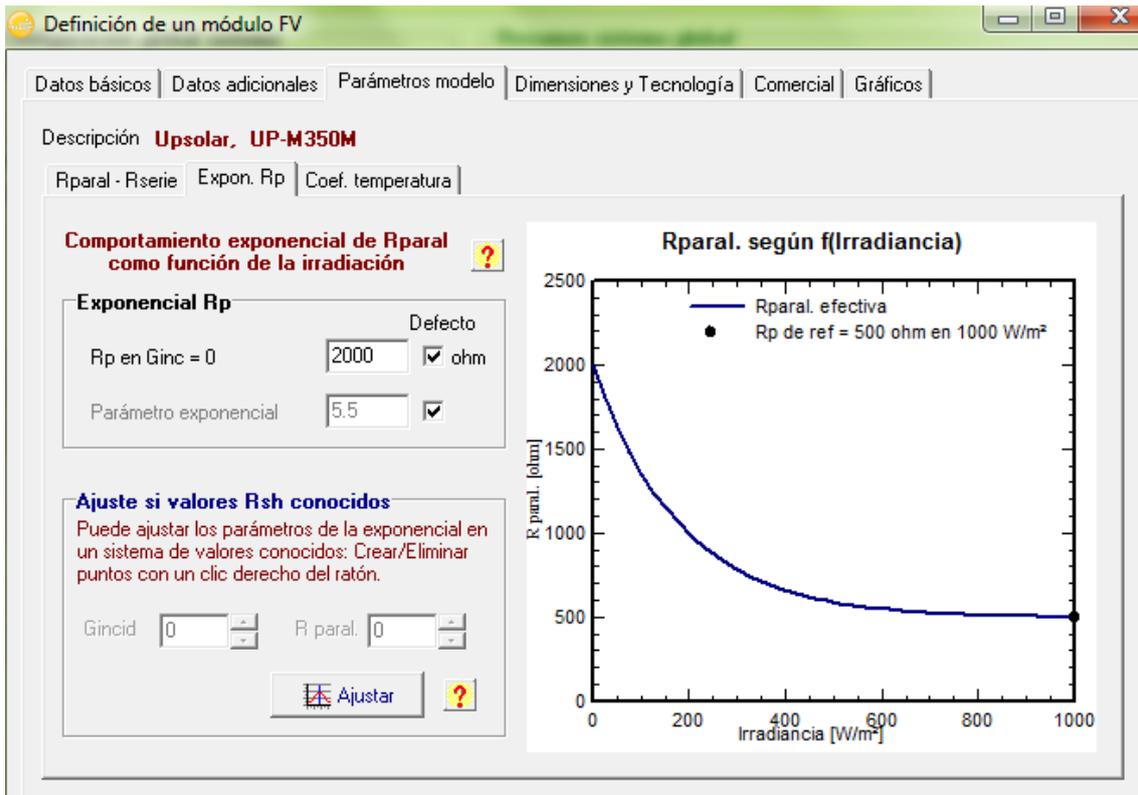
Como la potencia del módulo es de 350Wp

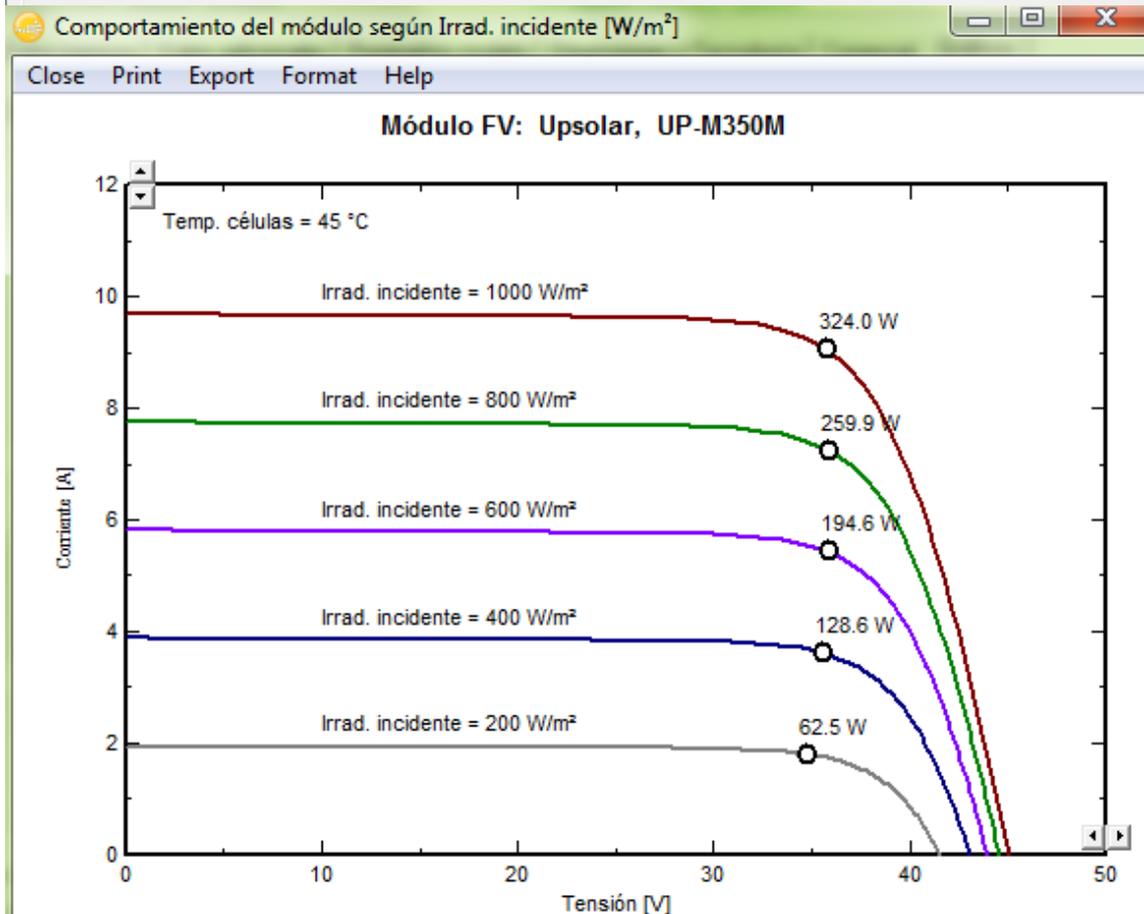
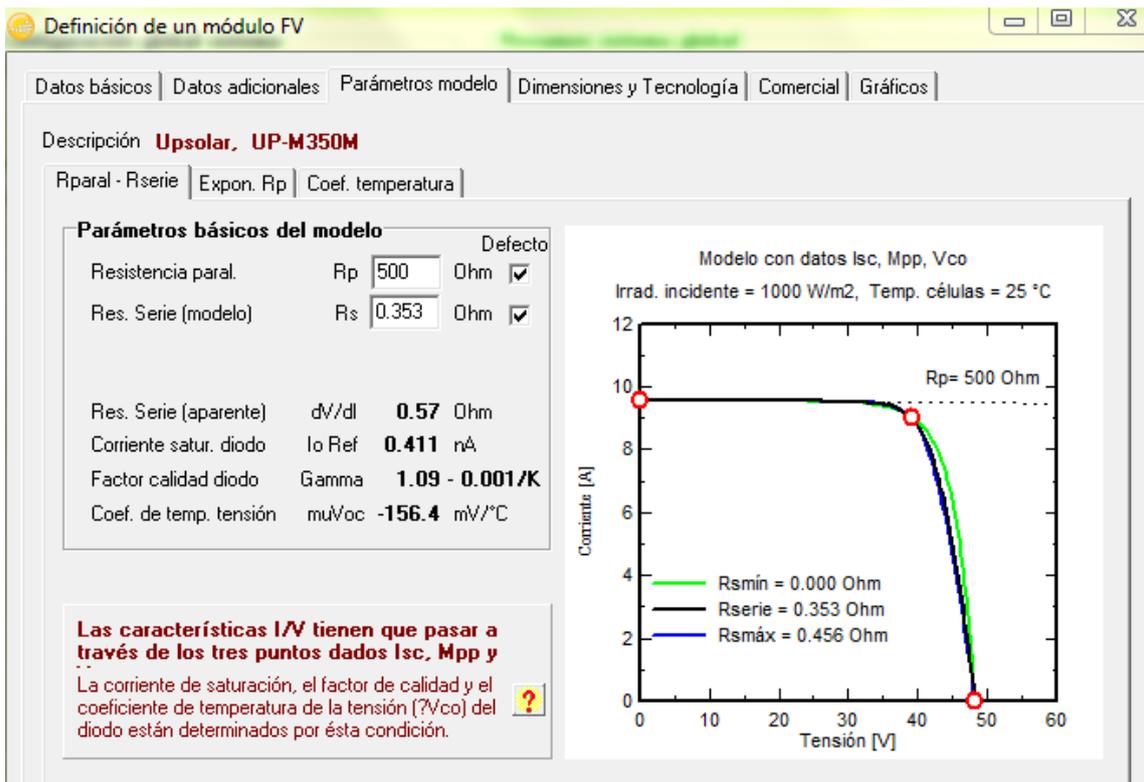
$$\begin{aligned}
 N^{\circ} \text{ de módulos} &= \frac{P_{\max DC}}{P_{\text{panel}}} = \frac{30.100 \text{ W}}{350 \text{ W}} \\
 &= \mathbf{86 \text{ Paneles solares mínimo}}
 \end{aligned}$$

Se instalarán un total de 98 paneles solares de 350 W cada uno, ya que teniendo en cuenta las pérdidas tendríamos una potencia máxima de 34,30 kW. Como se ha mencionado anteriormente se instalará un inversor de 33kW.

Especificaciones de los paneles:

Modelo	UP-M350M		Fabricante	Upsolar	
N. archivo	Upsolar_M350M_60.PAN		Origen datos	Manufacturer 2016	
	Original PVsyst database			Prod. desde 2016	
Potencia nominal (en STC)	350.0 Wp	Tol. +/-	0.0	3.0	% Tecnología
					Si-mono
Especificaciones del fabricante o otras medidas					
Cond. de referencia:	GRef	1000	W/m ²	TRef	25 °C
Corriente de cortocircuito	Isc	9.590	A	Circuito abierto Voc	48.20 V
Punto Potencia Máximo:	Impp	9.210	A	Vmpp	38.00 V
Coeficiente de temperatura	milsc	4.8	mA/°C	N° células 72 en serie	
	o milsc	0.050	%/°C		
Resultado del modelo interno					
Cond. de funcionamiento	GOper	1000	W/m ²	TOper	25 °C
Punto Potencia Máximo:	Pmpp	352.1	W	Coef. temperatura	-0.39 %/°C
	Corriente Impp	9.02	A	Tensión Vmpp	39.0 V
	Corriente de cortocircuito Isc	9.59	A	Circuito abierto Voc	48.2 V
Eficiencia	/ Sup. células	20.46	%	/ Sup. módulo	18.15 %





2.2.2.1. Cálculo de conexiones entre módulos

En condiciones de funcionamiento nominal (NOCT) y según el folleto de especificaciones técnicas, los módulos **FABRICANTE UPSOLAR, MODELO UP-M350M con 350W**, fijándonos en los resultados del modelo interno, obtenemos una tensión nominal de 39 V y una intensidad de 9,02 A.

El inversor trifásicos **MARCA EURENER MODELO NEOS 33** de 33 kW y tiene un rango de tensión de entrada MPP 330 -700 V

Especificaciones técnicas:

Los paneles se distribuirán de modo tal que cumplan las características exigidas por el inversor donde va a ser conectado. Todos los datos que aparecen a continuación son obtenidos de las hojas de características del fabricante tal y como se han especificado anteriormente.

$$Paneles\ en\ serie = \frac{V_{DC1}}{V_{MPP}}$$

$$Paneles\ minimos\ en\ serie = \frac{V_{DC1}}{V_{MPP}} = \frac{330}{39} = 8,46$$

$$Paneles\ maximas\ en\ serie = \frac{V_{DC2}}{V_{MPP}} = \frac{700}{39} = 17,94$$

V_{DC1}, V_{DC2}

= Valores de tensiones maximo y minimo de corriente continua del inversor.

V_{MPP} = Valor de voltaje maximo pico, que soporta el panel.

$$\text{Paneles en paralelo} = \frac{P_n}{\frac{V_{DC1}}{I_{MPP}}}$$

$$\text{Paneles en paralelo max} = \frac{P_n}{\frac{V_{DC1}}{I_{MPP}}} = \frac{33000}{\frac{330}{9,02}} = \frac{100}{9,02} = 11,08$$

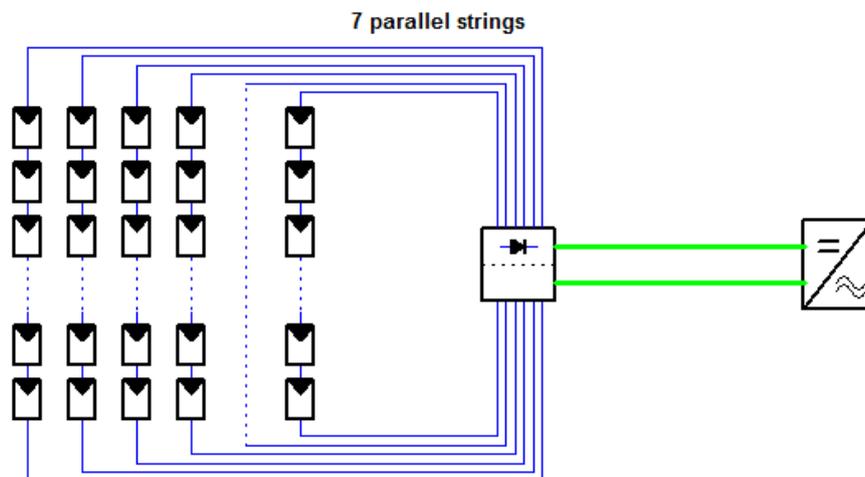
$$\text{Paneles en paralelo min} = \frac{P_n}{\frac{V_{DC2}}{I_{MPP}}} = \frac{33000}{\frac{700}{9,02}} = \frac{47,14}{9,02} = 5,23$$

P_n Valor de la potencia nominal 33000 W por inversor

I_{MPP} Valor de la intensidad maximo pico que soporta el panel.

En estas condiciones resulta que se pueden montar entre 9 y 17 módulos en serie y entre 5 y 10 paneles en paralelo.

Como en la instalación se prevé 1 inversores, se diseña la colocación de los 98 módulos fotovoltaicos. El inversor se compone de 7 columnas en paralelo de 14 filas de módulos en serie, pudiendo observar la disposición en el siguiente grafico:



Definición de un sistema red, Variante: "Nueva variante de simulación"

Configuración global sistema

N° de tipos de sub-campos: **1**

Esquema Simplificado

Resumen sistema global

N° de módulos	98	Potencia nominal FV	34.3 kWp
Superficie módulos	190 m²	Potencia máxima FV	31.9 kWdc
N° de inversores	1	Potencia nominal CA	33.0 kWac

Generador FV

Sub-array name and Orientation

Name:

Orient.: **Plano Inclinado Fijo**

Tilt: **15°**
Azimuth: **0°**

Ayuda al Dimensionado

No Sizing Entrar Pnom deseada: kWp.

... o superficie disponible: m²

Selección del módulo FV

Disponibles actualmente: Módulos aprox. necesarios: **94**

Upsolar: Si-mono UP-M350M Since 2016 Manufacturer 2C

Tensiones de dimensionado: V
Voc (-10°C): V

Use Optimizer

Selección del inversor

Todos los inversores:

50 Hz
 60 Hz

330 - 700 V 50 Hz Neos 33 Until 2014

N° de inversores: Tensión Funciona.: **330-700 V** Pglobal inversor: **33.0 kWac**
Tensión máx de entrada: **800 V**

Diseño del generador FV

N° de módulos y cadenas

Mód. en serie: entre 10 y 14

N° de cadenas: única posibilidad 7

Perdida sobrecarg: **0.0 %**

Relación Pnom: **1.04**

N° módulos: 98 Superficie: 190 m²

Cond. de funcionamiento

Vmpp (60°C): 468 V
Vmpp (20°C): 558 V
Voc (-10°C): 749 V

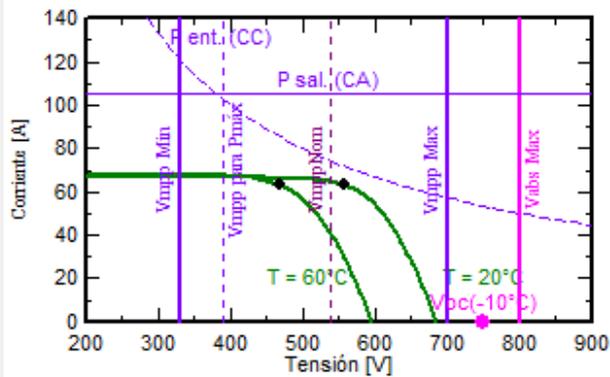
Irradiancia plano: **1000 W/m²**

Imp (STC): 63.3 A Pmáx en funcionamiento: **31.0 kW**
Isc (STC): 68.0 A en 1000 W/m² y 50°C

Isc (en STC): 67.1 A **Potencia nom gener. (STC) 34.3 kWp**

Máx. en bases STC

Dimensión Tensión Generador

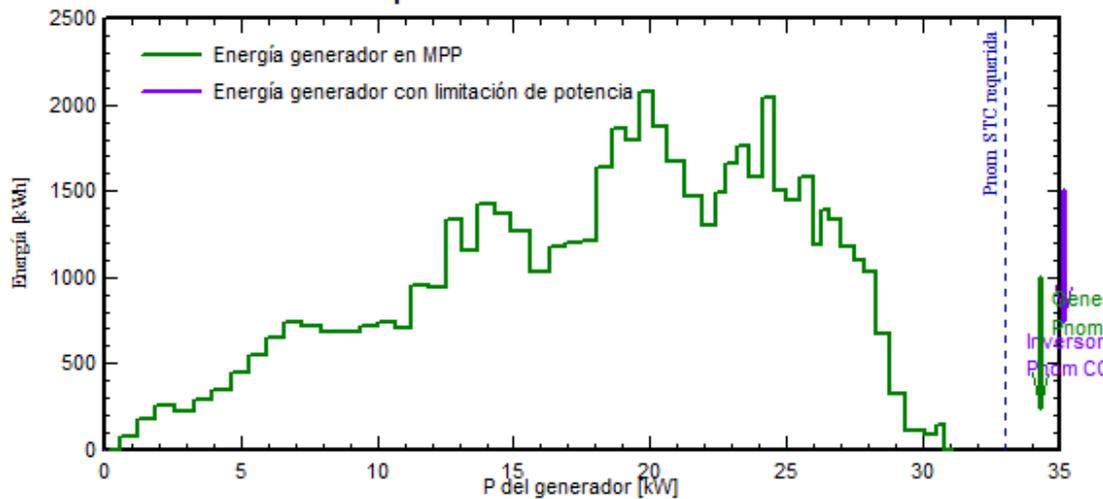


Caract. dimensionado potencia

Generador FV, $P_{nom} (STC)$ 34.3 kWp
 PV Array, $P_{max} (50^\circ C)$ 31.9 kWdc
 Inversores, $P_{nom} (AC)$ 33.0 kWac

Perdida sobrecarga 0.0 kWh
 (power limitation) 0.0 %
 Relación $P_{nom} campo/Inv.$ 1.04

Dimensionado potencia: distribución de salida inversor



Definición de un inversor conectado a la red

Parámetro principal | Curva de eficiencia | Parámetros adicionales | Output parameters | Dimensiones | Comercial

Modelo: Neos 33 Fabricante: Eurener
 N. archivo: Eurener_Neos_25.OND Origen de datos: Photon Mag. 2009
 ? Original PVsyst database Prod. desde 2009 a 2014

Lado entrada (Campo FV CC)

Tensión MPP Mínima 330 V
 Tensión Mínima para Pnom 390 V
 Tensión MPP Nominal 540 V
Tensión MPP Máxima 700 V
Tensión FV máx Absoluta 800 V
Umbral Potencia 165 W

Especificación contractual, sin significado físico verdadero. ? Obligatorio

Potencia nominal FV 33.0 kW
 Potencia máxima FV 40.0 kW
 Corriente máxima FV 105.0 A

Lado salida (Red CA)

Monophased Frecuencia: 50 Hz 60 Hz
 Triphased
 Biphased

Tensión de Red 400 V
Potencia nominal CA 33.0 kW
 Potencia máxima CA 36.0 kW
 Corriente CA nominal 48.0 A
 Corriente CA máxima 60.0 A

Eficiencia

Eficiencia máxima 95.00 % ?
Eficiencia EURO 93.40 %
 Eficiencia definida para 3 tensiones

Definición de un inversor conectado a la red

Parámetro principal | Curva de eficiencia | Parámetros adicionales | Output parameters | Dimensiones | Comercial

Description **Eurener, Neos 33**

Tensión de entrada

The efficiency profile given here is not input-voltage sensitive.

Perfil automático

Construye perfil según efic. dadas

Eficiencia máx. %

Eficiencia EURO % ?

Eficiencia CEC

Mostrar

Eficiencia = f (P ent) P sal = f (P ent)

Eficiencia = f (P sal)

Unidades

Watts kW

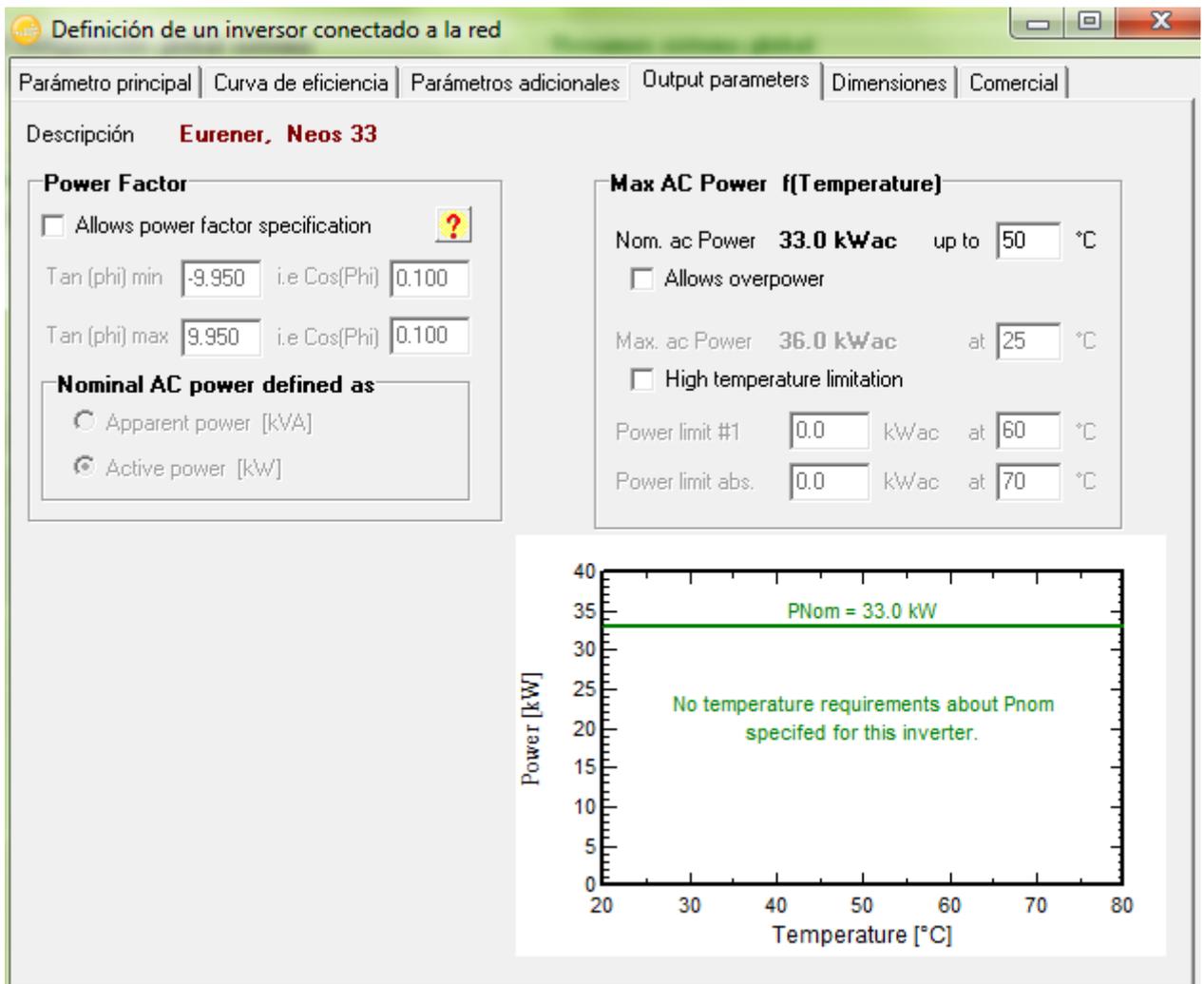
Values

	P entrada	Eficiencia [%]
Umbral	0.17	0.000
	0.99	54.057
	1.65	72.352
	3.30	85.906
	6.60	92.322
	9.90	94.141
	19.80	95.000
	33.00	94.000

Res. Factor

Pthresh eff. ?

P entrada (CC) [kW]	Eficiencia [%]
0	0
0.17	0
0.99	54.057
1.65	72.352
3.30	85.906
6.60	92.322
9.90	94.141
19.80	95.000
33.00	94.000



Para asegurarnos de que la configuración elegida de la instalación fotovoltaica es la adecuada hay que tener en cuenta que:

La tensión producida por el número de módulos en serie se encuentra en el intervalo de tensiones del inversor en este caso de 330V-700V

La intensidad producida por el número de módulos en cadena o instalados en paralelo es menor que la Intensidad máxima de entrada del inversor.

$$V_{max} = 39 V \rightarrow 14 \text{ modulos en serie} \cdot 39 = 546 V$$

$$V_{oc} = 48,20V \rightarrow 14 \text{ modulos en serie} \cdot 48,20 = 674,80 V$$

La tensión admisible del inversor es de 330V a 700V con lo que cumplimos con el rango de tensiones.

$$I_{mpp} = 9,02 A \quad 7 \text{ modulos en paralelo} \cdot 9,02 = 63,14 A$$

$$I_{sc} = 9,59 \text{ A} \quad 7 \text{ modulos en paralelo} \cdot 9,59 = 67,13 \text{ A}$$

El inversor admite una corriente de entrada máxima de 105A con lo que nunca superaremos esa intensidad de entrada como se puede comprobar.

2.2.3. Cálculos eléctricos de la instalación fotovoltaica

2.2.3.1. Cálculo de tensiones e intensidades máximas en CC

Mediante la agrupación de los módulos fotovoltaicos en serie (strings) y en paralelo se consiguen las tensiones e intensidades adecuadas a cada uno de los inversores instalados. Los valores máximos de tensión e intensidad en la instalación de Corriente continua son los siguientes:

Intensidad punto máxima potencia	I_{mpp}	$9,02 \times 7 = 63,14 \text{ A}$
Tensión punto máxima potencia Para agrupación de 14módulos	U_{mpp}	$39 \times 14 = 546 \text{ V}$
Intensidad de cortocircuito	I_{sc}	$9,59 \times 7 = 67,13 \text{ A}$
Tensión de circuito abierto	U_{oc}	$48,20 \times 14 = 674,80 \text{ V}$

2.2.3.2. Cálculos eléctricos

Como norma general los conductores serán de cobre en CC y de cobre o aluminio en AC y tendrán la sección adecuada para asegurar caídas de tensión inferiores al 2,0% en la parte de CC y al 1,5% en la partes de CA, incluidas las posibles pérdidas por terminales intermedios, y los límites de calentamiento recomendados por el fabricante de los conductores, según se establece en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los cables de conexión estarán dimensionados para una intensidad no inferior al 25% de la máxima intensidad del generador.

Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general serán no propagadores de los incendios y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables tendrán las características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 o 5 o la norma UNE 21.002

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Este deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el transito normal de las 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 21.123.

El cableado de CA discurrirá por bandejas y tratara de que sea lo más rectilíneo posible. Así mismo, se tendrán en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 20.435), a respetar en los cambios de dirección.

2.2.3.3. Cálculo de cableado de CC

Tipo de cable a usar. El tipo de cable a usar para toda la instalación de CC es del tipo RV-K 0.6/1KV designación UNE 21.123 en correspondencia con IEC-502 en configuración flexible.

Para el desarrollo matemático del cálculo se emplearan las siguientes expresiones y formulas:

$$P = 3 \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ Corriente alterna trifásica}$$

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ Corriente alterna monofásica o continua (cos } \varphi = 1)$$

Cálculo de sección (conocida la intensidad o la potencia):

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot e} \text{ OS } S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot V} \text{ corriente alterna trifásica}$$

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot e} \text{ O } S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot V} \text{ corriente alterna monofásica o continua.}$$

Calculo de la caída de tensión (conocida la intensidad o la potencia):

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot s} \text{ o } e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot V}$$

Donde:

$I =$ Intensidad en Amperios (A)

$P =$ Potencia (W)

$V =$ Tension (V)

$\cos \varphi =$ factor de potencia

$L =$ longitud (m)

$S =$ seccion (mm²)

$\gamma =$ Conductividad del conductor

$e =$ Caída de tension en voltios (V)

La relación entre la caída de tensión absoluta y la porcentual viene dada por la siguiente relación:

$$e(\%) = \frac{e \cdot 100}{V}$$

Sustituyendo en la ecuación anterior la caída de tensión absoluta por la porcentual nos queda:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L \cdot 100}{\gamma \cdot e(\%) \cdot V^2}$$

La conductividad del material en función de la temperatura resulta:

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

La distribución en corriente continua es equivalente a una distribución monofásica.

Según el pliego de condiciones técnicas del IDAE (PCT-C-REV - julio 2011) en el apartado 5.5.2, 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 %.

En nuestro caso, disponemos de 14 módulos interconectados en serie, hasta una caja de conexión, a la que se unirán 7 ramas en paralelo, de esta caja de conexión partirá una línea que finalizará su recorrido en el Inversor. La caída de tensión máxima del 1,5% la fraccionaremos en los dos tramos, siendo la caída de tensión máxima del 0,5% en la interconexión de los 14 módulos en serie, y el 1% restante lo aplicaremos a la línea de discurre entre la caja de conexión y el inversor.

Por lo tanto quedaría:

- Para cadenas de 14 módulos en serie:

$$P = 14 \cdot 350 = 4900 \text{ W}$$

$$V = n^{\circ} \text{ de } \text{modulos} \cdot V_{mp} = 14 \cdot 39 = 546 \text{ V}$$

La longitud, consideraremos la más desfavorable, en nuestro caso el panel más lejano de la caja de conexión se encuentra aproximadamente a 40 metros.

Aplicando la ecuación anterior resulta:

$$S = \frac{2 \cdot 4900 \cdot 40 \cdot 100}{44 \cdot 0,5 \cdot 546^2} = 5,97 \text{ mm}^2 \rightarrow 6 \text{ mm}^2$$

Tal como indica las características técnicas se instalaría una sección de 6 mm^2 .

$$e(\%) = \frac{2 \cdot 4900 \cdot 40 \cdot 100}{44 \cdot 6 \cdot 546^2} = 0,49 \% < 0,5\%$$

- Para la línea entre caja de conexión e inversor:

$$P = 58 \cdot 350 = 34300 \text{ W}$$

En nuestro caso el sistema de instalación es cable multiconductor en conducto sobre pared, con un máximo de 2 conductores. Instalándose cables con aislamiento XLPE.

Para el conductor de sección de 6 mm² tenemos una intensidad máxima según la tabla anterior de 40 A. La intensidad en la línea desde las placas solares es como se a descrito anteriormente de 9,02 A, con lo que:

$$I_b < I_z$$

$$9,02 A < 40 A \text{ SI CUMPLE}$$

Para el conductor de sección de 35 mm² tenemos una intensidad máxima según la tabla anterior de 119 A. La intensidad en la línea desde las placas solares es como se a descrito anteriormente de 63,14 A, con lo que:

$$I_b < I_z$$

$$63,14 A < 119 A \text{ SI CUMPLE}$$

2.2.3.4. Cálculo del cableado de CA

La intensidad máxima admisible del cable elegido según el fabricante y aplicando los factores de corrección oportunos es válido para intensidad que circula en todos sus tramos, estando este sobredimensionado en como mínimo un 25 %.

La sección en el inversor teniendo en cuenta una caída de tensión del 1,5 %, y considerando que la longitud 100 metros (Inversor- Salida RED), nos resulta

$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot V} = \frac{33000 \cdot 100}{44 \cdot 6 \cdot 400} = 31,25 \text{ mm}^2$$

La rama más desfavorable tendría una sección de 35 mm²

CRITERIO TÉRMICO

Consiste en comprobar que la intensidad de diseño es superior a la máxima admisible por el cable $I_b < I_z$

Los valores de intensidad máxima admisible están recogidas en el REBT y su guía técnica. La siguiente tabla es UNE 20460-5-523:2004

En nuestro caso el sistema de instalación es cable multiconductor en conducto sobre pared, con un máximo de 3 conductores. Instalándose cables con aislamiento XLPE.

Para el conductor de sección de 35 mm² tenemos una intensidad máxima de 110 A. La intensidad en la línea desde las placas solares es:

$$I_{diseño} = \frac{Potencia_{diseño}}{V_{RAMA}} = \frac{33000 W}{\sqrt{3} \cdot 400 V} = 47,63 A$$

$$I_b < I_z$$

$$47,63 A < 110 A \text{ SI CUMPLE}$$

TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL INVERSOR Y CUADRO DE SALIDA DE RED

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cosj} \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Senj} / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cosj}) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cosj} \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Senj} / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cosj}) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cosj = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$

$$r = r_{20}[1+a(T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{max}-T_0) (I/I_{max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

r = Resistividad del conductor a la temperatura T .

r_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

a = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL INVERSOR Y CUADRO DE SALIDA DE CORRIENTE ALTERNA DENOMINADO CA:

Cálculo de la Línea: INVERSOR- CUADRO DE CA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.oMult.BandejaPerfor
- Longitud: 4 m; Cosj: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 33000 W.
- Potencia de cálculo: 33000 W.

$$I=33000/1,732 \times 400 \times 0.8=59,54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x35+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.6

$$e(\text{parcial})=4 \times 33000 / 49.95 \times 400 \times 35=1,89 \text{ V} = 0,53 \%$$

$$e(\text{total})=0,53\% \text{ ADMIS (1.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. TetrapolarInt. 63 A.

TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL CUADRO DE CA Y EL CUADRO DE CONMUTACIÓN

Cálculo de la Línea: CUADRO DE CA- CUADRO DE CONMUTACIÓN

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.oMult.BandejaPerfor
- Longitud: 4 m; Cosj: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 33000 W.
- Potencia de cálculo: 33000 W.

$$I=33000/1,732 \times 400 \times 0.8=59,54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x35+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig.

UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.6

$$e(\text{parcial})=4 \times 33000 / 49.95 \times 400 \times 35=1,89 \text{ V} = 0,53 \%$$

$$e(\text{total})=0,53\% \text{ ADMIS (1.5\% MAX.)}$$

TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL CUADRO DE CONMUTACIÓN Y EL CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

Cálculo de la Línea: CUADRO DE CONMUTACIÓN – CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.oMult.BandejaPerfor
- Longitud: 4 m; Cosj: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 33000 W.
- Potencia de cálculo: 33000 W.

$$I=33000/1,732 \times 400 \times 0.8=59,54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x35+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig.

UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.6

$e(\text{parcial})=4 \times 33000 / 49.95 \times 400 \times 35 = 1,89 \text{ V} = 0,53 \%$

$e(\text{total})=0,53\% \text{ ADMIS (1.5\% MAX.)}$

TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL CUADRO DE CONMUTACIÓN Y EL CUADRO DE SALIDA DE RED

Cálculo de la Línea: CUADRO DE CONMUTACIÓN – CUADRO DE SALIDA DE RED

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: D-Enterrado bajo tubo

- Longitud: 100 m; Cosj: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Potencia a instalar: 33000 W.

- Potencia de cálculo: 33000 W.

$I=33000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 59,54 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tripolares 4x35+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig.

UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Dimensiones tubo: 110 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.6

$e(\text{parcial})=100 \times 33000 / 49.95 \times 400 \times 35 = 4,72 \text{ V} = 0,85 \%$

$e(\text{total})=0,85\% \text{ ADMIS (1.5\% MAX.)}$

2.2.4. Cálculo de pérdidas

El método utilizado en PVGIS para estimar la salida PV real de un tipo dado de módulo PV se basa en una fórmula matemática que tiene en cuenta el primero de tres de los efectos mencionados anteriormente. Esto significa que el método sólo se puede utilizar en tecnologías fotovoltaicas que no dependen en gran medida del espectro solar, y no muestran efectos de la exposición a largo plazo a la irradiación o altas temperaturas. Por lo tanto nosotros no en el momento tratamos de calcular la salida de los módulos de silicio amorfo que son más dependientes de estos dos efectos.

La fórmula para la estimación de la eficiencia relativa utilizada en la ecuación. 2 se parece a esto:

$$e_{\text{frel}}(G', T' m) = 1 + k_1 \ln(G') + k_2 \ln(G')^2 + k_3 T' m$$

$$+ k_4 T_m \ln(G) + k_5 T_m^2 \ln(G) + k_6 T_m^2$$

Los coeficientes k_1 a k_6 dependen del tipo de tecnología utilizada PV. Estos coeficientes han sido encontrados por comparaciones con valores medidos para cada una de las diferentes tecnologías.

La temperatura del módulo T_m se calcula a partir de la temperatura ambiente por la siguiente fórmula:

$$T_m = T_{amb} + k_T G \quad (6)$$

Esta fórmula muestra cómo los módulos se calientan por la radiación solar. Es una fórmula muy simple que no tiene en cuenta los efectos de enfriamiento, como la eólica. Si el sistema está en una zona muy ventosa, esto reducirá la temperatura de los módulos y esto ayudará a aumentar la eficiencia un poco. El coeficiente k_T depende del tipo de montaje utilizado para el sistema PV. En general, un sistema de construcción integrada será más caliente que un sistema montado en bastidor independiente porque el aire no puede circular libremente por la parte posterior de los módulos y enfriar los módulos. En PVGIS hemos utilizado los siguientes valores:

$k_T = 0,035 \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{W} / \text{m}^2)$ para los sistemas de sujeción independiente, basado en mediciones efectuadas en nuestro laboratorio

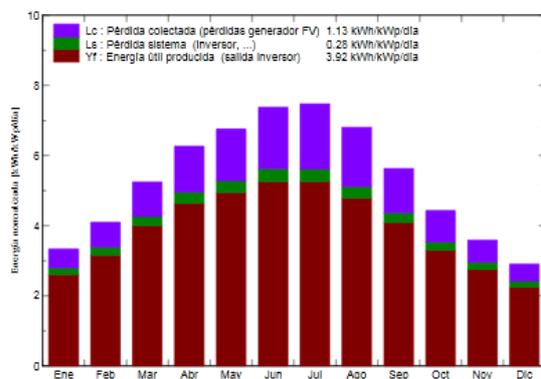
$k_T = 0,05 \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{W} / \text{m}^2)$ para los sistemas integrados en edificios, basado en valores tomados de la literatura

Tal y como muestra esta tabla se concluye de los datos que la producción media de electricidad anual de nuestra instalación diseñada es de **49.136 kWh**.

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	15°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	UP-M350M	Pnom 350 Wp
Generador FV	N° de módulos	98	Pnom total 34.3 kWp
Inversor	Modelo	Neos 33	Pnom 33.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Resultados principales de la simulación		Energía producida	
Producción del Sistema	49136 kWh/año	Producción específica	1433 kWh/kWp/año
Factor de rendimiento (PR)	73.57 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 34.3 kWp



Factor de rendimiento (PR)

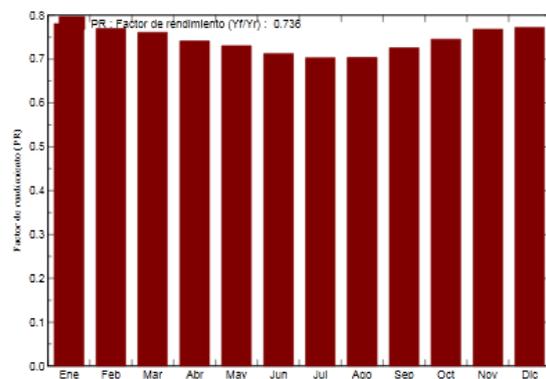
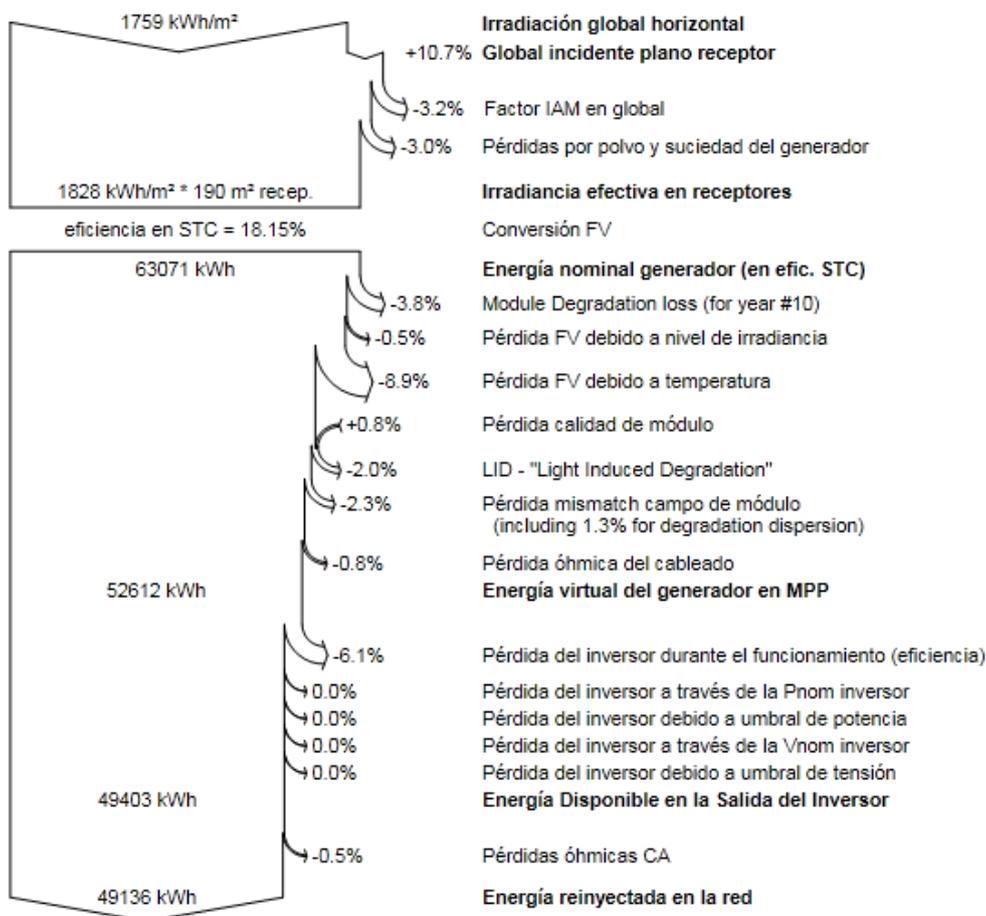


Diagrama de pérdida durante todo el año



PLIEGO DE CONDICIONES

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. Condiciones generales.

3.1.1. Ámbito de aplicación

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones de calefacción, cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

3.1.2. Disposiciones generales

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

3.1.2.1. Condiciones facultativas legales

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documentos Básicos HE 4 "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria", HE 2 "Ahorro de energía. Rendimiento de las instalaciones térmicas", HS 4 "Salubridad. Suministro de agua", HS 5 "Salubridad. Evacuación de aguas", SI "Seguridad en caso de incendio" y HR "Protección frente al ruido"
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para prevención y control de la legionelosis.
- Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico, de 22 de diciembre. Modificada por Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Norma UNE-EN 12975-1:2001 sobre Sistemas solares térmicos y componentes -Captadores Solares- Parte 1: Requisitos Generales.
- Norma UNE-EN 12975-2:2002 sobre Sistemas solares térmicos y componentes -Captadores Solares- Parte 2: Métodos de Ensayo.
- Norma UNE-EN 12976-1:2001 sobre Sistemas solares térmicos y componentes -Sistemas solares prefabricados- Parte 1: Requisitos Generales.
- Norma UNE-EN 12976-2:2001 sobre Sistemas solares térmicos y componentes -Sistemas solares prefabricados- Parte 2: Métodos de Ensayo.
- Norma UNE-EN 12977-1:2002 sobre Sistemas solares térmicos y componentes -Sistemas solares a medida- Parte 1: Requisitos Generales.
- Norma UNE-EN 12977-2:2002 sobre Sistemas solares térmicos y componentes -Sistemas solares a medida- Parte 2: Métodos de Ensayo.
- Norma UNE-EN 806-1:2001 sobre Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de edificios. Parte 1: Generalidades.
- Norma UNE-EN 1717:2001 sobre Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de aguas y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por reflujos.
- Norma UNE-EN 60335-1:1997 sobre Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 1: Requisitos particulares para los termos eléctricos.
- Norma UNE-EN 60335-2-21:2001 sobre Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para los termos eléctricos.

- Norma UNE-EN-ISO 9488:2001: sobre Energía solar. Vocabulario.
- Norma UNE-EN 94002:2004 sobre Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: Cálculo de la demanda de energía térmica.
- Norma UNE-EN 1856 sobre Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1. Chimeneas modulares.
- Norma UNE-EN 1856 sobre Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 2. Conductos interiores y conductos de unión metálicos.
- Norma UNE-EN 13384 sobre Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y de fluidos dinámicos. Parte 1: Chimeneas que se utilizan con un único aparato.
- Norma UNE-EN 13384 sobre Chimeneas. Métodos de cálculos térmicos y fluido-dinámicos. Parte 2: Chimeneas que prestan servicio a más de un generador de calor.
- Norma UNE 123001 sobre Cálculo y diseño de chimeneas metálicas. Guía de aplicación.
- Norma UNE-EN ISO 7730 sobre Ergonomía del ambiente térmico.
- Norma UNE-EN V 12108 sobre Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano.
- Norma UNE-EN ISO 12241 sobre Aislamiento térmico para equipos de edificaciones e instalaciones industriales.
- Norma UNE-EN 12502 sobre Protección de materiales metálicos contra la corrosión.
- Norma UNE-EN 14336 sobre Sistemas de calefacción en edificios. Instalación y puesta en servicio de sistemas de calefacción por agua.
- Norma UNE-EN ISO 16484 sobre Sistemas de automatización y control de edificios.
- Norma UNE 20324 sobre Grados de protección proporcionados por las envolventes.
- Norma UNE-EN 50194 sobre Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Métodos de ensayo y requisitos de funcionamiento.
- Norma UNE-EN 50244 sobre Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Guía de selección, instalación, uso y mantenimiento.
- Norma UNE-EN 60034 sobre Máquinas eléctricas rotativas.

- Norma UNE 60670 sobre Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 6: Requisitos de configuración, ventilación y evacuación de los productos de la combustión en los locales destinados a contener los aparatos a gas.
- Norma UNE-EN 61779 sobre Aparatos eléctricos para la detección y medida de los gases inflamables. Parte 1: Requisitos generales y métodos de ensayo.
- Norma UNE-EN 61779 sobre Aparatos eléctricos para la detección y medida de los gases inflamables. Parte 4: Requisitos de funcionamiento para los aparatos del Grupo II, pudiendo indicar una fracción volumétrica de hasta el 100 % del límite inferior de explosividad.
- Norma UNE 100012 sobre Higienización de sistemas de climatización.
- Norma UNE 100100 sobre Climatización. Código de colores.
- Norma UNE 100155 sobre Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión.
- Norma UNE 100156 sobre Climatización. Dilatadores. Criterios de diseño.
- Norma PNE 112076 sobre Prevención de la corrosión en circuitos de agua.
- Norma UNE 100030-IN sobre Prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.
- Norma UNE 60601 sobre Salas de máquinas y equipos autónomos de generación de calor o frío o para cogeneración, que utilizan combustibles gaseosos.
- Norma UNE-CEN/TR 1749 IN sobre Esquema europeo para la clasificación de los aparatos que utilizan combustibles gaseosos según la forma de evacuación de los productos de la combustión (tipos).
- Norma UNE 100001:2001 sobre Climatización. Condiciones climáticas para proyectos.
- Norma UNE 100002:1988 sobre Climatización. Grados-día base 15 °C.
- Norma UNE 100014 IN:2004 sobre Climatización. Bases para el proyecto.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

3.1.2.2. Seguridad en el trabajo

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

3.1.2.3. Seguridad pública

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

3.1.3. 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:

3.1.3.1. 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.

3.1.3.2. 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.

3.1.3.3. Condiciones generales

El montaje de las instalaciones deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica IT 2.

El Contratista deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este Documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la DO hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros,

estopa, cáñamo, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, amianto, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Contratista deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este PCT, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pié de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Contratista suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La DO se reserva el derecho de pedir al Contratista, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

El Técnico presenciará todas las reuniones que la DO programe en el transcurso de la obra y tendrá suficiente autoridad como para tomar decisiones en nombre del Contratista.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

El control de recepción tendrá por objeto comprobar que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto:

- Control de la documentación de los suministros.
- Control mediante distintivo de calidad.
- Control mediante ensayos y pruebas.

La DO comprobará que los equipos y materiales recibidos:

- Corresponden a los especificados en el PCT del proyecto.
- Disponen de la documentación exigida.
- Cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto.
- Han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.

La DO verificará la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

- a) documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- b) copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003 de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo.
- c) documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

La DO verificará que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

Para verificar el cumplimiento de las exigencias técnicas del RITE puede ser necesario, en determinados casos y para aquellos materiales o equipos que no estén obligados al mercado CE correspondiente, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto o memoria técnica u ordenado por la DO.

3.1.3.4. Planificación y coordinación

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Contratista deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- montaje y pruebas parciales de las redes de agua.
- montaje de salas de máquinas.
- montaje de cuadros eléctricos y equipos de control.
- ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la obra, el Contratista adjudicatario, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la DO para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros contratistas correrá a cargo de la DO, o persona o entidad delegada por la misma.

3.1.3.5. Acopio de materiales

De acuerdo con el plan de obra, el Contratista irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Contratista quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La DO tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este PCT y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la DO tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Contratista. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Contratista, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la DO podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados.

3.1.3.6. Inspección y medidas previas al montaje

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Contratista deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el Contratista deberá notificar las anomalías a la DO para las oportunas rectificaciones.

3.1.3.7. Planos, catálogos y muestras

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el Contratista deberá examinar atentamente los planos y detalles de los Proyectos arquitectónico y estructural.

El Contratista deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfiera con los elementos de otros contratistas. En caso de conflicto, la decisión de la DO será inapelable.

El Contratista deberá someter a la DO, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la DO.

En algunos casos y a petición de la DO, el Contratista deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Contratista deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la DO con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros contratistas.

La aprobación por parte de la DO de planos, catálogos y muestras no exime al Contratista de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

3.1.3.8. Variaciones de proyecto y cambios de materiales

El Contratista podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la DO, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La DO evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte de los Proyectos arquitectónico, estructural, mecánico y eléctrico y, eventualmente, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la DO durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Contratista después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre

los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

3.1.3.9. Cooperación con otros contratistas

El Contratista deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la DO, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Contratista pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

3.1.3.10. Protección

El Contratista deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Contratista será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

3.1.3.11. Limpieza de la obra

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Contratista deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes

de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales (aparatos sanitarios, griferías, radiadores, convectores, ventiloconvectores, fancoils, cajas reductoras, etc), equipos de salas de máquinas (calderas, quemadores, bombas, maquinaria frigorífica, unidades de tratamiento de aire, etc), instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado.

3.1.3.12. Andamios y aparejos

El Contratista deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, como calderas, radiadores, unidades de tratamiento de aire, plantas frigoríficas, conductos, tuberías, etc, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa constructora, bajo la supervisión y responsabilidad del Contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

3.1.3.13. Obras de albañilería

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del Contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será

efectuado por el Contratista siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la DO.

3.1.3.14. Energía eléctrica y agua

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Contratista para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El Contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica a la empresa constructora antes de tomar posesión de la obra.

3.1.3.15. Ruidos y vibraciones

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la DO, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la DO y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

3.1.3.16. Accesibilidad

El Contratista hará conocer a la DO, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos en patinillos, falsos techos y salas de máquinas.

A este respecto, el Contratista deberá cooperar con la empresa constructora y los otros contratistas, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Contratista.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Contratista deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Contratista deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc.

3.1.3.17. Canalizaciones

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

3.1.3.18. Manguitos pasamuros

El Contratista deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Contratista será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la DO, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento cortafuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán contruidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

3.1.3.19. Protección de partes en movimiento

El Contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc, con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

3.1.3.20. Protección de elementos a temperatura elevada

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un

aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

3.1.3.21. Cuadros y líneas eléctricas

El Contratista suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Contratista suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

3.1.3.22. Pinturas y colores

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la DO.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

3.1.3.23. Identificación

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato.

La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inmovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

3.1.3.24. Limpieza interior de redes de distribución

Todas las redes de distribución de agua en circuito cerrado o abierto deberán ser internamente limpiadas antes de su funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materias extrañas dentro de tubería y equipos, protegiendo sus aperturas con adecuados tapones. Antes de su instalación, tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados y limpiados.

Cuando se haya completado la instalación de una red de distribución de un fluido caloportador, el Contratista deberá llenarla con una solución acuosa detergente. A continuación, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua al menos durante dos horas. Después se vaciará la red y se enjuagará con agua limpia procedente de la alimentación.

En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de agua refrigerada y caliente (hasta 100°), una vez completada la limpieza y llenada la red, se comprobará que el agua del circuito tenga un PH ligeramente alcalino, alrededor de 7,5. Si el PH tuviese que ser ácido, se repetirá la operación de limpieza tantas veces como sea necesario.

Después de haber completado las pruebas de estanquidad de una red de distribución de agua sanitaria y antes de poner el sistema en operación, la red deberá desinfectarse, rellenándola en su totalidad con una solución que contenga, al menos, 50 partes por millón de cloro libre. Se somete el sistema a una presión de 4 bar y, durante 6 horas por lo menos, se irán abriendo todos los grifos, uno por uno, para que el cloro actúe en todos los ramales de la red.

Los filtros de malla metálica puestos para protección de las bombas se dejarán en su sitio por lo menos durante una semana más, hasta tanto se juzgue completada la eliminación de las partículas más finas que puede retener el tamiz de la malla.

La limpieza interior de las redes de distribución de aire se efectuará una vez completado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conexionar las unidades terminales y montar los elementos de acabado y los muebles.

Se pondrán en marcha los ventiladores hasta tanto el aire a la salida de las aperturas presente el aspecto, a simple vista, de no contener polvo.

3.1.3.25. Pruebas

El Contratista pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este PCT.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

3.1.3.26. Pruebas finales

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la DO cuando así se requiera.

3.1.3.27. Recepción provisional

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Contratista deberá entregar a la DO la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo,

el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución de los fluidos caloportadores y la situación de las unidades terminales.

- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Un esquema de principio de impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas, enmarcado bajo cristal.
- El Código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.
- El Manual de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La DO entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la DO y el Contratista.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

3.1.3.28. Periodos de garantía

El periodo de garantía será el señalado en el contrato, con un mínimo de 12 meses, y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

3.1.3.29. Recepción definitiva

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

3.1.3.30. Permisos

El Contratista deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

3.1.3.31. Entrenamiento

El Contratista deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y cualificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Contratista asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la DO.

3.1.3.32. Repuestos, herramientas y útiles específicos

El Contratista incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

3.1.3.33. Subcontratación de las obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de tuberías, montaje de equipos

especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

3.1.3.34. Riesgos

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Contratista, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Contratista no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Contratista será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Contratista deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

3.1.3.35. Rescisión del contrato

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Contratista, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la DO.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Contratista tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Contratista tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pié de obra.

3.1.3.36. Precios

El Contratista deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones".

Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Contratista elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma de los productos de las cantidades de materiales por los precios unitarios deberá coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo.

Cuando se exija en el Contrato, el Contratista deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

3.1.3.37. Pago de obras

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

3.1.3.38. Abono de materiales acopiados

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

3.1.4. Disposición final

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

3.2. Componentes

Los materiales de la instalación deberán soportar las máximas temperaturas y presiones que puedan alcanzarse.

Todos los componentes y materiales cumplirán lo dispuesto en el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

Cuando sea imprescindible utilizar en el mismo circuito materiales diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situar entre ambos juntas o manguitos dieléctricos.

En todos los casos es aconsejable prever la protección catódica del acero.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se deberá tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

3.2.1. Captadores

El captador seleccionado deberá poseer la certificación emitida por el organismo competente en la materia según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de Julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que los sustituya.

En las instalaciones destinadas exclusivamente a la producción de agua caliente sanitaria mediante energía solar, los captadores tendrán un coeficiente global de pérdidas, referido a la curva de rendimiento en función de la temperatura ambiente y temperatura de entrada, menor de $10 \text{ Wm}^2/^{\circ}\text{C}$, según los coeficientes definidos en la normativa en vigor.

El captador llevará en lugar visible una placa en la que consten, como mínimo, los siguientes datos:

- a) Nombre y domicilio de la empresa fabricante, y eventualmente su anagrama.
- b) Modelo, tipo y año de producción.
- c) Número de serie de fabricación.
- d) Área total del captador.
- e) Peso del captador vacío y capacidad de líquido.
- f) Presión máxima de servicio.

Esta placa estará redactada como mínimo en castellano y podrá ser impresa o grabada con la condición que asegure que los caracteres permanecen indelebles.

3.2.2. Acumuladores

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará además, los siguientes datos:

- a) Superficie de intercambio térmico en m².
- b) Presión máxima de trabajo del circuito primario.

Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

- a) Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente.
- b) Registro embridado para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.
- c) Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.
- d) Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.
- e) Manguito para el vaciado.

En cualquier caso la placa característica del acumulador indicará la pérdida de carga del mismo.

3.2.3. Intercambiadores de calor

Se indicará el fabricante y modelo del intercambiador de calor, así como datos de sus características de actuación medidos por el propio fabricante o por un laboratorio acreditado.

Para el caso de intercambiador independiente, la potencia mínima P (W), se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1000 W/m² y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la condición:

$$P \geq 500 \cdot A$$

Siendo A el área de captadores en m².

Para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

Si en instalaciones a medida sólo se usa un intercambiador entre el circuito de captadores y el acumulador, la transferencia de calor del intercambiador de calor por unidad de área de captador no deberá ser menor que 40 W/m²·K.

El diseño del intercambiador permitirá su limpieza utilizando productos líquidos.

El factor de ensuciamiento del intercambiador de calor no será inferior al especificado, según el tipo de agua:

<u>Circuitos de consumo</u>	<u>m²·K/W</u>
Agua blanda y limpia	0,0006
Agua dura	0,0012
Agua muy dura y/o sucia	0,0018
Circuitos cerrados	0,0008

3.2.4. Bombas de circulación

Las bombas serán del tipo en línea, de rotor seco o húmedo o de bancada. Siempre que sea posible se utilizarán bombas tipo circuladores en línea. Se seleccionarán de forma que el caudal y pérdida de carga de diseño

se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificado por el fabricante.

En circuitos de agua caliente para usos sanitarios, los materiales de la bomba serán resistentes a la corrosión.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones calizas.

Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito.

La potencia eléctrica parásita para la bomba no deberá exceder los valores siguientes:

- Sistemas pequeño (área captación entre 1 y 30 m² y volumen acumulación < 3 m³):

Potencia eléctrica de la bomba: 50 W o 2 % de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores.

- Sistemas grandes (área captación > 30 m² y volumen acumulación < 3m³): 1 % de la mayor potencia calorífica que puede suministrar el grupo de captadores.

La potencia máxima de la bomba especificada anteriormente excluye la potencia de las bombas de los sistemas de drenaje con recuperación, que sólo es necesaria para rellenar el sistema después de un drenaje.

3.2.5. Válvulas

El acabado de las superficies de asiento y obturador deberán asegurar la estanqueidad al cierre de las válvulas, para las condiciones de servicio especificadas.

El volante y la palanca deberán ser de dimensiones suficientes para asegurar el cierre y la apertura de forma manual con la aplicación de una fuerza razonable, sin la ayuda de medios auxiliares. El órgano de mando no deberá interferir con el aislamiento térmico de la tubería y del cuerpo de la válvula.

Las superficies del asiento y del obturador deberán ser recambiables. La empaquetadura deberá ser recambiable en servicio, con válvula abierta a tope, sin necesidad de desmontarla.

Las válvulas roscadas y de mariposa serán de diseño que, cuando estén correctamente acopladas a las tuberías, no tengan lugar interferencias entre la tuberías y el obturador.

En el cuerpo de la válvula irán troquelados la presión nominal PN y el diámetro nominal DN, al menos cuando el diámetro sea igual o superior a 25 mm.

La presión mínima de todo tipo de válvulas y accesorios deberá ser igual o superior a 4 kg/cm².

Los diámetros libres de los asientos de las válvulas estarán en correspondencia con los diámetros nominales de las mismas, y en ningún caso inferiores a 12 mm.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba, entre la boca y el manguito antivibratorio, y en cualquier caso, aguas arriba de la válvula de interceptación.

Los purgadores automáticos de aire se construirán con los siguientes materiales:

- Cuerpo y tapa de fundición de hierro o latón.
- Mecanismo de acero inoxidable.
- Flotador y asiento de acero inoxidable.
- Obturados de goma sintética.

Los purgadores automáticos resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito.

3.2.6. Equipos de medida

MEDIDA DE TEMPERATURA

Se realizará mediante sensores de temperatura.

La medida de la diferencia de temperatura entre dos puntos del fluido de trabajo se realizará mediante los citados sensores de temperatura, debidamente conectados, para obtener de forma directa la lectura diferencial.

En lo referente a la colocación de las sondas, serán de inmersión y situadas a una distancia máxima de 5 cm del fluido cuya temperatura se pretende medir. Las vainas destinadas a alojar las sondas de temperatura,

deberán introducirse en las tuberías siempre en contracorriente y en un lugar donde se creen turbulencias.

MEDIDA DE CAUDAL

Se realizará mediante turbinas, medidores de flujo magnético, medidores de flujo de desplazamiento positivo o procedimientos gravimétricos o de cualquier otro tipo, de forma que la precisión sea igual o superior a $\pm 3\%$ en todos los casos.

Se suministrarán los siguientes datos, que deberán ser facilitados por el fabricante:

- Calibre del contador.
- Temperatura máxima del fluido.
- Caudales:
 - en servicio continuo.
 - máximo (durante algunos minutos).
 - mínimo (con precisión mínima del 5%).
 - de arranque.
- Indicación mínima de la esfera.
- Capacidad máxima de totalización.
- Presión máxima de trabajo.
- Dimensiones.
- Diámetro y tipo de las conexiones.
- Pérdida de carga en función del caudal.

Cuando exista, el medidor se ubicará a la entrada de agua fría del acumulador solar.

MEDIDA DE ENERGIA

Los contadores de energía térmica estarán constituidos por los siguientes elementos:

- Contador de caudal de agua.
- Dos sondas de temperatura.

- Microprocesador electrónico, montado en la parte superior del contador o separado.

En función de la ubicación de las sondas de temperatura, se medirá la energía aportada por la instalación solar o por el sistema auxiliar. En el primer caso, una sonda de temperatura se situará en la entrada del agua fría del acumulador solar y otra en la salida del agua caliente del mismo. Para medir el aporte de energía auxiliar, las sondas de temperatura se situarán en la entrada y salida del sistema auxiliar.

El microprocesador podrá estar alimentado por la red eléctrica o mediante pilas, con una duración de servicio mínima de 3 años.

El microprocesador multiplicará la diferencia de ambas temperaturas por el caudal instantáneo de agua y su peso específico. La integración en el tiempo de estas cantidades proporcionará la cantidad de energía aportada.

3.3. Montaje

3.3.1. Condiciones generales

La instalación se construirá en su totalidad con materiales y procedimientos de ejecución que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad, salubridad y mantenimiento.

Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes.

A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que tengan competencia en el caso.

Es responsabilidad de suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la documentación.

Es responsabilidad del suministrador comprobar la calidad de los materiales y agua utilizados, evitando el uso de materiales incompatibles entre sí.

El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato.

Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles y delicados, como mecanismos, equipos de medida, etc, que deberán quedar debidamente protegidos.

Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente todos los equipos (captadores, acumuladores, etc), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc, de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y/o cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o montaje, el suministrador aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso a las mismas a efectos de su mantenimiento, reparación o montaje.

Una vez instalados, se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles.

Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, será recubiertos con dos manos de pintura antioxidante.

Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

Todos los equipos y circuitos podrán vaciarse total o parcialmente, realizándose esto desde los puntos más bajos de la instalación.

Las conexiones entre los puntos de vaciados y desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.

Los botellines de purga estarán siempre en lugares accesibles y visibles.

3.3.2. Montaje de estructura soporte y captadores

Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje.

La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores utilizando, preferentemente, accesorios para mangueras flexibles.

Cuando se monten tuberías flexibles se evitará que queden retorcidas y que se produzcan radios de curvatura superiores a los especificados por el fabricante.

El suministrador evitará que los captadores queden expuestos al sol por períodos prolongados durante el montaje. En este período las conexiones del captador deberán estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que éste pueda prolongarse, el suministrador procederá a tapar los captadores.

3.3.3. Montaje de la bomba

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado. El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos. Se utilizarán manguitos antivibratorios cuando la potencia de accionamiento sea superior a 700 W.

Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión.

Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

3.3.4. Montaje de tuberías y accesorios

Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas.

Se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres, que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anti-corrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanqueidad, etc, se guardarán en locales cerrados.

Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando fundamentalmente tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificios, salvo las pendientes que deban darse.

Las tuberías se instalarán lo más próximas posible a paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. En cualquier caso, la distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente.

La distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector no deberá ser inferior a:

- 5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V.
- 30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1000 V.
- 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos como cuadros o motores.

No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación.

Las conexiones de las tuberías a los componentes se realizarán de forma que no se transmitan esfuerzos mecánicos.

Las conexiones de componentes al circuito deberán ser fácilmente desmontables por bridas o racores, con el fin de facilitar su sustitución o reparación.

Los cambios de dirección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Para evitar la formación de bolsas de aire, los tramos horizontales de tubería se montarán siempre con una pendiente ascendente, en el sentido de circulación, del 1 %.

Se facilitarán las dilataciones de tuberías utilizando los cambios de dirección o dilatadores axiales.

Las uniones de tuberías de acero podrán ser por soldadura o roscadas. Las uniones con valvulería y equipos podrán ser roscadas hasta 2", para diámetros superiores se realizarán las uniones por bridas.

En ningún caso se permitirá ningún tipo de soldadura en tuberías galvanizadas.

Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad.

En circuitos abiertos el sentido del flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.

Durante el montaje de las tuberías se evitarán en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

En las ramificaciones soldadas, el final del tubo ramificado no deberá proyectarse en el interior del tubo principal.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o impurezas.

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido, deberán compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

En las salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud.

En los trazados de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

3.3.5. Montaje del aislamiento

El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio.

El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura máxima de 3 cm.

Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante.

El puente térmico constituido por el mismo soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico (goma, fieltro, etc) entre el mismo y la conducción.

Después de la instalación el aislamiento térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc, deberán quedar visibles y accesibles.

Las franjas y flechas que distinguen el tipo de fluido transportado en el interior de las conducciones, se pintarán o se pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección.

3.3.6. Montaje de contadores

Se instalarán siempre entre dos válvulas de corte para facilitar su desmontaje. El suministrador deberá prever algún sistema (by-pass o carrete de tubería) que permita el funcionamiento de la instalación aunque el contador sea desmontado para calibración o mantenimiento.

En cualquier caso, no habrá ningún obstáculo hidráulico a una distancia igual, al menos, diez veces el diámetro de la tubería antes y cinco veces después del contador.

Cuando el agua pueda arrastrar partículas sólidas en suspensión, se instalará un filtro de malla fina antes del contador, de tamiz adecuado.

3.3.7. Ajuste y equilibrado

3.3.7.1. Generalidades

Las instalaciones térmicas serán ajustadas a los valores de las prestaciones que figuren en el proyecto, dentro de los márgenes admisibles de tolerancia.

La empresa instaladora deberá presentar un informe final de las pruebas efectuadas que contenga las condiciones de funcionamiento de los equipos y aparatos.

La empresa instaladora realizará y documentará el procedimiento de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución de agua, de acuerdo a lo siguiente:

- De cada circuito hidráulico se deberá conocer el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.

- Se comprobará que el fluido anticongelante contenido en los circuitos expuestos a heladas cumple con los requisitos especificados en el proyecto.

- Cada bomba, de la que se deberá conocer la curva característica, deberá ser ajustada al caudal de diseño, como paso previo al ajuste de los generadores de calor y a los caudales y temperaturas de diseño.

- Las unidades terminales, o los dispositivos de equilibrado de los ramales, serán equilibradas al caudal de diseño.

- En circuitos hidráulicos equipados con válvulas de control de presión diferencial, se deberá ajustar el valor del punto de control del mecanismo al rango de variación de la caída de presión del circuito controlado.

- Cuando exista más de una unidad terminal de cualquier tipo, se deberá comprobar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales, mediante el procedimiento previsto en el proyecto.

- De cada intercambiador de calor se deberá conocer la potencia, temperatura y caudales de diseño, debiéndose ajustar los caudales de diseño que lo atraviesan.
- Cuando exista más de un grupo de captadores solares en el circuito primario del subsistema de energía solar, se deberá probar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales de la instalación mediante el procedimiento previsto en el proyecto.
- Cuando exista riesgo de heladas se comprobará que el fluido de llenado del circuito primario del subsistema de energía solar cumple con los requisitos especificados en el proyecto.
- Se comprobará el mecanismo del subsistema de energía solar en condiciones de estancamiento así como el retorno a las condiciones de operación nominal sin intervención del usuario con los requisitos especificados en el proyecto.

3.3.7.2. Control automático

Se ajustarán los parámetros del sistema de control automático a los valores de diseño especificados en el proyecto y se comprobará el funcionamiento de los componentes que configuran el sistema de control.

Para ello, se establecerán los criterios de seguimiento basados en la propia estructura del sistema, en base a los niveles del proceso siguientes: nivel de unidades de campo, nivel de proceso, nivel de comunicaciones, nivel de gestión y telegestión.

Los niveles de proceso serán verificados para constatar su adaptación a la aplicación, de acuerdo con la base de datos especificados en el proyecto. Son válidos a estos efectos los protocolos establecidos en la norma UNE-EN-ISO 16484-3.

Cuando la instalación disponga de un sistema de control, mando y gestión o telegestión basado en la tecnología de la información, su mantenimiento y la actualización de las versiones de los programas deberá ser realizado por personal cualificado o por el mismo suministrador de los programas.

3.3.8. Eficiencia energética

La empresa instaladora realizará y documentará las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación:

- Comprobación del funcionamiento de la instalación en las condiciones de régimen.

- Comprobación de la eficiencia energética de los equipos en generación de calor en las condiciones de trabajo. El rendimiento del generador de calor no debe ser inferior en más de 5 unidades del límite inferior del rango marcado para la categoría indicada en el etiquetado energético del equipo de acuerdo con la normativa vigente.
- Comprobación de los intercambiadores de calor y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica.
- Comprobación de la eficiencia y la aportación energética de la producción de los sistemas de generación de origen renovable.
- Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control.
- Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos de generación, distribución y las unidades terminales en las condiciones de régimen.
- Comprobación que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes previstos en el proyecto.
- Comprobación del funcionamiento y de la potencia absorbida por los motores eléctricos en las condiciones reales de trabajo.
- Comprobación de las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica.

3.4. Mantenimiento y uso

El titular o usuario de las instalaciones térmicas es responsable del cumplimiento del RITE desde el momento en que se realiza su recepción provisional.

Las instalaciones térmicas se utilizarán adecuadamente, de conformidad con las instrucciones de uso contenidas en el Manual de Uso y Mantenimiento de la instalación térmica.

Se pondrá en conocimiento del responsable de mantenimiento cualquier anomalía que se observe en el funcionamiento normal de las instalaciones térmicas.

El titular de la instalación será responsable de que se realicen las siguientes acciones:

- a) encargar a una empresa mantenedora la realización del mantenimiento de la instalación térmica.
- b) realizar las inspecciones obligatorias y conservar su correspondiente documentación.
- c) conservar la documentación de todas las actuaciones, ya sean de reparación o reforma realizadas en la instalación térmica, así como las relacionadas con el fin de la vida útil de la misma o sus equipos, consignándola en el Libro del Edificio.

Las operaciones de mantenimiento se realizarán por empresas mantenedoras autorizadas.

Toda instalación térmica deberá disponer de un registro en el que se recojan las operaciones de mantenimiento y las reparaciones que se produzcan en la instalación, y que formará parte del Libro del Edificio. El titular de la instalación será responsable de su existencia y lo tendrá a disposición de las autoridades competentes que así lo exijan por inspección o cualquier otro requerimiento. Se deberá conservar durante un tiempo no inferior a cinco años.

3.4.1. Plan de vigilancia

Este plan se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación.

Elemento Descripción	Operación	Frecuencia (meses)	
CAPTADORES Con agua y productos adecuados	Limpieza cristales	A	determinar
Cristales condensaciones en horas centrales día	3	IV	
Juntas agrietamientos y deformaciones	3	IV	
Absorbedor deformación, fugas, etc	3	IV	corrosión,
Conexiones	3	IV	fugas
Estructura degradación, indicios de corrosión	3	IV	

CIRCUITO PRIMARIO	Tubería, aislamiento		
de humedad y fugas	y sistema llenado	6	IV Ausencia
del botellín	Purgador manual	3	Vaciar el aire

CIRCUITO SECUND.	Termómetro		Diaria	IV
temperatura				
de humedad y fugas	Tubería y aislamiento	6		IV ausencia de
acumulación de lodos	Acumulador solar	3		Purgado de la
inferior del depósito				de la parte

IV: Inspección visual

3.4.2. Plan de mantenimiento

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deberán permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El mantenimiento implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m².

El plan de mantenimiento deberá realizarse por personal técnico competente que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general.

El mantenimiento ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

SISTEMA DE CAPTACION

<u>Equipo</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Descripción</u>
	<u>(meses)</u>	

Captadores	6	IV diferencias sobre original IV diferencias entre captadores
Cristales	6	IV condensaciones y suciedad
Juntas	6	IV agrietamientos, deformaciones
Absorbedor	6	IV corrosión, deformaciones
Carcasa ventanas de respiración	6	IV deformación, oscilaciones,
Conexiones	6	IV aparición de fugas
Estructura corrosión y apriete de tornillos	6	IV degradación, indicios de
Captadores captadores	12*	Tapado parcial del campo de
Captadores captadores	12*	Destapado parcial del campo de
Captadores captadores	12*	Vaciado parcial del campo de
Captadores captadores	12*	Llenado parcial del campo de

IV: Inspección visual

*Operaciones a realizar en el caso de haber optado por medidas contra la sobreproducción solar, tales como tapado parcial o vaciado parcial del campo de captadores.

SISTEMA DE ACUMULACION

<u>Equipo</u>	<u>Frecuencia</u> <u>(meses)</u>	<u>Descripción</u>
Depósito fondo	12	Presencia de lodos en
Anodos sacrificio desgaste	12	Comprobación del
Anodos corriente impresa buen funcionamiento	12	Comprobación del
Aislamiento hay humedad	12	Comprobar que no

SISTEMA DE INTERCAMBIO

<u>Equipo</u>	<u>Frecuencia</u> <u>(meses)</u>	<u>Descripción</u>
Intercambiador placas prestaciones	12	CF eficiencia y
	12	Limpieza
Intercambiador serpentín prestaciones	12	CF eficiencia y
	12	Limpieza

CF: Control funcionamiento

CIRCUITO HIDRAULICO

<u>Equipo</u>	<u>Frecuencia</u> <u>(meses)</u>	<u>Descripción</u>
Fluido refrigerante densidad y pH	12	Comprobar su
Estanqueidad presión	24	Efectuar prueba de
Aislamiento al exterior protección uniones y ausencia de humedad	6	IV degradación
Aislamiento al interior de humedad	12	IV uniones y ausencia
Purgador automático	12	CF y limpieza
Purgador manual botellín	6	Vaciar el aire del
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado presión	6	Comprobación de la
Vaso de expansión abierto nivel	6	Comprobación del
Sistema de llenado	6	CF actuación
Válvula de corte y cerrar) para evitar agarrotamiento	12	CF actuaciones (abrir

Válvula de seguridad	12	CF actuación
----------------------	----	--------------

IV: Inspección visual

CF: Control funcionamiento

SISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL

<u>Equipo</u>	<u>Frecuencia</u> <u>(meses)</u>	<u>Descripción</u>
Cuadro eléctrico siempre bien cerrado para que no entre polvo	12	Comprobar que está
Control diferencial	12	CF actuación
Termostato	12	CF actuación
Verificación del sistema de medida	12	CF actuación

CF: Control funcionamiento

SISTEMA DE ENERGIA AUXILIAR

<u>Equipo</u>	<u>Frecuencia</u> <u>(meses)</u>	<u>Descripción</u>
Sistema auxiliar	12	CF actuación
Sondas de temperatura	12	CF actuación

CF: Control funcionamiento

Nota: Para las instalaciones menores de 20 m² se realizarán conjuntamente en la inspección anual las labores del plan de mantenimiento que tienen una frecuencia de 6 y 12 meses. No se incluyen los trabajos propios del mantenimiento del sistema auxiliar.

3.4.3. Programa de gestión energética

La empresa mantenedora realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de calor en función de su potencia térmica nominal instalada, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades indicadas a continuación:

Periodicidad

<u>Medidas de generadores de calor</u>			<u>20 kW</u>
<u>< P < 70 kW</u>	<u>70 kW < P < 1000 kW</u>	<u>P > 1000 kW</u>	
	- Temperatura o presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor		cada
dos años	cada 3 meses	una vez al mes	
	- Temperatura ambiente del local o sala máquinas		cada
dos años	cada 3 meses	una vez al mes	
	- Temperatura de los gases de combustión		cada
dos años	cada 3 meses	una vez al mes	
	- Contenido CO y CO2 en productos combustión		cada
dos años	cada 3 meses	una vez al mes	
	- Índice opacidad de humos en comb. sólidos o líquidos y de contenido de partículas sólidas en comb. sólidos		cada dos años
cada 3 meses	una vez al mes		
	- Tiro en caja de humos de la caldera		cada dos años
cada 3 meses	una vez al mes		

En las instalaciones de energía solar térmica con superficie de apertura de captación mayor que 20 m² se realizará un seguimiento periódico del consumo de agua caliente sanitaria y de la contribución solar, midiendo y registrando los valores. Una vez al año se realizará una verificación del cumplimiento de la exigencia que figura en el DB HE 4 del CTE.

La empresa mantenedora asesorará al titular, recomendando mejoras o modificaciones de la instalación así como en su uso y funcionamiento que redunden en una mayor eficiencia energética.

Además, en instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, la empresa mantenedora realizará un seguimiento de la evolución del consumo de energía y de agua de la instalación térmica periódicamente, con el fin de poder detectar posibles desviaciones y tomar las medidas correctoras oportunas. Esta información se conservará por un plazo de, al menos, cinco años.

3.4.4. Instrucciones de seguridad

Las instrucciones de seguridad serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y su objetivo será reducir a límites

aceptables el riesgo de que los usuarios u operarios sufran daños inmediatos durante el uso de la instalación.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW estas instrucciones deben estar claramente visibles antes del acceso y en el interior de salas de máquinas, locales técnicos y junto a aparatos y equipos, con absoluta prioridad sobre el resto de instrucciones y deben hacer referencia, entre otros, a los siguientes aspectos de la instalación: parada de los equipos antes de una intervención; desconexión de la corriente eléctrica antes de intervenir en un equipo; colocación de advertencias antes de intervenir en un equipo, indicaciones de seguridad para distintas presiones, temperaturas, intensidades eléctricas, etc; cierre de válvulas antes de abrir un circuito hidráulico, etc.

3.4.5. Instrucciones de manejo y maniobra

Las instrucciones de manejo y maniobra, serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y deben servir para efectuar la puesta en marcha y parada de la instalación, de forma total o parcial, y para conseguir cualquier programa de funcionamiento y servicio previsto.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW estas instrucciones deben estar situadas en lugar visible de la sala de máquinas y locales técnicos y deben hacer referencia, entre otros, a los siguientes aspectos de la instalación; secuencia de arranque de bombas de circulación; limitación de puntas de potencia eléctrica, evitando poner en marcha simultáneamente varios motores a plena carga; utilización del sistema de enfriamiento gratuito en régimen de verano y de invierno.

3.4.6. Instrucciones de funcionamiento

El programa de funcionamiento, será adecuado a las características técnicas de la instalación concreta con el fin de dar el servicio demandado con el mínimo consumo energético.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW comprenderá los siguientes aspectos:

- Horario de puesta en marcha y parada de la instalación.
- Orden de puesta en marcha y parada de los equipos.
- Programa de modificación del régimen de funcionamiento.
- Programa de paradas intermedias del conjunto o de parte de equipos.

- Programa y régimen especial para los fines de semana y para condiciones especiales de uso del edificio o de condiciones exteriores excepcionales.

3.5. Inspección

3.5.1. Inspecciones periódicas de eficiencia energética

Serán inspeccionados los generadores de calor de potencia térmica nominal instalada igual o mayor que 20 kW. La inspección del generador de calor comprenderá:

- Análisis y evaluación del rendimiento. En las sucesivas inspecciones o medidas el rendimiento tendrá un valor no inferior a 2 unidades con respecto al determinado en la puesta al servicio.
- Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento que se establecen en IT.3, relacionadas con el generador de calor, para verificar su realización periódica, así como el cumplimiento y adecuación del "Manual de Uso y Mantenimiento" a la instalación existente.
- La inspección incluirá la instalación de energía solar y comprenderá la evaluación de la contribución solar mínima en la producción de ACS y calefacción solar.

Para instalaciones de más de 20 kW y 15 años de antigüedad se realizará una inspección completa.

3.5.2. Periodicidad de las inspecciones de eficiencia energética

Los generadores de calor con potencia térmica nominal instalada igual o mayor que 20 kW, se inspeccionarán de acuerdo a la periodicidad siguiente:

<u>Potencia térmica nominal (kW)</u>	<u>Tipo de combustibles</u>
20 ≤ P ≤ 70	Gases y combustibles
renovables	Cada 5 años
	Otros combustibles
Cada 5 años	

- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra “Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A”, Report EUR16338 EN.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

3.6.4. Integración arquitectónica

En el caso de pretender realizar una instalación integrada desde el punto de vista arquitectónico, la Memoria de Diseño o Proyecto especificarán las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las soluciones elegidas.

Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.

Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efectos sobre la estructura, etc.

3.7. Componentes y materiales fotovoltaicos

3.7.1. 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.

3.7.2. Sistemas 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.

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.

3.7.3. Estructura soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir

cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias vigentes en materia de edificación.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejad. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

3.7.4. 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% superiores 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.

3.7.5. 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 engancho 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.

3.7.6. Conexión a red

Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

3.7.7. Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

3.7.8. Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

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.

3.7.9. Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

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.

3.7.10. Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

3.7.11. 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.

Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de telemedida. La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y telemedida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.

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.

3.8. 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, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I.

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.

3.9. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

3.9.1. Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la misma, con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

3.9.2. Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia de hasta 100 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

3.9.3. Garantías

3.9.3.1. Ámbito general de la garantía

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

3.9.3.2. Plazos

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 10 años.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

3.9.3.3. Condiciones económicas

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no

cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

3.9.3.4. Anulación de la garantía

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

3.9.3.5. Lugar y tiempo de la prestación

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 10 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 10 días naturales.

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

4. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

4.1. Prevención de riesgos laborales

4.1.1. Introducción

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

4.1.2. Derechos y obligaciones

4.1.2.1. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

4.1.2.2. Principios de la acción preventiva

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

4.1.2.3. Evaluación de los riesgos

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.

- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
 - o Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
 - o Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
 - o Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
 - o Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:

- Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

4.1.2.4. Equipos de trabajo y medios de protección

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

4.1.2.5. Información, consulta y participación de los trabajadores

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

4.1.2.6. Formación de los trabajadores

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

4.1.2.7. Medidas de emergencia

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

4.1.2.8. Riesgo grave e inminente

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

4.1.2.9. Vigilancia de la salud

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

4.1.2.10. Documentación

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

4.1.2.11. Coordinación de actividades empresariales

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

4.1.2.12. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

4.1.2.13. Protección de la maternidad

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que

puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

4.1.2.14. Protección de los menores

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

4.1.2.15. Relaciones de trabajos temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

4.1.2.16. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.

- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

4.1.3. Servicios de prevención

4.1.3.1. Protección y prevención de riesgos profesionales

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

4.1.3.2. Servicios de prevención

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

4.1.4. Consulta y participación de los trabajadores

4.1.4.1. Consulta de los trabajadores

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

4.1.4.2. Derechos de participación y representación

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

4.1.4.3. Delegados de prevención

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

4.2. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

4.2.1. Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo*, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **486/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo**, entendiéndose como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

4.2.2. Obligaciones del empresario

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

4.2.2.1. Condiciones constructivas

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin

solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m³ por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que

su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparataje eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcasas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

4.2.2.2. Orden, limpieza y mantenimiento. señalización

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

Condiciones ambientales:

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
 - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
 - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
 - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m³ de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m³ en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

4.2.2.3. Iluminación

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.

- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

4.2.2.4. Servicios higiénicos y locales de descanso

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

4.2.2.5. Material y locales de primeros auxilios

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tinctura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua,

torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

4.3. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

4.3.1. Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las *normas reglamentarias* las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las *disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo*, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

4.3.2. Obligación general del empresario

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

4.4. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

4.4.1. Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

4.4.2. Obligación general del empresario

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

4.4.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

4.4.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor

de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

4.4.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

4.4.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y anti impactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores anti desprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos anti ruido y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

4.4.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa anti proyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad anti proyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldador o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas anti retroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

4.5. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción

4.5.1. Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**, entendiéndose como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento**.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450759,08 euros.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un *estudio básico de seguridad y salud*. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

4.5.2. Estudio básico de seguridad y salud

4.5.2.1. Riesgos más frecuentes en las obras de construcción

Los *Oficios* más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjás.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.

- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

4.5.2.2. Medidas preventivas de carácter general

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos

(vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior

a 60 cm (3 tablonos trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

4.5.2.3. Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonés, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de pallets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Alicatados.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablones, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

Montaje de vidrio.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.

- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.

- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.

- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

Instalación de antenas y pararrayos.

Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.

Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según detalle de planos.

Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma "momentánea", se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

4.5.3. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

4.6. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

4.6.1. Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las *normas de desarrollo reglamentario* las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

4.6.2. Obligaciones generales del empresario

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

4.6.2.1. Protectores de la cabeza

Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.

Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.

Gafas de montura universal contra impactos y anti polvo.

Mascarilla anti polvo con filtros protectores.

Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

4.6.2.2. Protectores de manos y brazos

Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).

Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.

Guantes dieléctricos para B.T.

Guantes de soldador.

Muñequeras.

Mango aislante de protección en las herramientas.

4.6.2.3. Protectores de pies y piernas

Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.

Botas dieléctricas para B.T.

Botas de protección impermeables.

Polainas de soldador.

Rodilleras.

4.6.2.4. Protectores del cuerpo

Crema de protección y pomadas.

Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.

Traje impermeable de trabajo.

Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.

Fajas y cinturones anti vibraciones.

Pértiga de B.T.

Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.

Linterna individual de situación.

Comprobador de tensión.

PRESUPUESTO

5. PRESUPUESTO

Presupuesto parcial n° 1 INSTALACION SOLAR TERMICA Y CALDERA DE BIOMASA

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

1.1.- CAPTACION SOLAR TERMICA

1.1.1	Ud	Sistema de captación solar térmica compuesto por 159 módulos dispuestos en 53 hileras de 3 captadores. Captadores Marca Vaillant modelo VFK 145H.			
-------	----	---	--	--	--

			Total Ud	1,000	290.799,46	290.799,46
--	--	--	----------------	-------	------------	------------

Total subcapítulo 1.1.- CAPTACION SOLAR TERMICA: 290.799,46

1.2.- MAQUINARIA

1.2.1	Ud	Acumulador de acero vitrificado, de suelo, 2000 l, presión máxima del depósito 8 bar y temperatura máxima 90°C, de la marca VAILLANT modelo VIH 2000.			
-------	----	---	--	--	--

			Total Ud	1,000	3.999,39	3.999,39
--	--	--	----------------	-------	----------	----------

1.2.2	Ud	Acumulador de acero vitrificado, de 500 l presión máxima de 8 bares y temperatura máxima de 95°C, de la marca THERMOR modelo CLORHYDRO 500.			
-------	----	---	--	--	--

			Total Ud	1,000	1.240,97	1.240,97
--	--	--	----------------	-------	----------	----------

1.2.3	Ud	Intercambiador de placas desmontables de acero, marca CIRPIANI modelo s020+, 200 kW para circuito caldera piscina.			
-------	----	--	--	--	--

			Total Ud	1,000	1.816,54	1.816,54
--	--	--	----------------	-------	----------	----------

1.2.4	Ud	Intercambiador de placas de acero inoxidable AISI 316, marca CIPRIANI modelo s020+ de 30 kW para circuito caldera ACS.			
-------	----	--	--	--	--

			Total Ud	1,000	313,24	313,24
--	--	--	----------------	-------	--------	--------

1.2.5	Ud	Intercambiador de placas desmontables de acero inoxidable, marca CIPRIANI modelo s020+ de 30 kW para circuito solar ACS.			
-------	----	--	--	--	--

			Total Ud	1,000	1.180,92	1.180,92
--	--	--	----------------	-------	----------	----------

1.2.6	Ud	Intercambiador de placas de acero inoxidable AISI 316, potencia 200 kW, marca CIPRIANI modelo s070+, para circuito solar de piscina.			
-------	----	--	--	--	--

			Total Ud	1,000	1.499,38	1.499,38
1.2.7	Ud	Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 25 l de la marca SEDICAL modelo NG25/6.				
			Total Ud	1,000	91,43	91,43
1.2.8	Ud	Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, de capacidad 50 l de la marca SEDICAL modelo NG50/6.				
			Total Ud	1,000	147,05	147,05
1.2.9	Ud	Vaso de expansión cerrado con una capacidad de 200 l de la marca SEDICAL modelo S200.				
			Total Ud	1,000	486,63	486,63
1.2.10	Ud	Sistema de alimentación de pellets, para caldera de biomasa compuesto por extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 7 m de longitud, motor de accionamiento de 0.75 kW, y 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U";				
			Total Ud	1,000	35.204,22	35.204,22
1.2.11	Ud	Caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de P.Nominal 240 kW.				
			Total Ud	1,000	107.204,22	107.204,22
1.2.12	Ud	Bomba de llenado de rotor húmedo, In-Line, marca Grundfos, modelo CRK-4/20-2				
			Total Ud	2,000	1.934,66	3.869,32
1.2.13	Ud	Electrobomba centrífuga vertical In-Line, (2900 r.p.m.) con una potencia de 3 kW. marca Grundfos, modelo TP serie 1000 32-380/2.Circuito solar primario Piscina				
			Total Ud	1,000	1.885,21	1.885,21
1.2.14	Ud	Bomba circuladora , In-Line, con una potencia de 180 W, marca Grundfos, modelo TP 50-30-4. Circuito solar secundario Piscina.				
			Total Ud	1,000	1.615,39	1.615,39
1.2.15	Ud	Electrobomba centrífuga In-Line, con una potencia de 2,2 kW marca Grundfos , modelo TP32-320-2. Circuito primario Solar ACS				
			Total Ud	1,000	880,73	880,73

1.2.16	Ud	Bomba circuladora simple, con una potencia de 0,18 kW de la marca Grundfos , modelo TP 25-80-2. Circuito secundario Solar ACS.	Total Ud: 1,000	949,77	949,77
1.2.17	Ud	Electrobomba centrífuga vertical In-Line, con una potencia de 0,25 kW. marca Grundfos, modelo TP 25-50-2. Circuito Primario Caldera ACS.	Total Ud: 1,000	1.614,01	1.614,01
1.2.18	Ud	Electrobomba centrífuga, con una potencia de 0,25 kW, marca Grundfos modelo TP 32-80-4. Circuito Primario Caldera Piscina.	Total Ud: 1,000	769,23	769,23
1.2.19	Ud	Bomba circuladora simple, con una potencia de 0,25 kW, marca Grundfos modelo TP 32-60-2. Circuito Secundario Caldera ACS.	Total Ud: 1,000	776,02	776,02
1.2.20	Ud	Bomba circuladora, con una potencia de 0,37 kW, marca Grundfos modelo TP 32-120-2. Circuito Secundario Caldera Piscina.	Total Ud: 1,000	1.500,87	1.500,87
1.2.21	Ud	Montaje y Suministro de Sistema de Regulación y Control, formado por sondas de inmersión, válvulas motorizadas de tres vías, válvulas de regulación de caudal dos vías, válvulas de equilibrado, Sondas de inmersión, Manómetros, Contador de Caudal. Criterio de medición según planos. Totalmente conexionado y montado	Total Ud: 1,000	8.650,25	8.650,25
1.2.22	Ud	DEPÓSITO DE LLENADO DE 800 l marca Sedical o similar para llenado de circuito primario de instalación Solar Térmica.	Total UD: 1,000	1.390,50	1.390,50

Total subcapítulo 1.2.- MAQUINARIA: 74.503,9

2

1.3.- TUBERÍAS

- 1.3.1 M Circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido, de 16/18 mm de diámetro, colocada superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. incluye parte proporcional de piezas singulares (codos, válvulas de seguridad y válvulas de retención). Totalmente montado y conexionado.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
IDA	1	30,57			30,570	
RETORNO	1	30,57			30,570	
					61,140	61,140
Total m: 61,140					20,16	1.232,58

- 1.3.2 M Circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro, colocada superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. incluye parte proporcional de piezas singulares (codos, válvulas de seguridad y válvulas de retención). Totalmente montado y conexionado.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
IDA	1	30,57			30,570	
RETORNO	1	30,57			30,570	
					61,140	61,140
Total m: 61,140					23,26	1.422,12

- 1.3.3 M Circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido, de 26/28 mm de diámetro, colocada superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. incluye parte proporcional de piezas singulares (codos, válvulas de seguridad y válvulas de retención). Totalmente montado y conexionado.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
IDA	1	61,14			61,140	

RETORNO	1	61,14			61,140	
						122,280
						122,280

Total m: 122,280 27,35 3.344,36

1.3.4 M Circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido, de 33/35 mm de diámetro, colocada superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. incluye parte proporcional de piezas singulares (codos, válvulas de seguridad y válvulas de retención). Totalmente montado y conexionado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
IDA	1	25,57			25,570	
RETORNO	1	25,57			25,570	
						51,140

Total m: 51,140 32,59 1.666,65

1.3.5 M Circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido, de 40/42 mm de diámetro, colocada superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. incluye parte proporcional de piezas singulares (codos, válvulas de seguridad y válvulas de retención). Totalmente montado y conexionado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
IDA	1	13,13			13,130	
RETORNO	1	13,13			13,130	
						26,260

Total m: 26,260 36,75 965,06

- 1.3.6 M Circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido, de 51/54 mm de diámetro, colocada superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. incluye parte proporcional de piezas singulares (codos, válvulas de seguridad y válvulas de retención). Totalmente montado y conexionado.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
IDA	1	52,52			52,520	
RETORNO	1	52,52			52,520	
					105,040	105,040
Total m: 105,040					48,39	5.082,89

- 1.3.7 M Circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido, de 61/64 mm de diámetro, colocada superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. incluye parte proporcional de piezas singulares (codos, válvulas de seguridad y válvulas de retención). Totalmente montado y conexionado.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
IDA	1	26,26			26,260	
RETORNO	1	26,26			26,260	
					52,520	52,520
Total m: 52,520					75,67	3.974,19

- 1.3.8 M Tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de cobre rígido, de 51/54 mm de diámetro, colocada superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluye parte proporcional de piezas singulares (codos, válvulas de seguridad y válvulas de retención). Totalmente montado y conexionado.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
IDA	1	5,00			5,000	

RETORNO	1	5,00			5,000	
						10,000
						10,000
					Total m: 10,000	57,99 579,90

1.3.9 M Tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de cobre rígido, de 61/64 mm de diámetro, colocada superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluye parte proporcional de piezas singulares (codos, válvulas de seguridad y válvulas de retención). Totalmente montado y conexionado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
IDA	1	65,00			65,000	
RETORNO	1	65,00			65,000	
						130,000
						130,000
					Total m: 130,000	87,57 11.384,10

1.3.10 M Tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro, colocada superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluye parte proporcional de piezas singulares (codos, válvulas de seguridad y válvulas de retención). Totalmente montado y conexionado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
IDA	1	5,00			5,000	
RETORNO	1	5,00			5,000	
						10,000
						10,000
					Total m: 10,000	26,99 269,90

1.3.11 M Tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de cobre rígido, de 26/28 mm de diámetro, colocada superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluye parte proporcional de piezas singulares (codos, válvulas de seguridad y válvulas de retención). Totalmente montado y conexionado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
IDA	1	10,00			10,000	
RETORNO	1	10,00			10,000	
					20,000	20,000
Total m: 20,000					32,16	643,20

1.3.12 M Circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido, de 63.7/66.7 mm de diámetro, colocada superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. incluye parte proporcional de piezas singulares (codos, válvulas de seguridad y válvulas de retención). Totalmente montado y conexionado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
IDA	1	44,00			44,000	
RETORNO	1	44,00			44,000	
					88,000	88,000
Total m: 88,000					81,13	7.139,44

Total subcapítulo 1.3.- TUBERÍAS: 37.704,39

Total presupuesto parcial nº 1 INSTALACION SOLAR TERMICA Y CALDERA DE BIOMASA : 403.007,77

Presupuesto parcial nº 2 INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1.- CAPTACION SOLAR FOTOVOLTAICA					

2.1.1	<p>Ud Suministro e instalación de sistema de captación solar fotovoltaica compuesto por 98 Paneles solares marca UPSOLAR, MODELO UP-M350M, con tecnología de 72 células de silicio monocristalino y rendimiento del 20,46%. marco de aleación de aluminio anodizado color plata. aislamiento eléctrico clase II, cajas de conexiones grado de protección IP6 con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico, sin incluir la estructura soporte. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Colocación y fijación del módulo. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	<p>Total Ud: 1,000 34.252,51 34.252,51</p>
2.1.2	<p>Ud Suministro y montaje de Inversor central trifásico para conexión a red, modelo MARCA EURENER MODELO NEOS 33 con potencia nominal de 33kW , eficiencia máxima 96%.</p>	<p>Total Ud: 1,000 22.549,64 22.549,64</p>
Total subcapítulo 2.1.- CAPTACION SOLAR FOTOVOLTAICA:		56.802,15

2.2.- INSTALACION ELECTRICA

2.2.1	<p>M Suministro e instalación de cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x6 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Tendido del cable. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	<p>Total m: 215,000 3,35 720,25</p>
-------	---	---

- 2.2.2 M Suministro e instalación de cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3x35 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.**
- Incluye: Tendido del cable. Conexionado.**
- Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.**
- Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.**
- | | | | | |
|--|----------------------|---------------|--------------|-----------------|
| | Total m | 50,000 | 36,90 | 1.845,00 |
|--|----------------------|---------------|--------------|-----------------|
- 2.2.3 M Suministro e instalación de cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4x35 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.**
- Incluye: Tendido del cable. Conexionado.**
- Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.**
- Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.**
- | | | | | |
|--|----------------------|----------------|--------------|-----------------|
| | Total m | 112,000 | 21,75 | 2.436,00 |
|--|----------------------|----------------|--------------|-----------------|
- 2.2.4 M Suministro e instalación de canalización fija en superficie de bandeja perforada de PVC rígido, de 60x75 mm. Incluso p/p de accesorios. Totalmente montada.**
- Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja.**
- Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.**
- Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.**
- | | | | | |
|--|----------------------|----------------|-------------|-----------------|
| | Total m | 112,000 | 9,28 | 1.039,36 |
|--|----------------------|----------------|-------------|-----------------|
- 2.2.5 Ud Suministro y montaje de Cuadro Salida Inversor con capacidad para 16 elementos con envolvente metálica IK10 e IP65. Compuesto por : 4 IMag 4X63 A, y Idif 4X63 a 30 mA. Totalmente montado y conexionado.**
- | | | | | |
|--|-----------------------|--------------|---------------|---------------|
| | Total UD | 1,000 | 360,50 | 360,50 |
|--|-----------------------|--------------|---------------|---------------|

2.2.6	Ud Suministro y montaje Cuadro de Conmutación de envolvente metálica compuesto por conmutador de conexión red-generador con sistema de sincronismo.vTotalmente montado y conexionado.	Total UD	1,000	690,10	690,10
2.2.7	Ud Suministro y montaje de Cuadro de baja tensión de piscina con envolvente metálica IK10 e IP65 Compuesto por dispositivos de mando y protección necesaria para la instalación eléctrica del edificio de piscina cubierta. Totalmente montado y conexionado.	Total UD	1,000	1.287,50	1.287,50
2.2.8	Ud Suministro y montaje de Caja de protección y medida (CPM)con envolvente de fibra de vidrio IK10 e IP65 compuesta por contador trifásico bidireccional y fusibles de seguridad de 63 A. Totalmente montado y conexionado.	Total UD	1,000	412,00	412,00
2.2.9	Ud Suministro y montaje de Caja de conexión de corriente continua con envolvente metálica IK10 e IP65 de dimensiones: 0,75x0,5x0,25. Totalmente montado y conexionado.	Total UD	1,000	80,25	80,25
Total subcapítulo 2.2.- INSTALACION ELECTRICA:					8.870,96
Total presupuesto parcial n° 2 INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA					65.673,11
					:

Presupuesto parcial n° 3 SEGURIDAD Y SALUD

N°	Ud Descripción	Medición	Precio	Importe	
3.1	Ud Plataforma metálica volada para descarga de materiales.	Total Ud	2,000	34,23	68,46
3.2	M Barandilla de protección de perímetro de forjados, con guarda cuerpos de seguridad y barandilla y rodapié metálicos.	Total m	60,000	7,18	430,80
3.3	M Red vertical de seguridad tipo V con pescante tipo horca, primera puesta.	Total m	60,000	14,06	843,60
3.4	Ud Casco de seguridad.				

		Total Ud	5,000	3,36	16,80
3.5	Ud Cinturón de seguridad de suspensión con un punto de amarre.				
		Total Ud	5,000	16,11	80,55
3.6	Ud Equipo de arnés simple de seguridad anti caídas.				
		Total Ud	5,000	19,11	95,55
3.7	Ud Dispositivo anti caídas para sujeción a cuerda de poliamida de 16 mm.				
		Total Ud	5,000	67,87	339,35
3.8	M Cuerda guía anti caídas de poliamida de 16 mm de diámetro.				
		Total m	60,000	4,51	270,60
3.9	Ud Botiquín de urgencia en caseta de obra.				
		Total Ud	1,000	104,06	104,06
3.10	Ud Cartel indicativo de riesgos con soporte.				
		Total Ud	3,000	13,47	40,41
					<hr/>
		Total presupuesto parcial n° 3 SEGURIDAD Y SALUD :			2.290,18

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

1	INSTALACION SOLAR TERMICA Y CALDERA DE BIOMASA	403.007,77
1.1.-	CAPTACION SOLAR TERMICA	290.799,46
1.2.-	MAQUINARIA	74.503,92
1.3.-	TUBERÍAS	37.704,39
2	INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA	65.673,11
2.1.-	CAPTACION SOLAR FOTOVOLTAICA	56.802,15
2.2.-	INSTALACION ELECTRICA	8.870,96
3	SEGURIDAD Y SALUD	2.290,18
	Total	470.971,06

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS SETENTA MIL NOVECIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON SEIS CÉNTIMOS..

PLANOS



"TRABAJO FIN DE GRADO"
 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA
 PARA PISCINA OLÍMPICA CLIMATIZADA



Situación:
 PLAYA PARAISO, CARTAGENA

Peticionario:
 Universidad Politécnica de Cartagena

Fecha:
 ENERO 2017

Escala:
 1/200

Referencia:

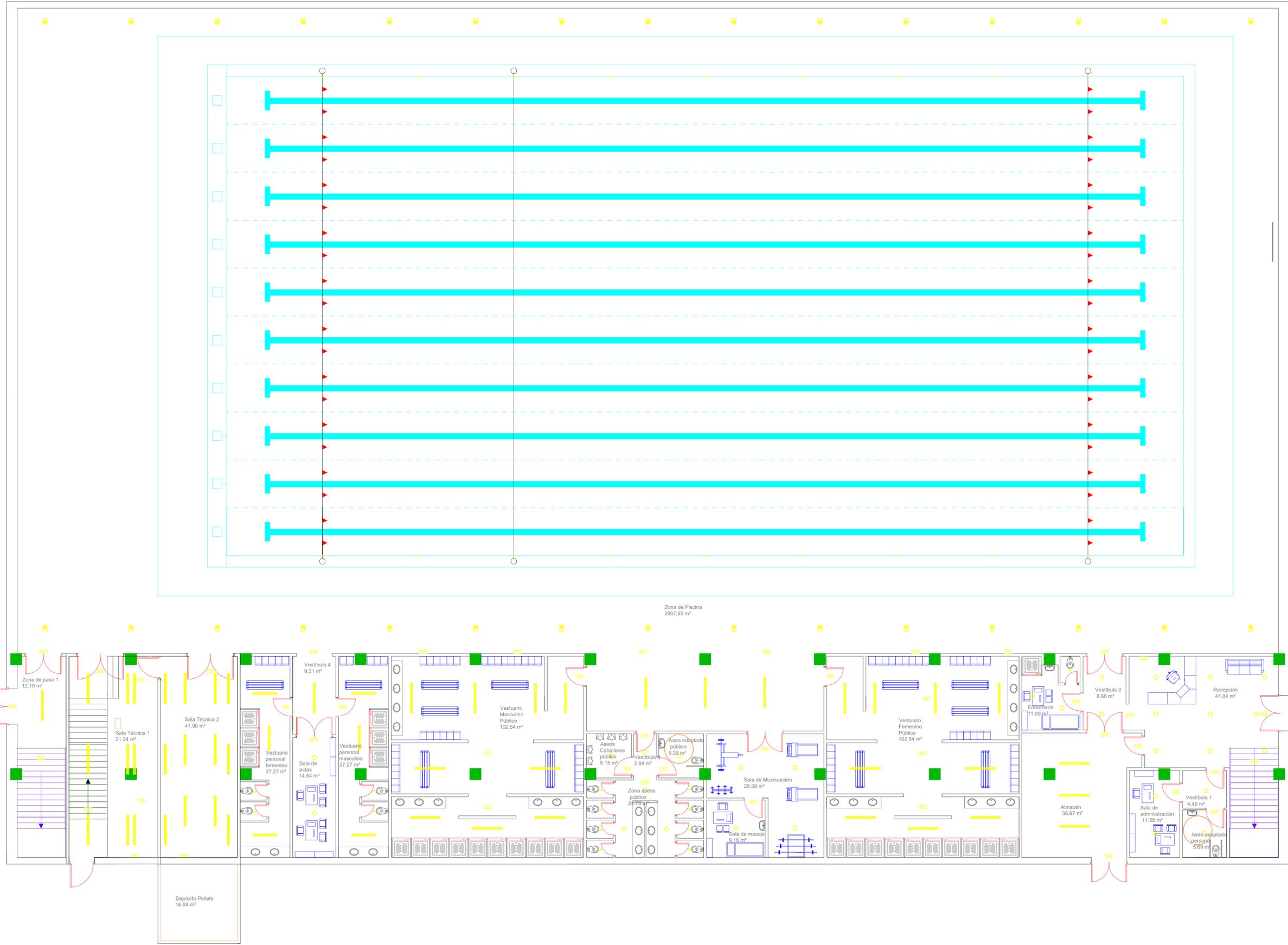
INGENIERO ELÉCTRICO

Plano nº:

Descripción:
 SITUACIÓN

Fdo: Javier Martínez Gil

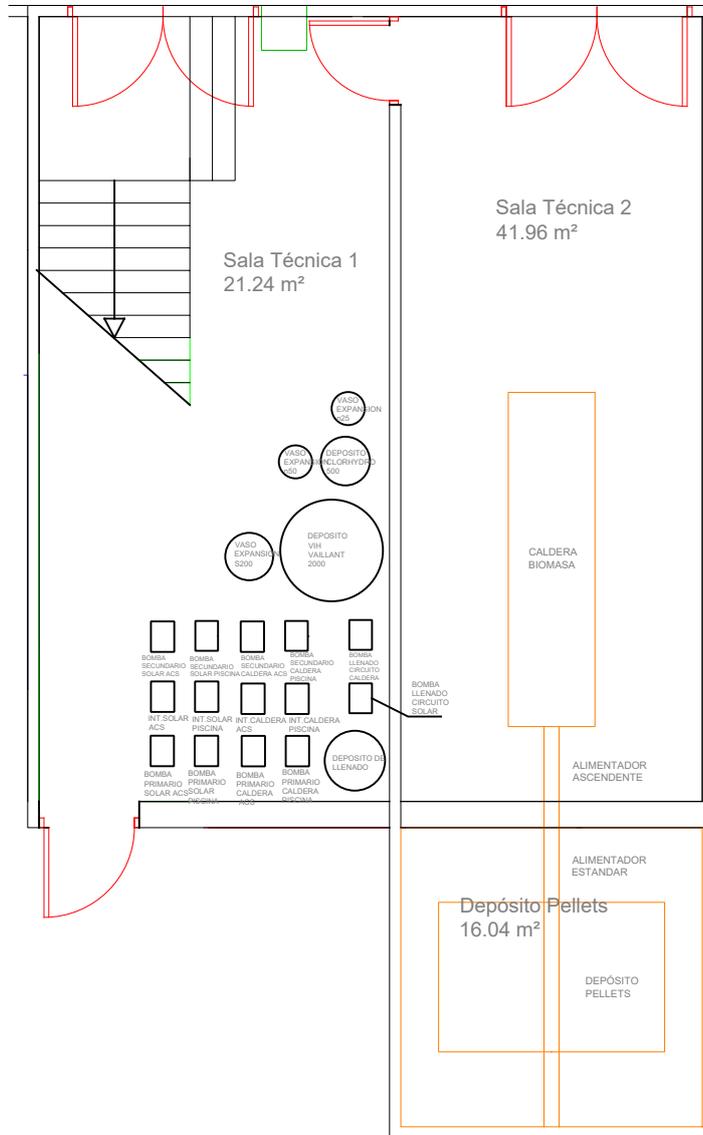
1



Planta Baja

Cuadro de Superficies	
Dependencia	m²
Recepción	41.04
Vestibulo 1	4.49
Vestibulo 2	8.66
Vestibulo 3	2.94
Vestibulo 4	9.21
Aseo Adaptado Personal	5.69
Sala de Administración	11.58
Almacén	36.97
Enfermería	11.09
Vestuario Femenino Público	102.54
Vestuario Masculino Público	102.54
Sala de Musculación	29.39
Sala de Masaje	9.16
Aseo Adaptado Público	5.29
Aseo Caballeros Público	5.15
Vestuario Femenino Personal	27.27
Vestuario Masculino Personal	27.27
Sala de actas	14.54
Zona de Paso 1	12.10
Sala Técnica 1	21.24
Sala Técnica 2	41.96
Depósito Pellets	16.04
Zona de Piscina	2267.65

<p>"TRABAJO FIN DE GRADO" INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTÁICA PARA PISCINA OLÍMPICA CLIMATIZADA</p>				
<p>Situación: PLAYA PARAISO, CARTAGENA</p>		<p>Peticionario: Universidad Politécnica de Cartagena</p>		
<p>Fecha: ENERO 2017</p>	<p>Escala: 1/100</p>	<p>Referencia:</p>	<p>INGENIERO ELÉCTRICO</p>	<p>Plano nº: 2</p>
<p>Descripción: PLANTA BAJA</p>			<p>Fdo: Javier Martínez Gil</p>	



"TRABAJO FIN DE GRADO"
INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA
PARA PISCINA OLÍMPICA CLIMATIZADA



Situación:
PLAYA PARAISO, CARTAGENA

Peticionario:
Universidad Politécnica de Cartagena

Fecha:
ENERO 2017

Escala:
1/100

Referencia:

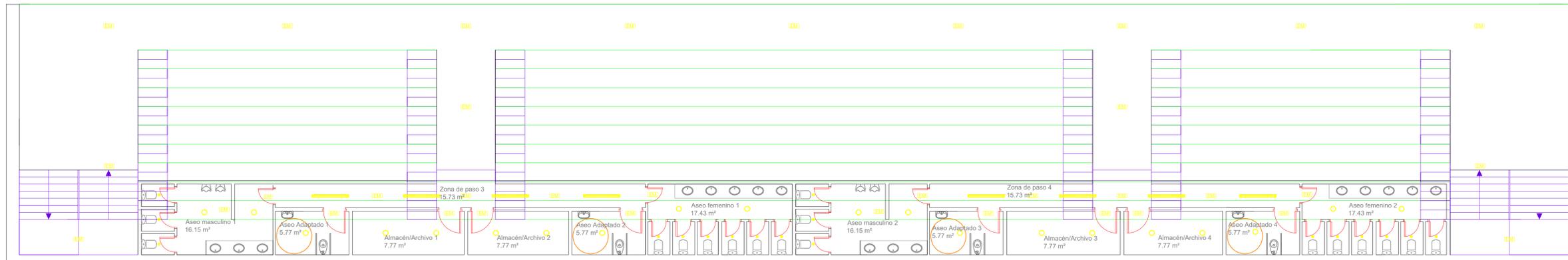
INGENIERO ELÉCTRICO

Plano nº:

Descripción:
DISTRIBUCION MAQUINARIA

Fdo: Javier Martínez Gil

2B



Cuadro de Superficies

Dependencia	m²
Zona de Paso 3	15.73
Zona de Paso 4	15.73
Aseo Adaptado 1	5.77
Aseo Adaptado 2	5.77
Aseo Adaptado 3	5.77
Aseo Adaptado 4	5.77
Aseo Femenino 1	17.43
Aseo Femenino 2	17.43
Aseo Masculino 1	16.15
Aseo Masculino 2	16.15
Almacén/Archivo 1	7.77
Almacén/Archivo 2	7.77
Almacén/Archivo 3	7.77
Almacén/Archivo 4	7.77
Zona de Gradas	319.76

"TRABAJO FIN DE GRADO" INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTÁICA PARA PISCINA OLÍMPICA CLIMATIZADA				
Situación: PLAYA PARAISO, CARTAGENA		Peticionario: Universidad Politécnica de Cartagena		
Fecha: ENERO 2017	Escala: 1/100	Referencia:	INGENIERO ELÉCTRICO	Plano nº: 3
Descripción: PLANTA ALTILLO			Fdo: Javier Martínez Gil	

67

46,59

Bajada hasta el cuarto de instalaciones, donde se encuentra el Inversor

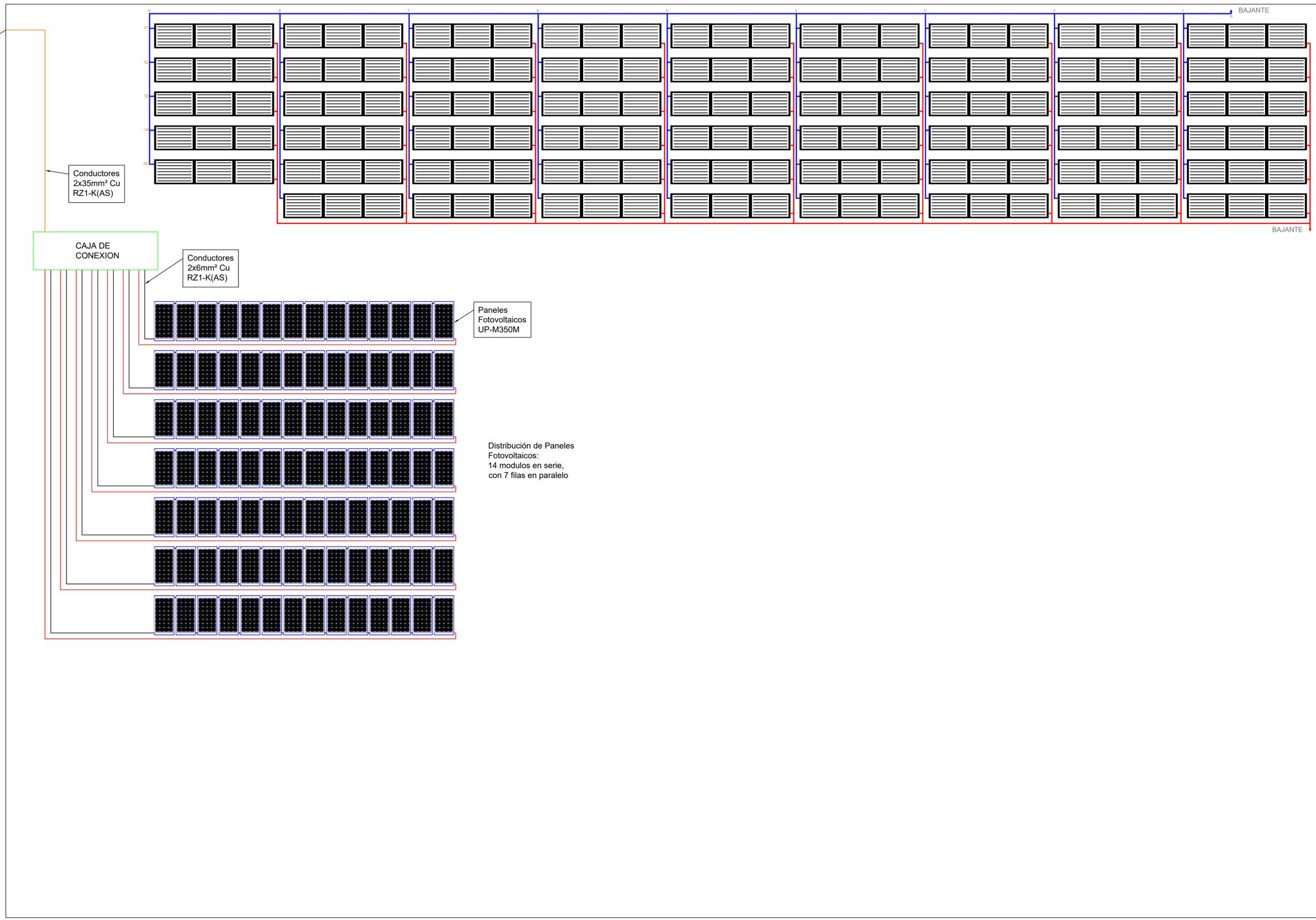
Conductores 2x35mm² Cu RZ1-K(AS)

CAJA DE CONEXION

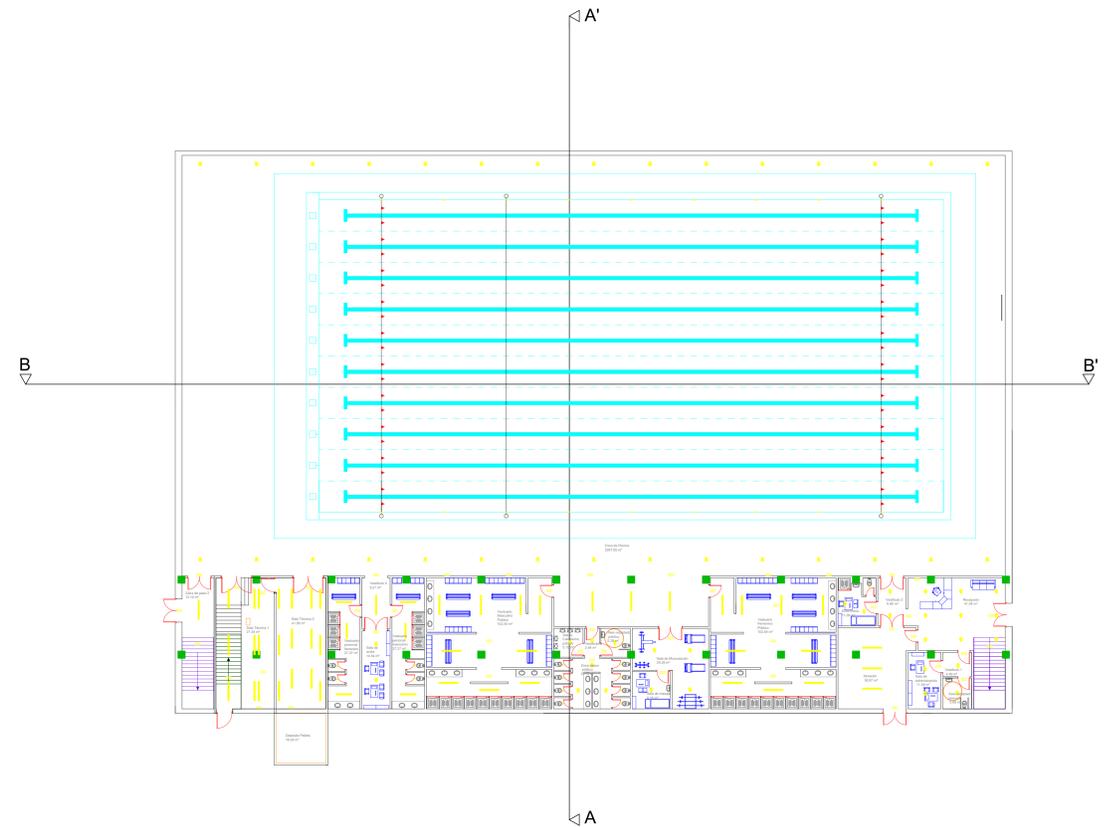
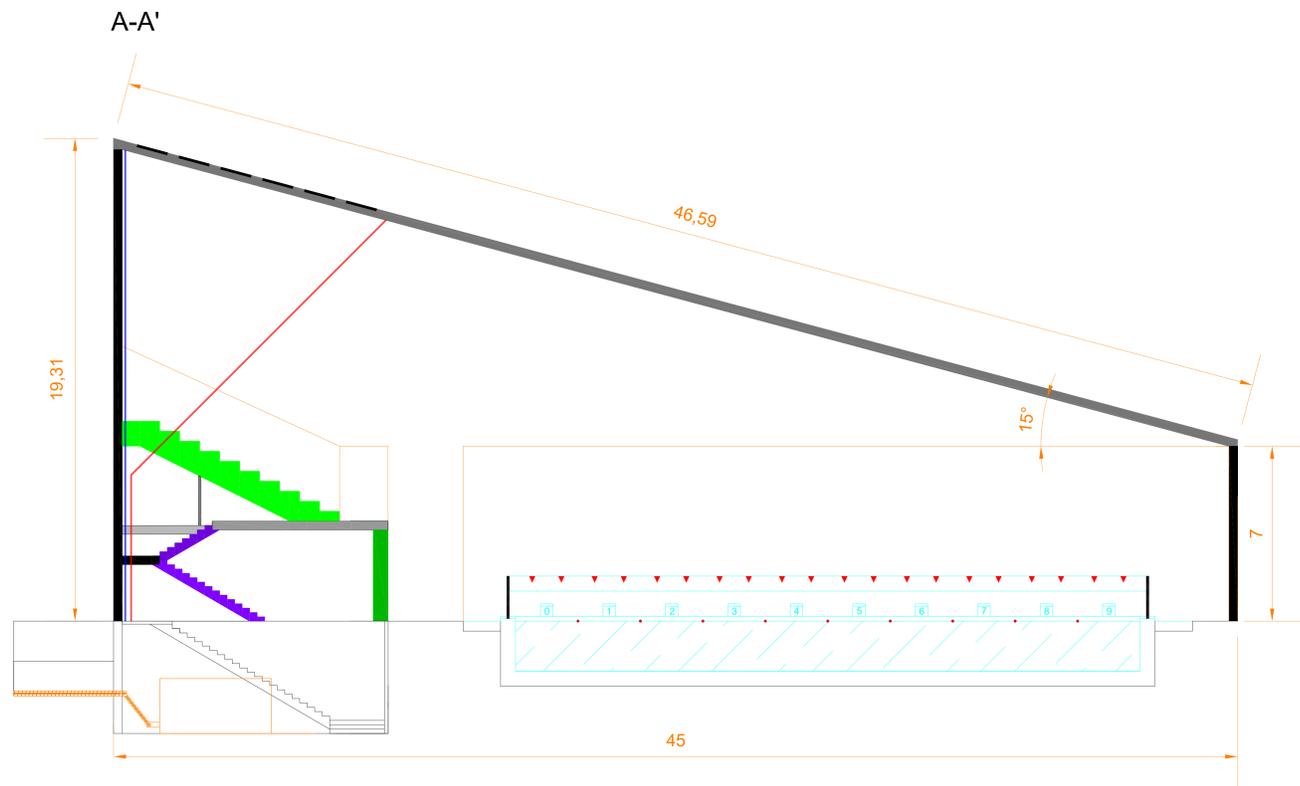
Conductores 2x6mm² Cu RZ1-K(AS)

Paneles Fotovoltaicos UP-M350M

Distribución de Paneles Fotovoltaicos:
14 módulos en serie,
con 7 filas en paralelo

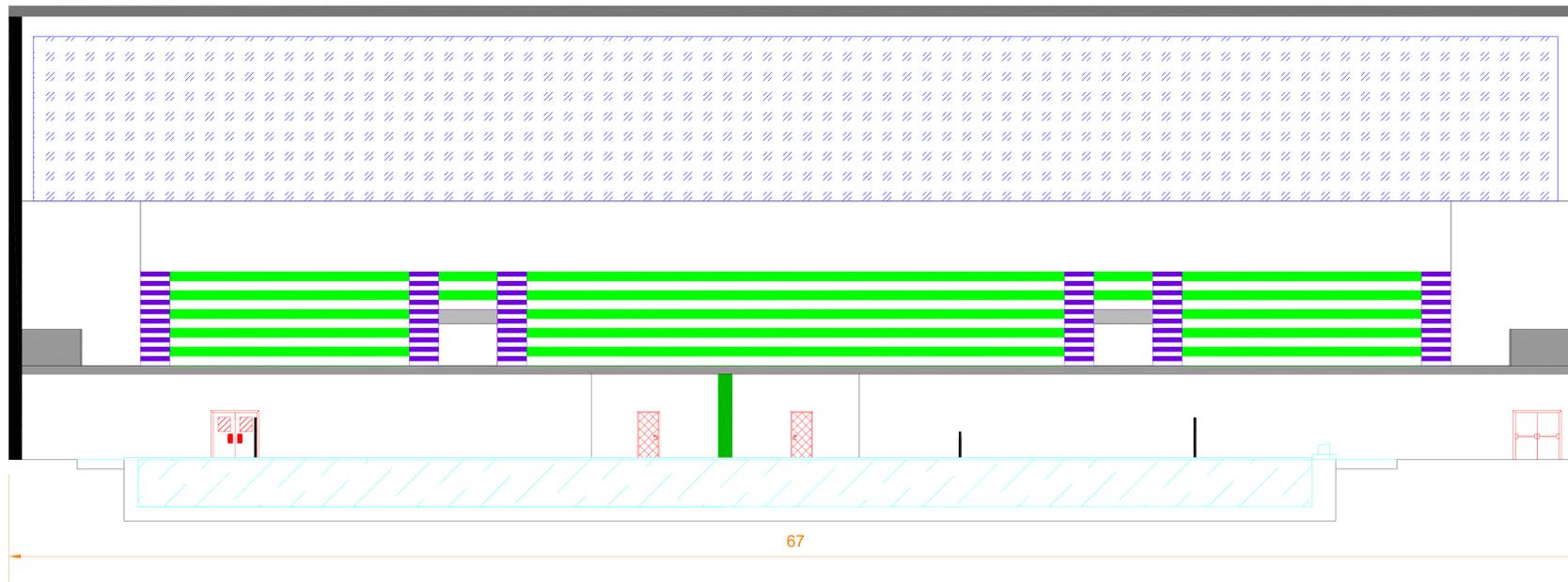


"TRABAJO FIN DE GRADO" INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA PARA PISCINA OLÍMPICA CLIMATIZADA				
Situación: PLAYA PARAISO, CARTAGENA		Peticiónario: Universidad Politécnica de Cartagena		
Fecha: ENERO 2017	Escala: 1/100	Referencia:	INGENIERO ELÉCTRICO	
PLANTA CUBIERTA			Fdo: Javier Martínez Gil	Plano nº: 4



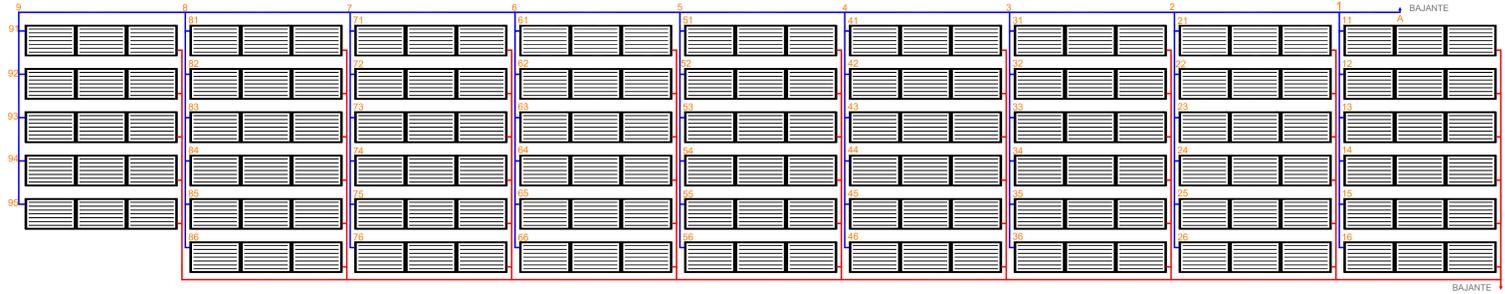
E:1/400

B-B'



<p>"TRABAJO FIN DE GRADO" INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA PARA PISCINA OLÍMPICA CLIMATIZADA</p>				
<p>Situación: PLAYA PARAISO, CARTAGENA</p>		<p>Peticionario: Universidad Politécnica de Cartagena</p>		
<p>Fecha: ENERO 2017</p>	<p>Escala: 1/100</p>	<p>Referencia:</p>	<p>INGENIERO ELÉCTRICO</p>	<p>Plano nº: 5</p>
<p>Descripción: SECCIONES</p>			<p>Fdo: Javier Martínez Gil</p>	

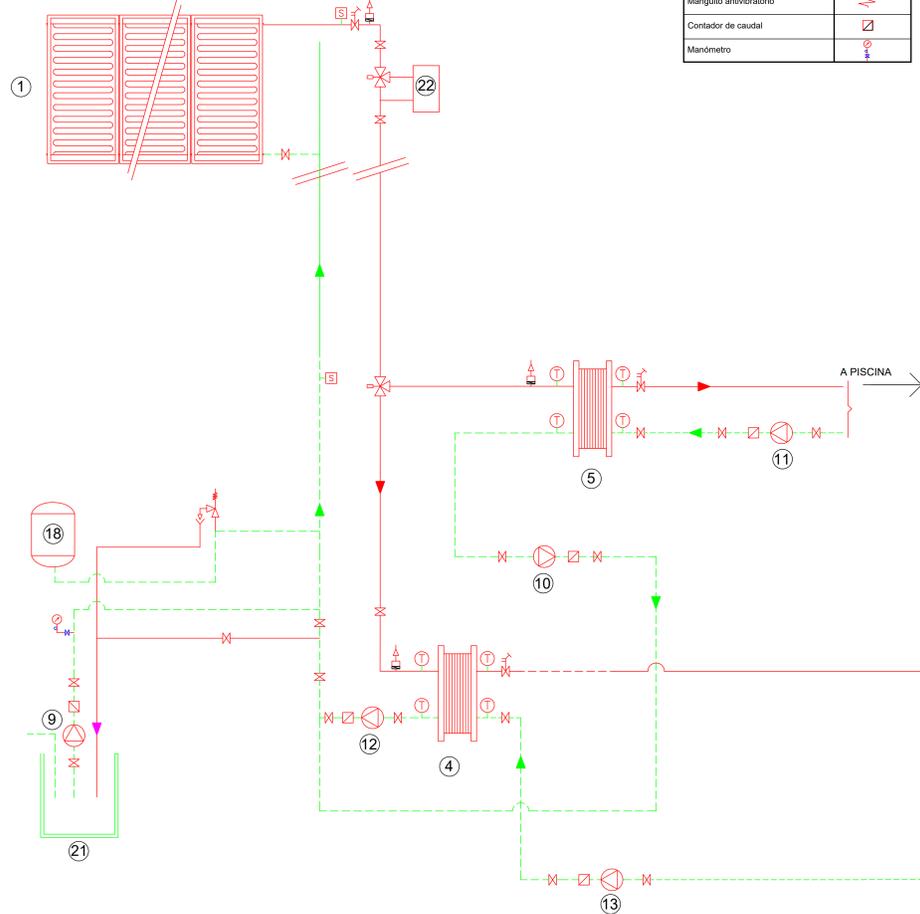
ESQUEMA CIRCUITO PRIMARIO SOLAR



Leyenda de Símbolos	
DENOMINACIÓN	SÍMBOLO
Sonda de Temperatura	⊕
Válvula de esfera	⊗
Válvula de compuerta	⊕
Válvula de Retención	⊗
Válvula de Equilibrado	⊕
Sonda de inmersión	⊕
Válvula de dos vías	⊕
Válvula de tres vías	⊕
Purgador	⊕
Manguito antivibratorio	⊕
Contador de caudal	⊕
Manómetro	⊕

Leyenda Instalación Hidráulica	
DENOMINACIÓN	Nº
Campo de captadores solar VFK145 H Vaillant	1
Acumulador VIH 2000 Vaillant	2
Acumulador clothydro 500 Thermor	3
Intercambiador SOLAR-ACS Cipriani S020+ 30 kW	4
Intercambiador SOLAR-PISCINA Cipriani S070+ 200 kW	5
Intercambiador CALDERA-ACS Cipriani S020+ 30 kW	6
Intercambiador CALDERA-PISCINA Cipriani S020+ 200 kW	7
Caldera de Biomasa, 240 kW marca gilles, modelo HPKI-K	8
Bomba de llenado, marca Grundfos modelo CRK4-4	9
Bomba de circulación primario solar piscina, marca Grundfos modelo TP SERIE 1000 32-380/2	10
Bomba de circulación secundario solar piscina, marca Grundfos modelo TP 50-30-4	11
Bomba de circulación primario solar acs, marca Grundfos modelo TP 32-320-2	12
Bomba de circulación secundario solar acs, marca Grundfos modelo TP 25-80-2	13
Bomba de circulación primario caldera acs, marca Grundfos modelo TP 25-50-2	14
Bomba de circulación primario caldera piscina, marca Grundfos modelo TP 32-80-4	15
Bomba de circulación secundario caldera acs, marca Grundfos modelo TP 32-60-2	16
Bomba de circulación secundario caldera piscina, marca Grundfos modelo TP 32-120-2	17
Vaso de expansión solar, marca SEDICAL S200	18
Vaso de expansión caldera, marca SEDICAL NG 25/6	19
Vaso de expansión ACS, marca SEDICAL NG 50/6	20
Depósito de llenado 800 l	21
Disipador Térmico AEF10 Ferroli	22

Campo de captadores solar VFK145 H Vaillant compuesto por 159 captadores



CIRCUITO PRIMARIO SOLAR												
TRAMO	CAUDAL	LONGITUD	SINGULARIDADES	LEQUIVALENTE	L.TOTAL	VELOCIDAD	DIAMETRO INT.	DIAMETRO EXT.	PDCunit.			
INICIO	FIN	(l/h)	(l/s)	(m)	(m)	(m/s)	(mm)	(mm)	(m.c.a./m)	(m.c.a.)		
0	A	18.600	5,17	40	2 VALV. ESFERA, 1 VALV. RETENC., 4 CODOS 90º	11,6	51,6	1,62	63,7	66,7	0,039	2,023
A	1	18.600	5,17	4	TE Y REDUCCION	2,5	6,5	1,62	63,7	66,7	0,039	0,255
1	2	16.494	4,58	13,13	TE	0,8	13,93	1,57	61	64	0,039	0,544
2	3	14.389	4,00	13,13	TE	0,8	13,93	1,37	61	64	0,031	0,428
3	4	12.283	3,41	13,13	TE Y REDUCCION	2,1	15,23	1,17	61	54	0,023	0,355
4	5	10.177	2,83	13,13	TE	0,6	13,73	1,39	51	54	0,039	0,539
5	6	8.072	2,24	13,13	TE	0,6	13,73	1,10	51	54	0,026	0,359
6	7	5.966	1,66	13,13	TE Y REDUCCION	1,9	15,03	0,81	51	54	0,015	0,232
7	8	3.860	1,07	13,13	TE Y REDUCCION	1,5	14,63	0,85	40	42	0,023	0,334
8	9	1.755	0,49	13,13	TE Y REDUCCION	1,3	14,43	0,57	33	35	0,014	0,207
1	11	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
2	21	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
3	31	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
4	41	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
5	51	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
6	61	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
7	71	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
8	81	2.106	0,59	1,19	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	2,89	0,68	33	35	0,020	0,057
9	91	1.755	0,49	2,92	CURVA 90º Y REDUCCION	1,7	4,62	0,57	33	35	0,014	0,066
(1-8)1	(1-8)2	1.755	0,49	27,17	TE Y REDUCCION	1,3	28,47	0,57	33	35	0,014	0,408
(1-8)2	(1-8)3	1.404	0,39	27,17	TE	0,3	27,47	0,74	26	28	0,030	0,826
(1-8)3	(1-8)4	1.053	0,29	27,17	TE	0,3	27,47	0,55	26	28	0,018	0,499
(1-8)4	(1-8)5	702	0,20	27,17	TE Y REDUCCION	0,7	27,87	0,62	20	22	0,031	0,867
(1-8)5	(1-8)6	351	0,10	27,17	VALVULA ESFERA	0,5	27,67	0,49	16	18	0,027	0,738
91	92	1.404	0,39	3,4	TE	0,3	3,7	0,74	26	28	0,020	0,111
92	93	1.053	0,29	3,4	TE Y REDUCCION	1	4,4	0,55	26	28	0,018	0,080
93	94	702	0,20	3,4	TE Y REDUCCION	0,7	4,1	0,62	20	22	0,031	0,127
94	95	351	0,10	3,4	VALVULA ESFERA	0,5	3,9	0,50	16	18	0,027	0,104

CIRCUITO SECUNDARIO SOLAR ACS												
TRAMO	CAUDAL	LONGITUD	VELOCIDAD	SINGULARIDADES	LEQUIV.	L.TOTAL	DIAMETRO INT.	DIAMETRO EXT.	PDCunit.			
INICIO	FIN	(l/h)	(l/s)	(m)	(m/s)	(m)	(mm)	(mm)	(m.c.a./m)	(m.c.a.)		
0	1	900	0,25	5	0,80	2 VALV. ESFERA, 1 VALV. RETENCION	3,2	8,2	20	22	0,037	0,118

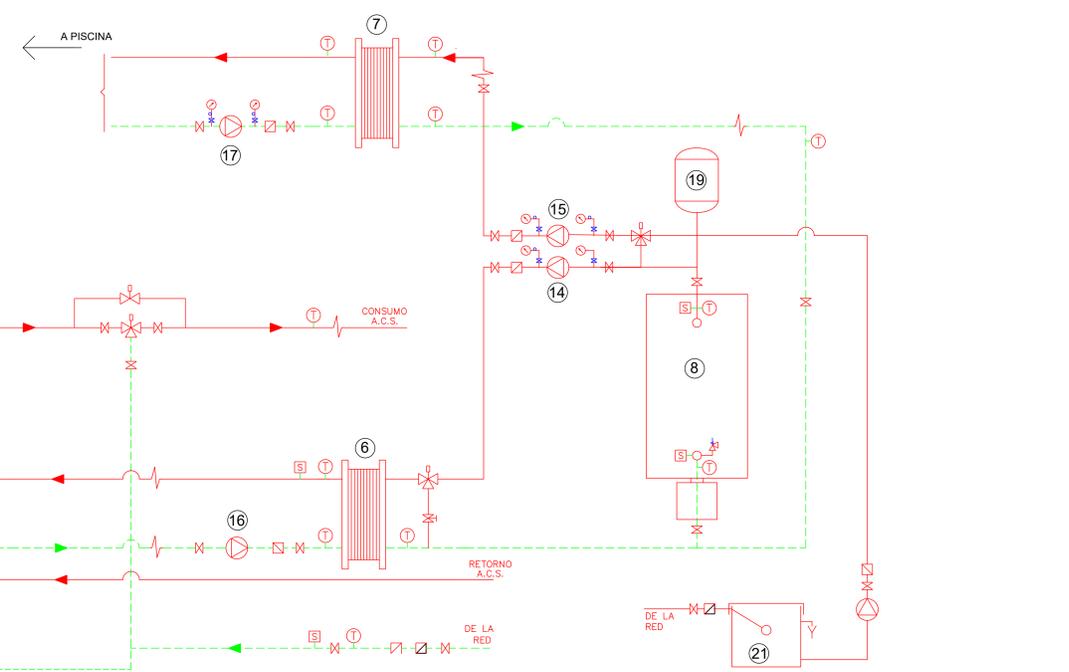
CIRCUITO SOLAR SECUNDARIO PISCINA												
TRAMO	CAUDAL	LONGITUD	VELOCIDAD	SINGULARIDADES	LEQUIV.	L.TOTAL	DIAMETRO INT.	DIAMETRO EXT.	PDCunit.			
INICIO	FIN	(l/h)	(l/s)	(m)	(m/s)	(m)	(mm)	(mm)	(m.c.a./m)	(m.c.a.)		
0	1	12.300	3,42	35	1,17	4 CODOS 90º, 2 VALV. ESFERA, 1 VALV. RETENCION	10,2	45,2	61	64	0,018	0,183

CIRCUITO PRIMARIO CALDERA PISCINA												
TRAMO	CAUDAL	LONGITUD	VELOCIDAD	SINGULARIDADES	LEQUIV.	L.TOTAL	DIAMETRO INT.	DIAMETRO EXT.	PDCunit.			
INICIO	FIN	(l/h)	(l/s)	(m)	(m/s)	(m)	(mm)	(mm)	(m.c.a./m)	(m.c.a.)		
0	1	8.800	2,44	5	1,20	2 VALV. ESFERA 1 VALV. RETENCION	3,4	8,4	51	54	0,023	0,080

CIRCUITO PRIMARIO CALDERA ACS												
TRAMO	CAUDAL	LONGITUD	VELOCIDAD	SINGULARIDADES	LEQUIV.	L.TOTAL	DIAMETRO INT.	DIAMETRO EXT.	PDCunit.			
INICIO	FIN	(l/h)	(l/s)	(m)	(m/s)	(m)	(mm)	(mm)	(m.c.a./m)	(m.c.a.)		
0	1	1.300	0,36	5	0,68	2 VALV. ESFERA 1 VALV. RETENCION	1,4	6,4	26	28	0,020	0,028

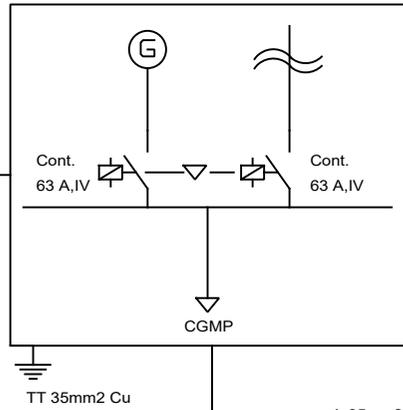
CIRCUITO SECUNDARIO CALDERA PISCINA												
TRAMO	CAUDAL	LONGITUD	VELOCIDAD	SINGULARIDADES	LEQUIV.	L.TOTAL	DIAMETRO INT.	DIAMETRO EXT.	PDCunit.			
INICIO	FIN	(l/h)	(l/s)	(m)	(m/s)	(m)	(mm)	(mm)	(m.c.a./m)	(m.c.a.)		
0	1	12.300	3,42	30	1,17	4 CODOS 90º, 2 VALV. ESFERA 1 VALV. RETENCION	10,2	40,2	61	64	0,018	0,183

CIRCUITO SECUNDARIO SOLAR ACS												
TRAMO	CAUDAL	LONGITUD	VELOCIDAD	SINGULARIDADES	LEQUIV.	L.TOTAL	DIAMETRO INT.	DIAMETRO EXT.	PDCunit.			
INICIO	FIN	(l/h)	(l/s)	(m)	(m/s)	(m)	(mm)	(mm)	(m.c.a./m)	(m.c.a.)		
0	1	1.800	0,50	5	0,94	2 VALV. ESFERA 1 VALV. RETENCION	1,7	6,7	26	28	0,036	0,061



"TRABAJO FIN DE GRADO"				
INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA PARA PISCINA OLÍMPICA CLIMATIZADA				
Situación: C/HUMILCE, S/N, PLAYA PARAISO, CARTAGENA, MURCIA.		Peticionario: Universidad Politécnica de Cartagena		Plano nº: 6
Fecha: ENERO 2017	Escala: S/E	Referencia:	INGENIERO ELÉCTRICO	
ESQUEMA HIDRÁULICO				
Fdo: Javier Martínez Gil				

Cuadro de conmutación Red/Generador

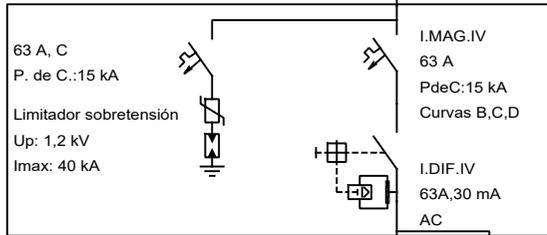


CPM



RED DE ALIMENTACION

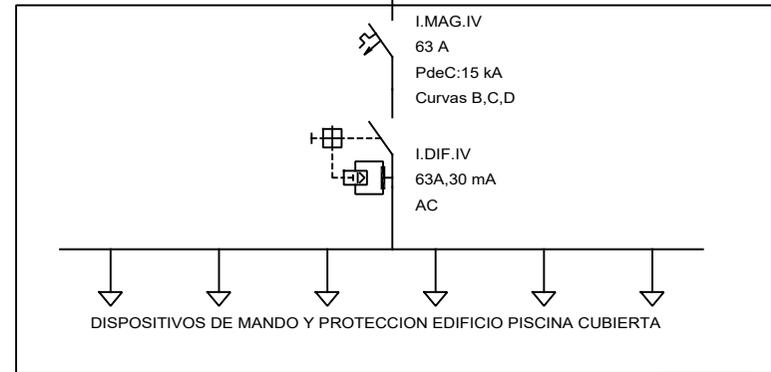
Cuadro de CA



INVERSOR NEOS 33 kW



Cuadro General de Mando y Protección

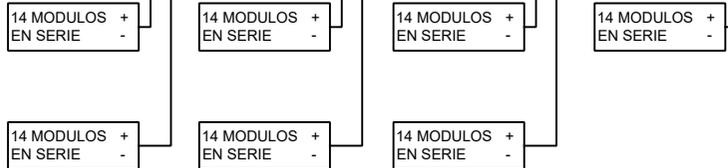


3x35mm² Cu
RZ1-K(AS)

2x35mm² Cu
RZ1-K(AS)

2x6mm² Cu
RZ1-K(AS)

CAJA
CONEXIÓN



<p>"TRABAJO FIN DE GRADO" INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA PARA PISCINA OLÍMPICA CLIMATIZADA</p>					
Situación: PLAYA PARAISO, CARTAGENA		Peticionario: Universidad Politécnica de Cartagena			
Fecha: ENERO 2017		Escala: S/E	Referencia:		INGENIERO ELÉCTRICO Fdo: Javier Martínez Gil
Descripción: ESQUEMA UNILIFARL FOTOVOLTAICA					