

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

**Facultad:** CIENCIAS

**Titulación:** INGENIERÍA QUÍMICA

**Título:** DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN  
DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA  
PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE  
SANITARIA DE UN MÓDULO  
DE LA PRISIÓN DE PUERTO III

**Autor:** Juan Luis DÍAZ VILLAREJO

**Fecha:** Febrero 2012







## **INDICE GENERAL**

- 1 MEMORIA
- 1 PLIEGO DE CONDICIONES
- 1 PRESUPUESTO
- 1 PLANOS

## **INDICE GENERAL DESGLOSADO**

<b>1</b>	<b>MEMORIA .....</b>	<b>1</b>
1.1	Antecedentes.....	1
1.1.1	Antecedentes científicos.....	1
1.1.2	Antecedentes de la energía solar térmica en España.....	7
1.1.3	Antecedentes del proyecto. ....	10
1.2	Objeto del proyecto y criterios a seguir.....	13
1.3	Localización de la instalación.....	14
1.4	Descripción general de la instalación .....	15
1.5	Estimación de la demanda de ACS.....	23
1.6	Cálculo de la demanda anual .....	25
1.7	Subsistema de captación .....	26
1.7.1	Selección del captador ideal .....	26
1.7.2	Conexión de los captadores.....	30
1.7.3	Orientación e inclinación de la superficie de captación .....	32
1.7.4	Dimensionado de la superficie de captación .....	33
1.7.5	Ubicaciones de los captadores.....	34
1.7.6	Soporte de los captadores .....	35
1.8	Subsistema de acumulación.....	36
1.8.1	Dimensionamiento del sistema de acumulación .....	36
1.8.2	Selección del elemento y ubicación espacial .....	40
1.9	Subsistema hidráulico y de distribución .....	41
1.9.1	Acoplamiento a instalaciones existentes .....	41
1.9.2	Circuito primario .....	42
1.9.3	Circuito secundario. ....	53
1.9.4	Sistema de Regulación y Control .....	60
1.10	Glosario.....	64
1.11	Documentación y bibliografía.....	67
1.11.1	Documentación.....	67
1.11.2	Bibliografía.....	70
<b>2</b>	<b>ANEXO CÁLCULOS.....</b>	<b>1</b>
2.1	Consumo mensual de ACS .....	1
2.2	Cálculo de la hoja de carga y de las necesidades energéticas anuales. ....	3
2.3	Dimensionado del área de colectores .....	6
2.4	Dimensionado del volumen a almacenar en el acumulador .....	37
2.5	Cálculo del diámetro de las tuberías.....	39
2.6	Cálculo de las pérdidas de carga en los circuitos hidráulicos.....	46
2.6.1	Cálculo de las pérdidas de carga del circuito “acumulador solar – intercambiador solar” .....	47
2.6.2	Cálculo de las pérdidas de carga del circuito “intercambiador solar – campo de captadores” .....	49
2.6.3	Cálculo de las pérdidas de carga del circuito “acumulador auxiliar – caldera” .....	50
2.7	Dimensionado de bombas.....	51

2.7.1	Bomba seleccionada para el circuito “INTERCAMBIADOR SOLAR – CAMPO DE CAPTADORES”	51
2.7.2	Bomba seleccionada para el circuito “ACUMULADOR SOLAR – INTERCAMBIADOR SOLAR”	52
2.8	Cálculo de las propiedades del fluido caloportador	54
2.8.1	Densidad del fluido caloportador	55
2.8.2	Calor Específico del fluido caloportador	56
2.8.3	Conductividad térmica del fluido caloportador	57
2.8.4	Punto de ebullición de la disolución de etilenglicol	58
2.9	Cálculo del espesor mínimo del aislamiento	59
2.10	Dimensionado del vaso de expansión	62
2.11	Dimensionado de las válvulas de seguridad	65
2.11.1	Dimensionado de la válvula de seguridad para líquidos según norma NTP 346-94	66
2.12	Cálculo del calentador acumulador centralizado	70
2.12.1	Cálculo del volumen de acumulación del sistema de energía auxiliar	70
2.12.2	Cálculo de la potencia del sistema de energía auxiliar	70
2.12.3	Cálculo de la instalación de almacenamiento de propano	72
2.12.4	Cálculo de la instalación de gases licuados del petróleo	76
2.13	Glosario	78
<b>3</b>	<b>ESTUDIO DE LA CORROSIÓN EN LA INSTALACIÓN</b>	<b>1</b>
3.1	Introducción	1
3.2	Subsistema de distribución y red de fontanería interior	2
3.2.1	Penetración de suciedad	2
3.2.2	Instalación de tuberías	2
3.2.3	Agua caliente sanitaria (ACS)	3
3.2.4	Materiales y equipos de la red interior (problemas y soluciones)	5
3.2.5	Tubería de acero	5
3.2.6	Tubería de cobre	6
3.2.7	Tubería de acero inoxidable	8
3.2.8	Tubería de plástico	8
3.2.9	PVC y PE	9
3.3	Subsistema de captación	11
3.3.1	Implicaciones de la corrosión de los captadores	11
3.3.2	Corrosión electroquímica	12
3.3.3	Corrosión galvánica	16
3.3.4	Materiales y soluciones en los colectores	17
3.4	Implicaciones de la corrosión de los captadores	24
3.4.1	Degradación del recubrimiento selectivo del absorbedor	25
3.4.2	Modificación de la velocidad del fluido	25
3.5	Subsistema de acumulación	26
<b>4</b>	<b>HOJAS DE ESPECIFICACIONES</b>	<b>1</b>
4.1	Hoja de especificaciones del captador solar	1
4.2	Hoja de especificaciones del acumulador solar	2
4.3	Hoja de especificaciones del acumulador de energía auxiliar	3
4.4	Hoja de especificaciones de la caldera	4
4.5	Hoja de especificaciones de la Válvula mezcladora	6
4.6	Hoja de especificaciones del intercambiador de calor	8

4.8	Hoja de especificaciones de las tuberías.....	9
4.9	Hoja de especificaciones del aislamiento tubular.....	10
4.10	Hoja de especificaciones de los purgadores automáticos .....	12
4.11	Hoja de especificaciones del electrocirculador del circuito “INTERCAMBIADOR SOLAR – CAMPO DE CAPTADORES” .....	13
4.12	Hoja de especificaciones del electrocirculador del circuito “ACUMULADOR SOLAR – INTERCAMBIADOR SOLAR” .....	14
4.13	Hoja de especificaciones del Vaso de expansión.....	15
4.14	Hoja de especificaciones del módulo de control diferencial. ....	16
4.28	Ficha internacional de seguridad química del etilenglicol.....	19
4.29	Ficha internacional de seguridad química del propilenglicol. ....	22
<b>5</b>	<b>CONTRATO DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>1</b>
5.1	Descripción del equipo solar. ....	1
5.2	Precio.....	3
5.3	Pago.....	4
5.4	Condición resolutoria. ....	4
5.5	Duración.....	4
5.6	Alcance del servicio.....	4
5.6.1	Plan de vigilancia .....	4
5.6.2	Plan de mantenimiento preventivo .....	6
5.6.3	Plan de mantenimiento correctivo.....	9
5.7	Alcance de los servicios. ....	9
5.8	Exclusiones.....	9
5.9	Fuero.....	10
<b>6</b>	<b>HOJA DE REGISTRO DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>1</b>
6.1	Generalidades .....	1
6.2	Hoja de registro del mantenimiento del sistema solar.....	2
6.3	Registro de operaciones.....	3
6.4	Registro de datos .....	6
<b>7</b>	<b>EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS.....</b>	<b>1</b>
7.1	Objetivo .....	1
7.2	Justificación de la necesidad de elaborar un Plan de Seguridad y Salud .....	2
7.3	Datos del proyecto de obra. ....	5
7.4	Definición de las zonas de trabajo y descripción de los trabajos realizados en ellas. ....	7
7.5	Establecimiento de las condiciones de seguridad.....	12
7.5.1	Establecimiento de las condiciones de seguridad en lugares de trabajo .....	12
7.5.2	Establecimiento de las condiciones de seguridad en máquinas .....	19
7.5.3	Establecimiento de las condiciones de seguridad en elevación y transporte. ....	29
7.5.4	Establecimiento de las condiciones de seguridad en herramientas manuales.....	37
7.5.5	Establecimiento de las condiciones de seguridad en la manipulación de objetos....	46
7.5.6	Establecimiento de las condiciones de seguridad en las instalaciones eléctricas.	55
7.5.7	Establecimiento de las condiciones de seguridad en los aparatos a presión y gases.	64
7.5.8	Establecimiento de las condiciones de seguridad en incendios y explosiones. ...	72
7.5.9	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a agentes químicos.....	81
7.5.10	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a la exposición de agentes químicos.....	90

7.5.11	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a agentes biológicos.....	99
7.5.12	Establecimiento de las condiciones de seguridad en la ventilación y climatización. ....	105
7.5.13	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente al ruido. ....	114
7.5.14	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a las vibraciones. ....	121
7.5.15	Establecimiento de las condiciones de seguridad en la iluminación.....	126
7.5.16	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente al calor y el frío.....	133
7.5.17	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a radiaciones ionizantes.	141
7.5.18	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a radiaciones no ionizantes.	141
7.5.19	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a la carga física. ....	141
7.5.20	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a la carga mental. ....	149
7.5.21	Establecimiento de las condiciones de seguridad en el trabajo a turnos.....	156
7.5.22	Establecimiento de las condiciones de seguridad en factores de organización..	156
7.6	Mecanismo de evaluación de riesgos .....	163
7.7	Identificación de riesgos .....	164
7.7.1	Caídas de personas a distinto nivel .....	164
7.7.2	Caídas de objetos desprendidos.....	164
7.7.3	Proyección de fragmentos y/o partículas .....	165
7.7.4	Pisadas sobre objetos.....	165
7.7.5	Golpes / cortes por objetos .....	165
7.7.6	Herramienta .....	166
7.7.7	Atrapamientos por o entre objetos .....	166
7.7.8	Sobreesfuerzos .....	166
7.7.9	Riesgo eléctrico .....	167
7.7.10	Posición .....	167
7.7.11	Desplazamientos.....	168
7.7.12	Esfuerzos .....	168
7.7.13	Manipulación de cargas.....	169
7.7.14	Insatisfacción.....	169
7.8	Medidas preventivas .....	171
7.9	Protecciones.....	172
7.9.1	Protecciones colectivas .....	172
7.9.2	Protecciones personales.....	172
<b>1</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>1</b>
1.1	Definición y alcance de los pliegos .....	1
1.1.1	Objetivo.....	1
1.1.2	Cuerpo normativo.....	1
1.1.3	Documentos que definen las obras.....	1
1.1.4	Compatibilidad y relaciones entre dichos documentos. ....	2
1.2	Condiciones generales facultativas.....	3
1.2.1	Obligaciones del contratista .....	3
1.2.2	Facultades de la dirección técnica.....	5
1.2.3	Disposiciones varias.....	6
1.3	Condiciones generales económicas .....	9
1.3.1	Mediciones .....	9

1.3.2	Valoraciones.....	10
1.4	Condiciones generales legales.....	13
1.4.1	Recepción de obras.....	13
1.4.2	Cargos al contratista.....	14
1.4.3	Disposiciones varias.....	15
1.5	Pliego de condiciones técnicas.....	17
1.5.1	Condiciones generales.....	17
1.5.2	Condiciones que han de cumplir los materiales.....	17
1.5.3	Condiciones para la ejecución de las unidades de obra.....	21
1.5.4	Control de calidad.....	30
1.5.5	Materiales y unidades de obra no especificadas.....	30
1.6	Cumplimiento de los plazos.....	31
1.7	Plan de obra y relación de maquinaria.....	32
1.7.1	Materiales en depósitos.....	32
1.7.2	Materiales y medios auxiliares.....	32
1.8	Manuales de mantenimiento y planos “as built”.....	34
<b>1</b>	<b>PRESUPUESTO.....</b>	<b>1</b>
1.1	Estado de mediciones.....	1
1.1.1	Circuito de acometida.....	1
1.1.2	Circuito primario.....	2
1.1.3	Circuito secundario.....	4
1.1.4	Circuito interconexión acumulador solar-acumulador auxiliar.....	5
1.1.5	Circuito caldera acumulador auxiliar.....	6
1.1.6	Circuito distribución agua caliente sanitaria en la sala de calderas.....	7
1.2	Precios unitarios.....	8
1.3	Presupuesto por partida.....	11
1.3.1	Circuito de acometida.....	11
1.3.2	Circuito primario.....	12
1.3.3	Circuito secundario.....	14
1.3.4	Circuito interconexión acumulador solar-acumulador auxiliar.....	15
1.3.5	Circuito caldera acumulador auxiliar.....	16
1.3.6	Circuito distribución agua caliente sanitaria en la sala de calderas.....	17
1.3.7	Mano de obra.....	18
1.4	Presupuesto general.....	19
1.5	Estudio económico. Cálculo del tiempo de retorno y tasa de rentabilidad interna de la instalación.....	20
1.5.1	Sin subvención.....	23
1.5.2	Con subvención.....	24
1.6	Glosario.....	25
<b>1</b>	<b>PLANOS.....</b>	<b>1</b>
1.1	MAPA DE SITUACIÓN CENTRO. EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ.....	1
1.2	MAPA DE SITUACIÓN EN EL MUNICIPIO.....	2
1.3	MAPA DE PARCELACIÓN.....	3
1.4	SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN EN EL EDIFICIO. PARCELA 1 IZQ.....	4
1.5	DIAGRAMA DE FLUJO.....	5
1.6	SALA DE ACUMULACIÓN ACS.....	6
1.7	CALDERA.....	7



1.8	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA. ENERGÍA SOLAR.....	8
1.9	ACUMULADOR SOLAR 4000 L. ....	9
1.10	ACUMULADOR AUXILIAR 4000 L. ....	10
1.11	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA. CALDERA.....	11
1.12	ESQUEMA DE FILA DEL CAMPO DE COLECTORES CAPTADOR SOLAR SOLECO Cu2.3S. ....	12
1.13	CAPTADOR SOLAR SOLECO Cu2.3S. ....	13
1.14	INSTALACIÓN DE GAS EN SUPERFICIE.....	14
1.15	ALMACENAMIENTO DE GAS. ....	15
1.16	ESQUEMA UNIFILAR.....	16



# MEMORIA

## **Índice de la** **“MEMORIA”**

- 1 MEMORIA.
- 2 ANEXO CALCULOS.
- 3 ANEXO A. ESTUDIO DE LA CORROSIÓN EN LA  
INSTALACIÓN.
- 4 ANEXO B. HOJAS DE ESPECIFICACIONES
- 5 ANEXO C. CONTRATO DE MANTENIMIENTO
- 6 ANEXO D. HOJA DE REGISTRO DE OPRACIONES  
DE MANTENIMIENTO
- 7 ANEXO E. EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGO



# 1. MEMORIA

## ÍNDICE DESGLOSADO “MEMORIA”

1	MEMORIA.....	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.1.1	Antecedentes científicos.....	1
1.1.2	Antecedentes de la energía solar térmica en España.....	7
1.1.3	Antecedentes del proyecto.....	10
1.2	Localización de la instalación.....	14
1.3	Objeto del proyecto y criterios a seguir.....	13
1.4	Descripción general de la instalación.....	14
1.5	Estimación de la demanda de ACS.....	23
1.6	Cálculo de la demanda anual.....	25
1.7	Subsistema de captación.....	26
1.7.1	Selección del captador ideal.....	26
1.7.2	Conexión de los captadores.....	30
1.7.3	Orientación e inclinación de la superficie de captación.....	32
1.7.4	Dimensionado de la superficie de captación.....	33
1.7.5	Ubicaciones de los captadores.....	34
1.7.6	Soporte de los captadores.....	35
1.8	Subsistema de acumulación.....	36
1.8.1	Dimensionamiento del sistema de acumulación.....	36
1.8.2	Selección del elemento y ubicación espacial.....	40
1.9	Subsistema hidráulico y de distribución.....	41
1.9.1	Acoplamiento a instalaciones existentes.....	41
1.9.2	Circuito primario.....	42
1.9.3	Circuito secundario.....	53
1.9.4	Sistema de Regulación y Control.....	60
1.10	Glosario.....	64
1.11	Documentación y bibliografía.....	67
1.11.1	Documentación.....	67
1.11.2	Bibliografía.....	70

# 1 MEMORIA

## 1.1 Antecedentes

### 1.1.1 Antecedentes científicos.

Al principio de la explotación de los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón mineral) estos se consideraban ilimitados y su impacto ambiental despreciable. El extraordinario crecimiento de la población mundial, junto a la mayor dependencia de dichos combustibles y al aumento del consumo per cápita de estos recursos, ha propiciado que sólo queden reservas de petróleo disponibles para su explotación económica durante la primera mitad del siglo XXI.

Por otro lado el consumo masivo de hidrocarburos está produciendo alteraciones en la atmósfera a nivel mundial; cada vez aumentan más los niveles de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que produce el conocido efecto invernadero y por tanto, las temperaturas promedio mundiales cada vez suben más generando alteraciones climáticas a escala mundial.

Ya desde hace algunos años, se hace más patente la necesidad de buscar alternativas energéticas que no supongan un deterioro del medioambiente. Una energía alternativa, o más precisamente una fuente de energía alternativa, es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación. Entre las energías renovables una buena candidata como energía alternativa es la energía solar.

Lo anteriormente dicho se resume en el acuerdo de KIOTO y en la normativa de la edificación aprobada por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo.

Con la realización de este proyecto se potencia la idea de sostenibilidad energética.

La idea de sostenibilidad desde el punto de vista energético implica que el ritmo de consumo de un recurso energético debe ser igual o menor al ritmo de regeneración del susodicho recurso. Si se logra mantener este equilibrio las actividades que necesitan la energía de dichos recursos podrán mantenerse indefinidamente en el tiempo.

Actualmente nuestro principal recurso energético son los combustibles fósiles y el ritmo de consumo de este recurso supera a su capacidad de regeneración con

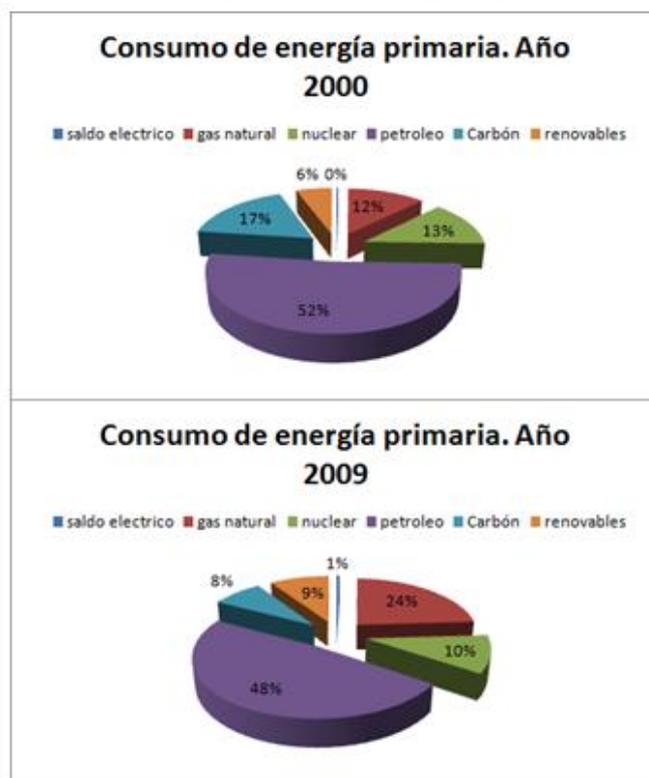
creces. La ruptura del equilibrio implica un evidente cambio energético. Este cambio implica pasar a consumir energía procedente de recursos renovables. En esta transición probablemente estaremos obligados a utilizar energía nuclear para subsanar las posibles deficiencias energéticas que se produzcan.

La problemática de utilizar la energía nuclear como recurso energético de transición es debida a sus residuos radiactivos con una vida media muy larga. Pero por otro lado el desarrollo de la tecnología de fusión nuclear, que parece ser mucho más rápido que el desarrollo de las energías renovables. Esto implica la disminución la vida media de los residuos radiactivos.

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

En España en los últimos años se ha experimentado un considerable aumento del consumo de energía primaria proveniente de energías renovables. Esta evolución en el consumo de energía primaria proveniente de energías renovables, la podemos observar en los gráficos de la figura 1.

Figura 1. Evolución del consumo de energía primaria en España.



Como podemos observar en los gráficos de la figura 1 en nueve años el consumo de energía primaria dependiente del petróleo ha descendido un 4%. El consumo de energía primaria dependiente de la energía nuclear descendió en un 3% en este período de nueve años. Este descenso se debe a que los residuos generados en este sector son altamente contaminantes. Sin embargo, el descenso en el consumo de energía nuclear no es tan drástico debido a que es una energía alternativa mientras evolucionan otras energías renovables más limpias. La energía primaria generada por el carbón debido a sus altos efectos contaminantes ha sufrido un descenso del 9%.

Sin embargo el consumo de la energía primaria procedente del gas natural ha aumentado en un 12% debido a que se trata de un recurso más limpio y del que existen mayores reservas que de petróleo. Por otro lado el gas natural no deja de ser una fuente de energía fósil y que tiene un ritmo de consumo muy superior al de su regeneración. Por ello el renacer del interés sobre las energías renovables. Interés que se observa con el incremento de un 3% en el consumo de energía primaria proveniente de las energías renovables.

El Sol es una fuente inagotable de recursos para la humanidad. Provee una energía limpia, abundante y disponible en la mayor parte de la superficie terrestre y puede por lo tanto, ser una solución a los problemas ambientales generados por los combustibles convencionales, como el petróleo, y de otras alternativas como las centrales nucleares.

El Sol (esfera de gases a alta temperatura con  $1,39 \times 10^9$  m de diámetro y a una distancia media de  $1,5 \times 10^{11}$  m de la Tierra) genera su energía mediante reacciones nucleares de fusión llevadas a cabo en su núcleo. Es la pérdida de masa del Sol lo que se transforma en energía según la ecuación de Einstein expresada por la ecuación 1.

Ec. 1

$$E = m \times C^2$$

En la Figura 2 podemos observar las capas del Sol y algunas de sus características.

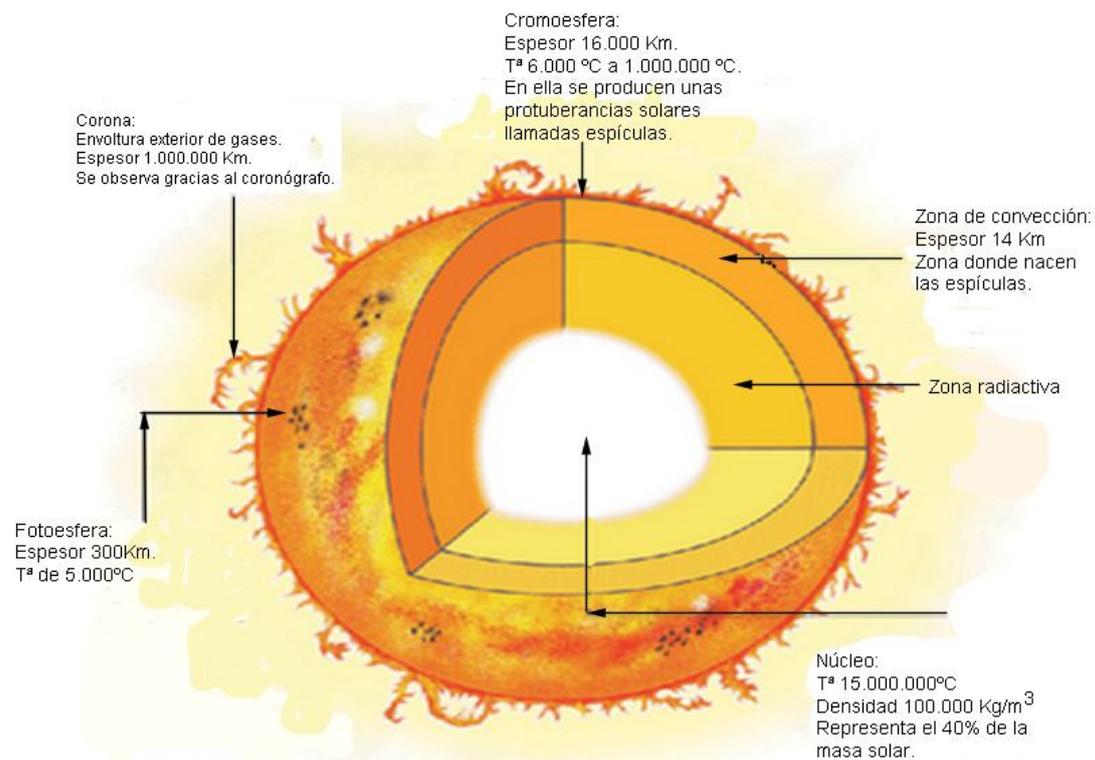


Figura 2.

En el núcleo solar la temperatura es del orden de  $10^7$  K y la densidad del orden de  $10^5 \frac{Kg}{m^3}$ . En la fotosfera (superficie opaca aparente del Sol) la temperatura cae hasta 5000 o 6000 K y la densidad a  $10^{-5} \frac{Kg}{m^3}$ .

La combinación de tres factores: la distancia Tierra-Sol, el diámetro solar y la temperatura del Sol determinan un flujo de energía que incide sobre la Tierra. Podemos considerar para su aplicación al campo de la ingeniería, que la emisión de energía es constante (el recurso energético está más sujeto a cambios meteorológicos que a cambios solares). Esto da lugar a la definición de constante solar (flujo de energía proveniente del Sol que incide sobre una superficie perpendicular a la dirección de propagación de la radiación solar ubicado a la distancia media de la Tierra al Sol, fuera de la atmósfera) cuyo valor teórico aceptado por la NASA y la ASTM es de:

$$G_{sc} = 1353 \frac{W}{m^2}$$

El valor de la constante solar tiene un valor variable a lo largo de un año con

una oscilación de un 3%. Este valor oscilante es el efecto de que la órbita de la Tierra es elíptica.

El Sol emite radiación en toda la gama del espectro electromagnético (desde los rayos gamma hasta las ondas de radio) sin embargo, sólo nos interesa la radiación térmica que incluye sólo el ultravioleta (UV), la radiación visible (VIS) y la infrarroja (IR).

Para alcanzar la superficie terrestre la radiación solar debe atravesar la atmósfera donde experimenta diversos fenómenos físicos (reflexión, absorción y difusión) que disminuyen la intensidad final. Así pues, la radiación solar que recibe una superficie horizontal es del orden de  $1000 \frac{W}{m^2}$  al mediodía, variando según la latitud del lugar, nubosidad, humedad y otros factores. Fenómenos que podemos ver de forma gráfica en la figura 3.

Figura 3.



La radiación que llega directamente del Sol es la denominada radiación directa y la que previamente es absorbida y difundida por la atmósfera (muy significativa en días nublados por ejemplo) es la radiación difusa. Además, la radiación solar, tanto directa como difusa, se refleja en todas las superficies en las que incide dando lugar a la radiación reflejada. La suma de estos tres tipos de radiación da lugar a la radiación solar global y es la aprovechable para su transformación térmica.

La captación térmica de la energía solar es el procedimiento de transformación de la energía radiante del Sol en calor. Nos referimos a aplicaciones de la energía solar a baja temperatura cuando la energía captada se utiliza para generar temperaturas inferiores a  $80^{\circ}\text{C}$ .

Al afrontar cualquier proyecto de energía solar térmica de baja temperatura debe tenerse en cuenta que existen varias características propias de las instalaciones solares que merecen una especial atención.

- Vida útil superior a los 20 años.

- Determinados componentes se encuentran sometidos a condiciones climatológicas extremas, por estar instalados en el exterior.
- Fuertes intermitencias e irregularidades en la aportación energética dada la naturaleza del sol.
- Correcto acoplamiento entre sistema solar y auxiliar para garantizar un óptimo rendimiento energético.
- Correcto ajuste temporal entre demanda y consumo
- Estabilidad ante la diferente aportación energética según la época del año
- Mínimo impacto visual

Los problemas técnicos que se plantean para el aprovechamiento de la energía solar son la gran dispersión de la energía solar sobre la superficie de la tierra y el carácter incontrolable y variable en el tiempo de la intensidad de radiación solar.

En invierno, que es generalmente cuando más se necesita, dicha radiación es menor con lo que la disponibilidad de la energía no coincide con la demanda.

Por ello es imprescindible un elemento entre producción y consumo que se encargue de almacenar el calor solar excedente y permita disponer de esa energía acumulada cuando sea necesaria.

El sistema encargado de cumplir ambas misiones es el sistema de almacenamiento.

El sistema de almacenamiento facilita limitar la temperatura de funcionamiento manteniendo el rendimiento de los captadores a un nivel aceptable.

Dada su función, es de gran importancia su correcto dimensionamiento. Una acumulación excesiva, aunque aumentaría el rendimiento del sistema de captación, daría lugar a pérdidas caloríficas inaceptables y a no llegar a la temperatura de uso adecuada y una acumulación insuficiente, podría representar una temperatura de trabajo excesiva o un incremento desmesurado del consumo energético del sistema auxiliar para la cobertura de la demanda de ACS.

Además un sistema de energía solar debe contar con el apoyo de sistemas de respaldo o fuentes suplementarias de energía a causa del carácter incontrolable y variable en el tiempo de la intensidad de radiación solar.

La instalación solar objeto de este proyecto consta de un circuito primario (figura 7) por donde circula el fluido caloportador desde los captadores hasta el intercambiador de calor y viceversa, y de un circuito secundario (Figura 12) que hace

recircular el agua de consumo que se encuentra almacenada en el acumulador solar a través del intercambiador de calor.

Como fluido caloportador en el circuito primario se seleccionará un fluido con una temperatura de solidificación 5°C inferior a la temperatura mínima histórica de la zona donde se ubique la instalación, según normativa vigente.

La temperatura de solidificación se calcula con la ecuación 2 y la tabla 30 del “Anexo Cálculos” del presente proyecto.

## Ec. 2

$$T_{fc\ mín} = T_{H\ mín} - 5$$

Para recircular el fluido tanto en el circuito primario como en el secundario se usará una bomba circuladora que deberá resistir como mínimo 100°C puntualmente.

También será necesario dotar a la instalación hidráulica de los siguientes elementos: tuberías de conducción, aislamiento térmico, vaso de expansión, intercambiador de calor y valvulería diversa.

Así mismo, esta concepción de la instalación en forma de circuito cerrado exige de una distribución uniforme del caudal entre cada una de las filas de colectores y en cada uno de los captadores que las componen.

El mejor rendimiento se obtiene cuando el comportamiento térmico de todos los captadores es equivalente. Para igualar dicho comportamiento térmico se dispone el mismo número de captadores por fila. Todos los captadores deben estar a la misma altura y distancia.

### 1.1.2 Antecedentes de la energía solar térmica en España.

España con más de 20 años de experiencia en el aprovechamiento de la energía solar térmica cubre el 6% del total de la producción europea siendo el cuarto país europeo en aprovechamiento de dicha energía.

La evolución del mercado de la energía solar en España es muy irregular.

Este mercado se abrió en España a finales de los 70 principios de los 80. Uno de los factores que favoreció la aparición de este mercado fue el que España se encontrara en el apogeo de la crisis energética. Esta crisis energética genera una necesidad de encontrar una fuente de energía que sustituya a las energías convencionales y que sea abundante en el territorio español. Esta situación genera

unas expectativas que superaba con creces las posibilidades de explotación del recurso y generó muchas empresas instaladoras y fabricantes de equipos de energía solar térmica.

Algunas de estas nuevas empresas carecían de las necesarias garantías de calidad y fiabilidad de los equipos para ofrecer este tipo de servicio. Esto originó que al realizarse instalaciones que no cumplían con los objetivos previstos, se generara desconfianza en los posibles consumidores de este tipo de energía. Esta desconfianza se centraba en la durabilidad de los equipos de energía solar, en el bajo rendimiento y en las frecuentes averías en los sistemas de energía solar térmica.

Debido a esta desconfianza en las instalaciones solares térmicas el mercado tuvo un drástico descenso en el consumo lo que provocó que los fabricantes e instaladores de energía solar térmica que no cumplían con los criterios de calidad y fiabilidad de sus equipos tuviesen que cesar en sus actividades y cerrar la empresa.

La siguiente etapa se encuadra entre los años 1985 y 1995. Se caracteriza esta etapa por la desaparición de la necesidad de búsqueda de una energía alternativa que supliese a las energías convencionales. Esto se debió a una bajada del coste energético. En esta etapa, la demanda se estabilizó en unos 10.000 m<sup>2</sup> de captadores instalados por año. Las empresas que habían sobrevivido a la etapa anterior se consolidaron en el mercado.

En esta etapa se lograron grandes avances en los puntos débiles detectados en la etapa comprendida entre finales de los 70 y 1985. La gran novedad en este período fue el “Programa Prosol” de la Junta de Andalucía. Este programa permitía el “pago a plazos” de la inversión inicial y dotaba de incentivos económicos a los usuarios que apostasen por este tipo de energía. Para poder acogerse a este programa se debía de seguir determinados criterios de calidad y fiabilidad en los equipos de energía solar térmica. Estos criterios supusieron la base de la normativa vigente. En esta época aparecen nuevos conceptos como la “garantía de los resultados solares” a través de ella se le asegura al usuario la producción de una cantidad de energía determinada con el sistema de energía solar y de no alcanzarse se le compensaría económicamente por la diferencia entre la cantidad de energía garantizada y la producida realmente.

En mi opinión el gran éxito de estas medidas fue la unificación de criterios de diseño de los sistemas de energía solar térmica a través del Pliego de Condiciones Técnicas de Sistemas de Energía Solar Térmica y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Además se logró una percepción de la instalación solar térmica por parte del potencial usuario de este tipo de energía totalmente contraria a la percepción negativa consecuencia del primer período. En esta época se consigue relacionar los conceptos de rentabilidad económica y medioambiental con las instalaciones solares térmicas.

Desde 1995 hasta 2006 estableceremos otra etapa destacada. En esta etapa se experimenta un notable crecimiento de la energía solar térmica en España como lo demuestra el número de captadores solares instalados anualmente en nuestro territorio. En el año 2000 se instalaron 60.000 m<sup>2</sup> de captadores instalados por año. Y en el año 2005 se instalaron 90.000 m<sup>2</sup> de captadores instalados por año.

A este crecimiento a contribuido notablemente las múltiples ayudas públicas que poseen este tipo de instalaciones (línea ICOIDAE, CC.AA. y ordenanzas

municipales), la madurez del mercado en todos los sentidos y el gran potencial solar que ofrece nuestro país empleando la tecnología actual.

Sin embargo España se encontraba lejos de alcanzar los objetivos prefijados en el Plan de Energías Renovables (en adelante PER), en el que se proponían 4,9 millones de m<sup>2</sup> de captadores instalados para el 2006.

Para conseguir este objetivo con la entrada en vigor del nuevo CTE aprobado por R.D. 314/2006, de 17 de marzo, se obliga a la instalación de sistemas de energía solar térmica para la producción de ACS en viviendas de nueva construcción y en viviendas rehabilitadas.

“En la actualidad, el principal cliente de energía solar en España es el usuario particular que solicita la instalación de captadores solares de baja temperatura para el consumo de agua caliente sanitaria. En segundo lugar se encuentran los hoteles y restaurantes, en los que existe un creciente interés por este tipo de soluciones energéticas”.

“Además de estos dos grupos de consumidores, se pueden mencionar las instalaciones en centros educativos, centros deportivos, centros sanitarios, albergues, campings, servicios públicos, industrias, etc”.

“En cuanto al reparto del mercado por zonas geográficas, las comunidades



autónomas con mayor superficie instalada de captadores son aquellas que cuentan con un clima más favorable para el aprovechamiento de la energía solar térmica. En este sentido destacan por sus cuotas de participación en el mercado Andalucía, Cataluña, Canarias, Baleares, la Comunidad Valenciana y Madrid, según orden de importancia. También se observa una mayor concentración de instalaciones solares en zonas turísticas o de

alto nivel de renta. De forma gráfica podemos observar cuantificadamente los m<sup>2</sup> de captadores instalados en cada comunidad autónoma en la figura 4.”

La última etapa es la que se está viviendo desde el 2007 hasta el día de hoy.

Debido al desplome de la construcción en España el mercado de la energía

solar térmica ha sufrido un estancamiento. Ya que con la entrada del CTE se ligaba íntimamente su evolución a la creación de nueva vivienda.

La tecnología actual permite el diseño de un nuevo tipo de instalaciones en las que se produce tanto electricidad como ACS por medio de los captadores solares híbridos fotovoltaicos y productores de ACS. Este nuevo concepto de instalaciones solares va encaminado a la producción descentralizada de energía eléctrica y al abastecimiento de las necesidades de ACS en la vivienda particular. Esto va acompañado de la entrada en vigor del R.D. 1699/2011, del 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, lo que supone el inicio de un nuevo y prospero mercado basado en la evolución de un mercado agonizante debido al cambio de modelo económico a escala mundial.

### **1.1.3 Antecedentes del proyecto.**

Este Proyecto fin de Carrera (en adelante PFC) ha sido realizado por el alumno D. Juan Luis Díaz Villarejo, para obtener el título de “Ingeniero Químico”. Siendo propuesto como PFC por D. Juan Luis Díaz Villarejo a la Facultad de Ciencias centro perteneciente a la Universidad de Cádiz (en adelante UCA).

El proyecto se anexará al proyecto de construcción del “Centro Penitenciario de Puerto III”. Debido a esto le será de aplicación el proyecto de seguridad de la obra y por ello en este proyecto no se realiza el estudio de seguridad pero si se adjuntará en el “Anexo E” una evaluación inicial de riesgos que servirá para facilitar la generación del proyecto de seguridad de la instalación objeto de este proyecto que será encargado a una empresa ajena cualificada para tal fin.

El “Centro Penitenciario de Puerto III” se encuentra en la etapa de proyecto en el momento de elaboración del presente proyecto.

Se establece que la ejecución material del sistema solar activo de baja temperatura para la obtención de agua caliente sanitaria (ACS) se llevará a cabo una vez se hayan colocado los paramentos verticales del módulo donde se ejecutará la instalación del sistema solar. En dicho módulo estarán colocados los herrajes y el portaje.

Los paramentos verticales presentarán las rozas abiertas y los pasamuros necesarios para llevar a cabo la instalación.

Una vez hayan sido marcadas las rozas y los pasamuros por el instalador del

sistema solar en los paramentos verticales del módulo donde se realizará la instalación del sistema solar, la constructora se encargará de abrir tanto las rozas como los pasamuros.

Al finalizar la instalación del sistema solar la constructora se encargará de cerrar tanto las rozas como los pasamuros que se requieran.

La constructora tendrá finalizado en el exterior del módulo donde se realizará la instalación del sistema solar el cuarto donde se almacenarán las bombonas de gas propano que se emplearán como combustible para el sistema de energía auxiliar. Así como las zanjas y arquetas requeridas para la instalación del sistema de distribución del gas propano desde la caseta de almacenamiento hasta la caldera del módulo que corresponda. Siendo la constructora la responsable de tapar las zanjas abiertas tras la finalización del sistema de distribución del gas propano.

La ubicación de la caseta de almacenamiento del gas propano así como la instalación requerida para la distribución del susodicho gas y la ubicación de las arquetas de registro las podemos visualizar en los planos 4, 14 y 15 del presente proyecto.

Antes de acometer la instalación del sistema de energía solar el módulo tendrá finalizada la cubierta. En dicha cubierta tendrá que disponer de los anclajes apropiados para la estructura de los captadores del sistema solar. Estos anclajes se los proporcionará la empresa instaladora y le indicará donde deben de ser colocados.

La “Sala de Acumulación de ACS” (plano 6 del presente proyecto) tendrá dos bases para los depósitos, una para el acumulador del sistema de energía solar y otra para el acumulador del sistema de energía auxiliar.

La sala presentará terminada la instalación de evacuación de aguas que comenzará en los puntos de la red denominados como T63, T64, T65, T66, T67 y T68 que podemos localizar en los planos 8 y 11 del presente proyecto.

El módulo presentará, en la “Sala de Acumulación de ACS”, finalizada la instalación de arranque del circuito de distribución de ACS del módulo, que arrancará en el punto T49 que podemos localizar en el plano 8 del presente proyecto. En este punto se colocará una válvula de corte que pertenecerá al circuito de distribución de ACS.

La “Sala de Acumulación de ACS” presentará la llegada del retorno de ACS. Se considerará punto final del circuito de retorno de ACS el punto T62 que podemos

localizar en el plano 8 del presente proyecto. Aguas a bajo de este punto se colocará una llave de corte que se considerará que pertenece al circuito de retorno de ACS.

La “Sala de Acumulación de ACS” tendrá una acometida de agua potable capaz de suministrar un caudal de  $30000 \left(\frac{L}{h}\right)$ . Dicha acometida estará realizada en tubo de cobre de diámetro interior de 80mm y espesor de pared de 2,5mm. En su extremo presentará una válvula de corte. A partir de dicha válvula de corte sin incluirla comenzará la instalación solar.

La “Sala de Acumulación de ACS” tendrá finalizadas las instalaciones de ventilación y de electricidad.

La “Sala de Acumulación de ACS” en lo referente a la instalación eléctrica presentará un cuadro eléctrico secundario ubicado en el exterior de la misma a una distancia no superior a 5 m de la puerta de acceso a la “Sala de Acumulación de ACS”. Este cuadro secundario presentará como mínimo los elementos que aparecen reflejados en el plano 16 del presente proyecto.

En cada módulo existen 144 celdas. En cada una de estas celdas existe una placa ducha, un lavabo y un inodoro.

A efectos de consumo de ACS sólo se tendrá en cuenta la placa ducha y el lavabo.

A efectos de cálculo se considera que la ocupación de cada módulo es total y permanente durante todos los días de la semana.

Un dato de importancia extrema es saber que entre las 20:00h y las 21:20h es cuando se produce el caudal máximo de consumo y vendrá determinado por el siguiente criterio: 72 celdas, dispondrá de ACS durante 20 minutos cada día para el aseo personal diario.

## 1.2 Objeto del proyecto y criterios a seguir

El siguiente proyecto es un dimensionado de los componentes de un sistema solar activo de baja temperatura para la obtención de agua caliente sanitaria (ACS) para el Centro Penitenciario de Puerto III, ubicado en la carretera A-2078, 7Km, CP 11.500, municipio del Puerto de Santa María (provincia de Cádiz).

El objeto del proyecto incluye todo el dimensionado teórico del sistema de energía solar térmica necesario para el edificio, desde los cálculos de necesidades, hasta, por ejemplo, la distancia entre colectores y la potencia de las bombas necesarias.

Sin embargo, no incluye diseños de instalaciones colaterales, como estructuras mecánicas de soporte o instalaciones eléctricas aunque si se pueda hacer mención de algunas características de ellas. Esto se debe a que serán diseñadas y/o instaladas por otras empresas ajena a la instaladora de energía solar.

El estudio se ha llevado a cabo para un edificio en construcción para el que se contempla la instalación de un sistema de energía solar.

La obra completa consta de siete módulos y en cada uno de ellos se instalará un sistema solar activo de baja temperatura para la obtención de agua caliente sanitaria (ACS). En este proyecto se dimensiona el sistema solar de un solo módulo considerándose que al ser los módulos gemelos las instalaciones también lo serán.

Los criterios considerados (por orden de prioridad) son los siguientes:

- 1 - Seguridad (relevante en algunos equipos como las calderas y por tratar con agua potable de consumo humano)
- 2 - Minimización máxima del periodo de retorno de la inversión.
- 3 - Óptima funcionalidad (rendimiento en captadores, mínimas pérdidas de calor, sistema de control adecuado...)
- 4 - Buena integración arquitectónica
- 5 - Mínimo impacto ambiental

<b>Criterios:</b> <b>Seguridad.</b> <b>Económicos.</b> <b>Funcionalidad.</b>	<b>Integración arquitectónica.</b> <b>Impacto ambiental.</b>
---	---

### 1.3 Localización de la instalación

El Centro Penitenciario de Puerto III se sitúa en la Finca “El Frisco”, carretera A-2078, 5Km, CP 11.500, municipio del Puerto de Santa María (provincia de Cádiz). El centro Linda Oeste con las casas de los funcionarios del “Centro Penitenciario de RDV”. Estas casas son de planta baja y no se puede edificar a más altura. El centro Linda al Sur con la carretera A-2078. El centro Linda al Norte y al Este con la finca 30255 perteneciente a D. José Antonio D. La finca se dedica a la ganadería intensiva.

La vegetación en las zonas colindantes al centro es arbustiva con una altura máxima de 3 m. La vegetación decorativa en el centro será arbustiva con una altura máxima de 2 m.

<b>Longitud= 6° 15'</b>	
<b>Latitud= 36° 39'</b>	
<b>X – UTM:</b>	<b>744000,0 m.</b>
<b>Y – UTM:</b>	<b>4061198,65 m.</b>
<b>Huso:</b>	<b>29.</b>
<b>Zonal:</b>	<b>S.</b>
<b>Dátum:</b>	<b>European 1950.</b>

La situación de la instalación la podemos visualizar en los planos 1, 2, 3 y 4 del presente proyecto.

## 1.4 Descripción general de la instalación

En este apartado se pretende dar una idea general de la instalación objeto de este proyecto. En la figura 5 se presenta un croquis general de la instalación. En el iremos identificando en este apartado los principales subsistemas que componen la instalación y una vez establecidos estos subsistemas principales identificaremos los equipos principales de estos subsistemas. Si queremos observar el diagrama de flujo de la instalación en estudio deberemos acudir al plano 5 del presente proyecto.

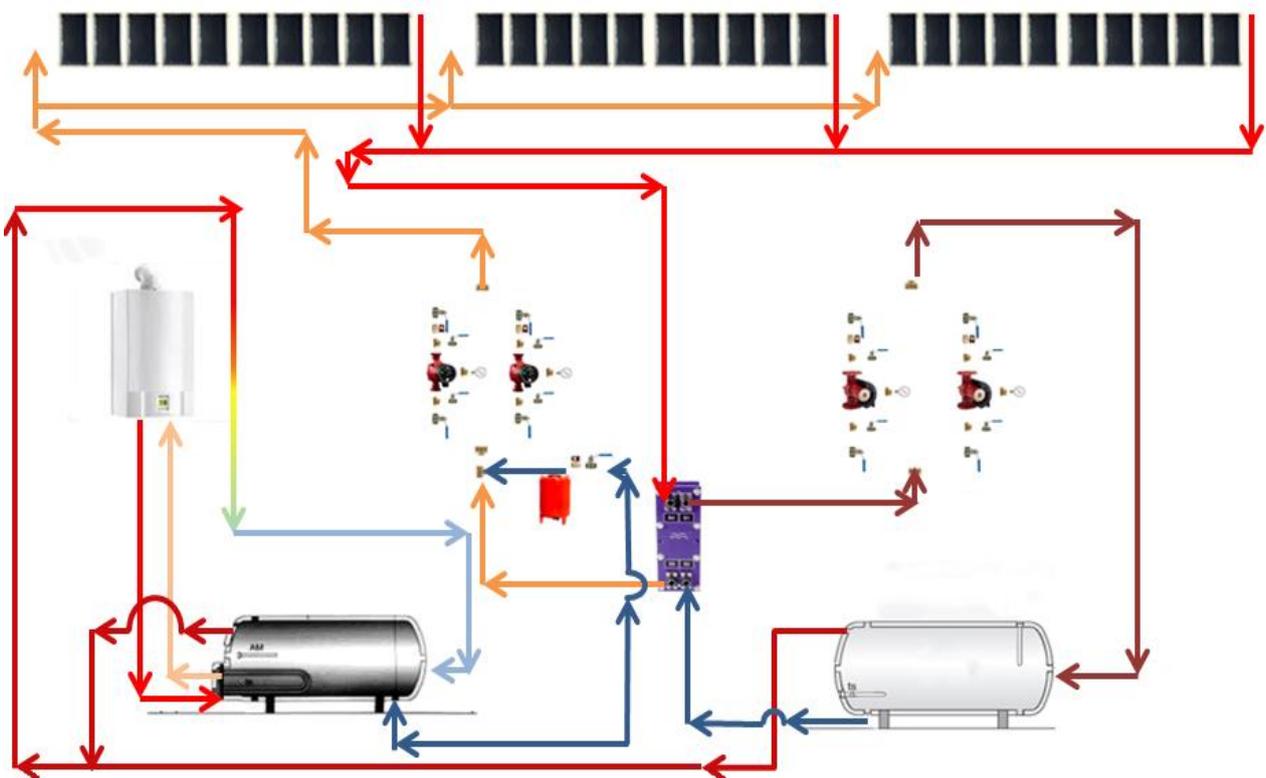


Figura 5

En toda instalación solar térmica de baja temperatura podemos diferenciar dos subsistemas. Subsistema solar (Fig. 6) y subsistema auxiliar (Fig. 12).

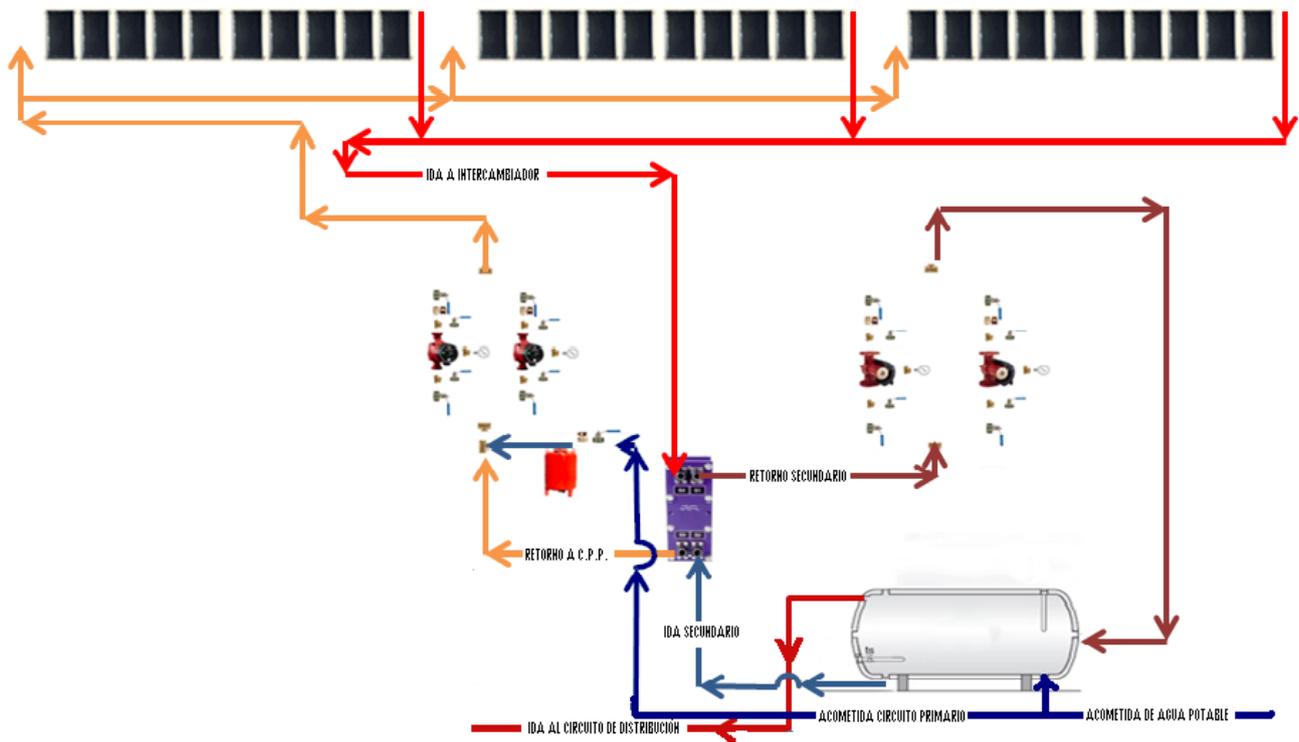


Figura 6

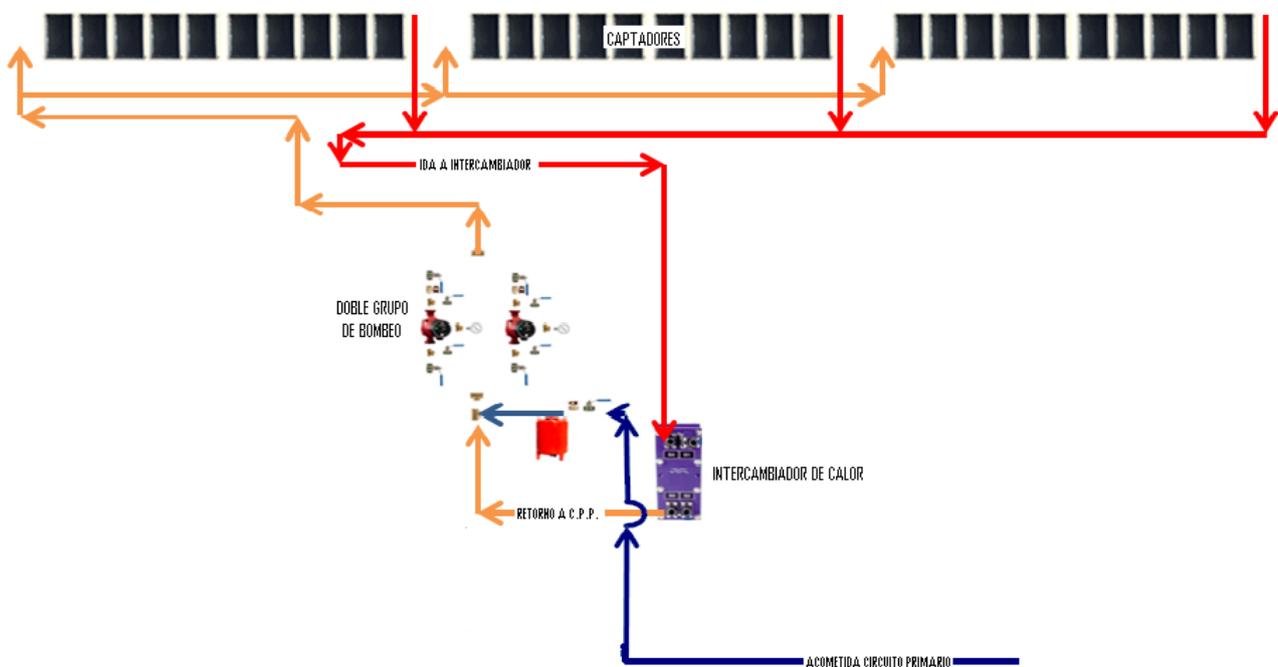


Figura 7

En el subsistema solar identificamos varios circuitos, a saber: Circuito primario (Fig. 7); Circuito secundario (Fig. 11); Circuito de conexión con la energía auxiliar y el

circuito de distribución; y por último Circuito de acometida de agua potable.

El **circuito primario** es un circuito hidráulico cerrado. En el encontramos una serie de equipos principales que seguidamente pasaremos a describir a grandes rasgos.

En el circuito primario localizamos primeramente los **captadores** que son los equipos capaces de transformar la energía radiante emitida por el sol en calor.

En esta instalación se emplearán 30 captadores de placa plana (en adelante c.p.p.) de la marca “SOLECO” y modelo “2.3 Cu S”. Antes de describir como se conectan los c.p.p. debemos definir una serie de términos fundamentales.

**Conexión en serie:** los captadores se conectan en cascada. La boca de salida del primer captador se conecta con la boca de entrada del siguiente y así sucesivamente, tal y como podemos observar en la figura 8. De esta forma se consigue aumentar el tiempo de residencia del agua en los captadores aumentando así la temperatura de la misma.

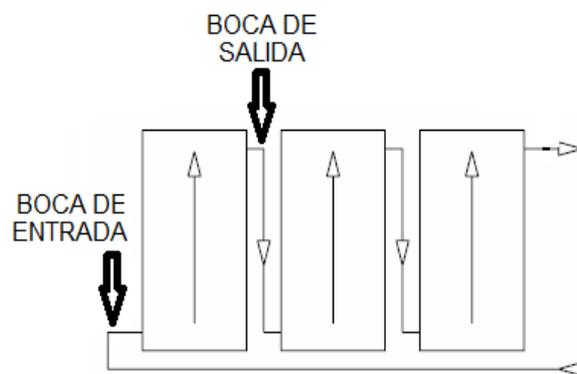


Figura 8

**Conexión en paralelo:** La boca de entrada de un captador se conecta con la boca de entrada del siguiente y la boca de salida de un captador se conecta con la boca de salida del siguiente, tal y como podemos observar en la figura 9.

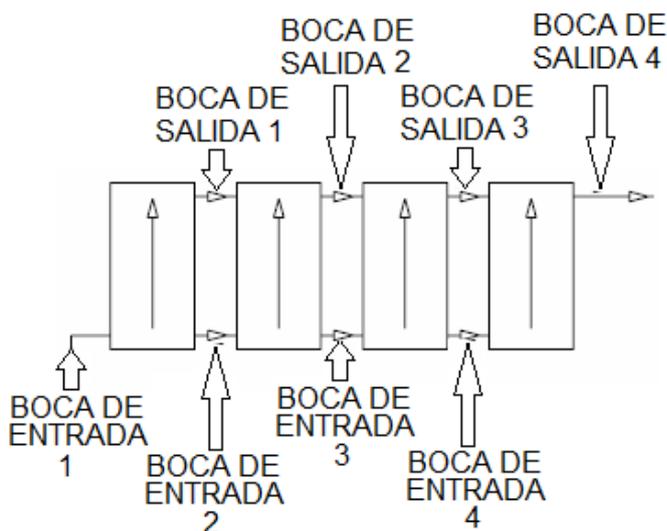


Figura 9

**Batería:** Agrupación de captadores pudiendo estar estos conectados en serie o en paralelo.

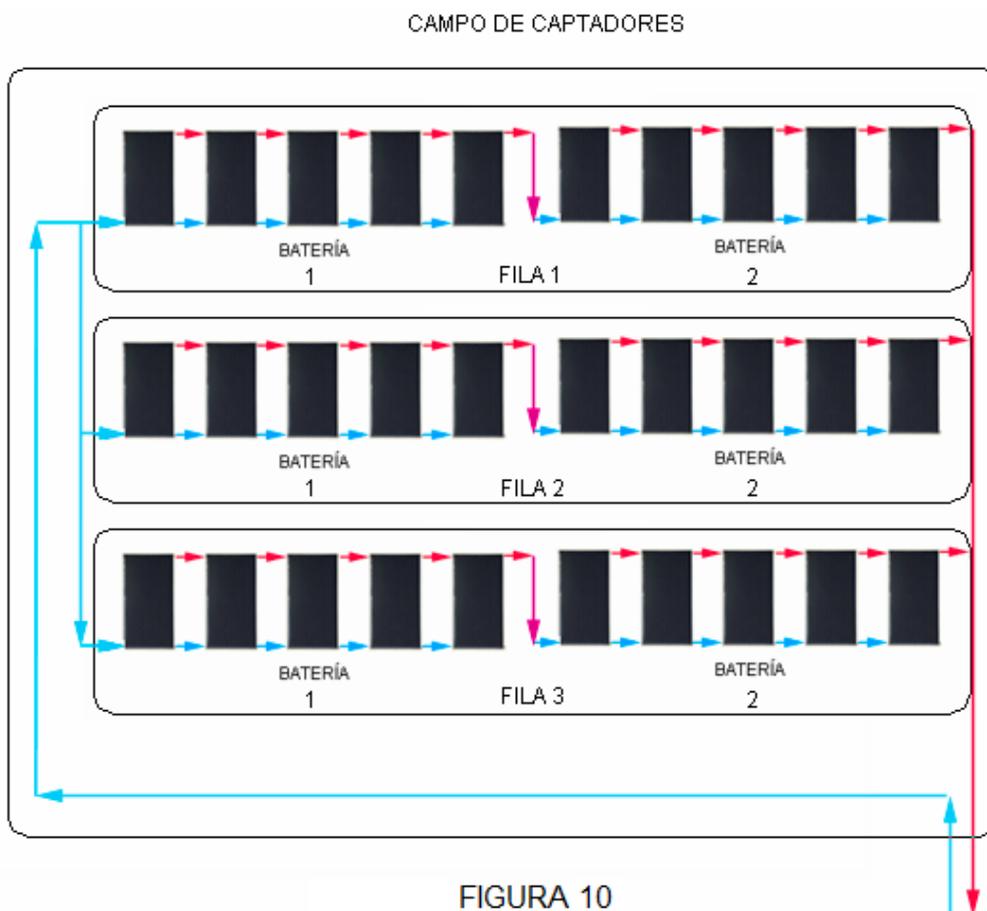
**Filas:** agrupación de diversas baterías.

**Campo de captadores:** conjunto de todos los captadores de los que se compone la instalación solar y los elementos que los unen.

**Estratificación térmica:** Fenómeno por el cual los líquidos se estratifican en estado de reposo. Este fenómeno se da ya que la densidad es directamente proporcional a la temperatura. A mayor temperatura el líquido es menos denso y por ello en estado de reposo se estratifica de tal forma que el más caliente, menos denso, tiende a situarse en el estrato superior, y el más frío, tiende a situarse en el estrato inferior.

**Método del retorno invertido:** Es un método de diseño de trazados de tuberías. En este método todos los posibles recorridos que puede seguir el fluido que recorre las tuberías poseen pérdidas de carga similares. Esto se consigue si se tiene en cuenta este principio: Todos los ramales que salgan de un colector deben poseer la misma longitud equivalente, es decir, presenten las mismas pérdidas de carga, debiéndose cumplir que la velocidad del fluido esté comprendida entre los  $0,5 \frac{m}{s}$  y los  $2 \frac{m}{s}$ .

El campo de captadores se compone de tres filas conectadas en paralelo (figura 10). Cada fila se compone de dos baterías conectadas entre sí en serie. Y por último, cada batería estará compuesta por 5 c.p.p. conectados entre sí en paralelo.



El circuito primario se carga con un fluido denominado fluido caloportador. El **fluido caloportador** es el encargado de transportar la energía capturada por los captadores al intercambiador de calor.

En esta instalación se empleará como fluido caloportador una mezcla de agua y propilenglicol, al 20% en volumen de propilenglicol.

El equipo encargado de que el fluido caloportador circule por el circuito primario son los electrocircuitadores, bombas. Se han seleccionado para tal fin dos bombas de la marca “GRUNDFOS” del modelo “ALPHA2 32-60 180” capaces de proporcionar cada una independientemente un caudal de 1,95 m<sup>3</sup>/h a una altura de 2,21mca. El material del cuerpo de la bomba será de fundición por motivos económicos. En el circuito primario las bombas actuarán de forma alternativa. De este modo se alarga la vida útil de las bombas y además se tiene siempre la posibilidad, en caso de avería de una de las bombas, que la supla la otra bomba.

Para controlar la presión y los caudales emplearemos manómetros de vaselina con fondo de escala de 0 – 10  $\left(\frac{Kgf}{cm^2}\right)$ .

La función principal de las válvulas en el circuito es de corte y por ello se emplearán válvulas de bola con junta de teflón y actuador de palanca. Ya que cumplen bien con la función de corte y presentan bajas pérdidas de carga.

Un elemento muy importante es el intercambiador de calor. En esta instalación emplearemos un intercambiador de calor externo al acumulador. Las placas del intercambiador serán de acero inoxidable y las juntas de EPDM. Se ha seleccionado un intercambiador de calor de 37,5 KW de potencia de intercambio de la marca “DISOL”, modelo “DISOL - ID – 4050”. El funcionamiento del intercambiador será en contra corriente. Se realiza esta elección por:

1. Exigir la normativa vigente el empleo de un intercambiador externo al acumulador solar.
2. Separar físicamente y no energéticamente el circuito primario del secundario permitiendo emplear dos fluidos diferentes en los circuitos mencionados anteriormente en este mismo párrafo,
3. Bajo coste. Esta elección es más económica que otros tipos de intercambiadores,
4. Facilidad de mantenimiento.

Cerca de la aspiración del grupo de bombeo doble y una vez pasado el intercambiador de calor se colocará el vaso de expansión de 25 Litros de capacidad. Para esta instalación se escoge el vaso de expansión de la marca "SALVADOR ESCODA", modelo "25 AMRP - 25 LITROS". Las funciones de este elemento son varias, a saber:

- Sirve como absorbedor de los cambios de volumen que experimente el fluido caloportador debido a la dilatación térmica.
- Gracias a que la membrana es un elemento flexible el vaso de expansión se emplea para evitar sobre esfuerzos en las conducciones debidos a los golpes de ariete.
- Debido a que tiene capacidad para almacenar parte del fluido caloportador representa un volumen de reserva de fluido caloportador para el sistema.

El **circuito secundario** (figura 11) es el circuito que conecta el acumulador solar y el intercambiador de calor. Por el circula el agua de consumo la cual toma el calor del circuito primario y lo trasvasa al acumulador solar.

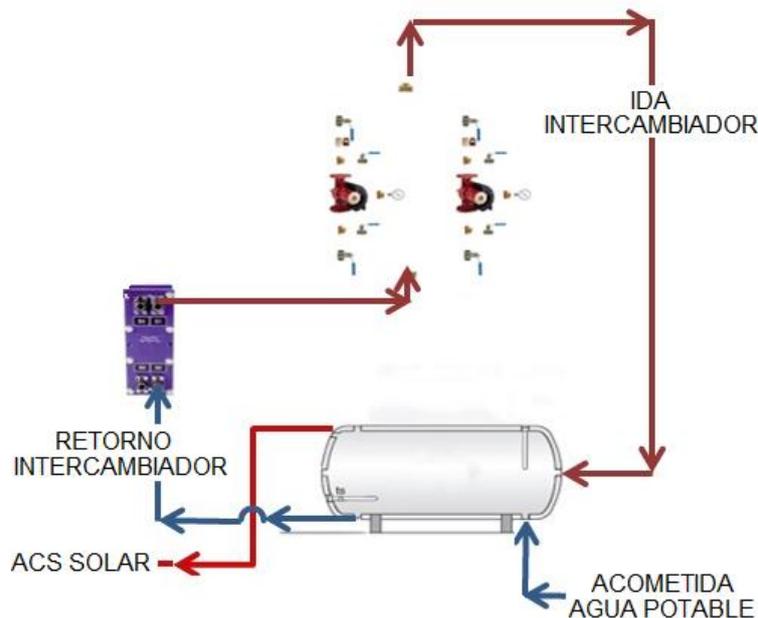


Figura 11

El **acumulador solar** es el acumulador donde se almacena el ACS. Su volumen es proporcional a la carga del edificio. Entendiendo por carga del edificio el volumen de ACS que este consume. El acumulador seleccionado como acumulador solar es de la marca "IDROGAS", modelo "ACSO 4000 LITROS".

Para que el agua recircule por este circuito se emplea un grupo de bombas denominadas grupo de bombas del circuito secundario. Este grupo de bombas está compuesto por dos bombas cuyo funcionamiento es alternativo. Las bombas del grupo de bombas del circuito secundario seleccionadas son de la marca “GRUNDFOS”, modelo “TP 32-40/4 A-F-A BUBE BRONCE”. Estas bombas deben de ser de un metal noble ya que impulsan el agua que será empleada como ACS.

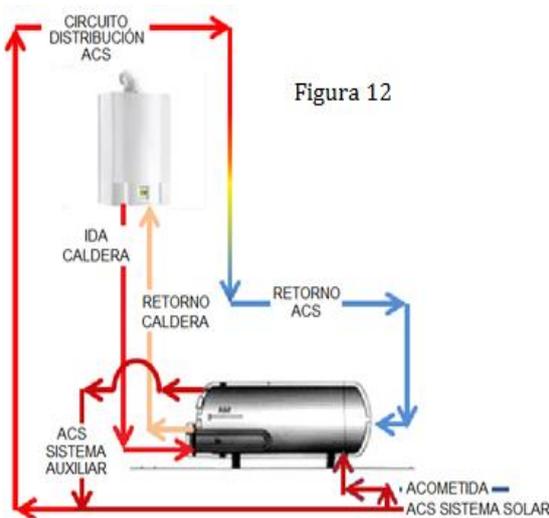


Figura 12

sistema de energía solar térmica de baja temperatura.

El **sistema de energía auxiliar** (figura 12) es el sistema de producción de agua caliente sanitaria que emplea para tal fin una fuente de energía convencional. Este sistema debe ser capaz de abastecer todas las necesidades de agua caliente sanitaria del edificio de forma autónoma al

En el sistema de energía solar localizamos el circuito de conexión entre el sistema de energía solar y el sistema de energía auxiliar. Este circuito parte de la zona alta del acumulador solar donde se halla el agua a más temperatura debido a la estratificación térmica. Dicha agua se hace pasar por una electroválvula de tres vías con obturador en te. Esta electroválvula de tres vías decide si el agua proveniente del sistema de energía solar es apta como ACS y la envía al circuito de distribución o debe ser tratada térmicamente en el sistema de energía auxiliar. Si el agua proveniente del acumulador solar que se halla a una temperatura superior a 60° pasa directamente al circuito de distribución de ACS alimentando una válvula termostática ubicada en el inicio del circuito de distribución para evitar riesgos de quemaduras. Si el agua proveniente del acumulador solar se halla a una temperatura inferior a 60° la electroválvula la envía al sistema de energía auxiliar para ser tratada térmicamente y alcanzar la temperatura adecuada (60°).

Previniendo cualquier avería por la que el suministro de agua proveniente del acumulador solar no pudiese llegar al acumulador auxiliar el acumulador auxiliar se puede alimentar con una acometida de agua potable.

El acumulador auxiliar tiene una capacidad de 4000L y suministrará ACS al circuito de distribución cuando este último lo requiera.

El acumulador auxiliar tiene un intercambiador de calor incorporado. Se escoge

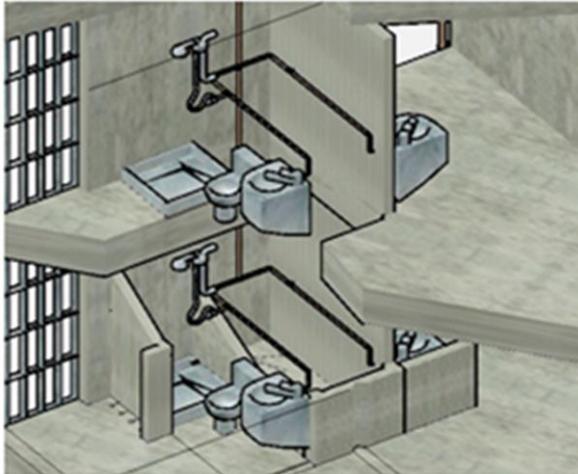
este tipo de intercambiador por problemas de espacio en el local reservado como “Sala de Acumulación de ACS”. El acumulador auxiliar escogido es de la marca “IDROGAS”, modelo “BOSX 4000 LITROS”.

El intercambiador de calor del acumulador auxiliar se conecta con una caldera que se encuentra en las proximidades de la “Sala de Acumulación de ACS” en el exterior.

La caldera se alimenta de propano por ser un combustible económico y ser su combustión muy eficiente. La caldera escogida es de la marca “FERROLI”, modelo “DOMIproject F 32 G.L.P.”. La susodicha caldera tiene una potencia útil máxima de 32KW. Esta caldera es capaz de producir un incremento térmico de 60°C en 4000L en 8,8 horas. Se trata de una caldera estanca del tipo mural. En esta caldera se integra el sistema de regulación y la bomba recirculadora.

## 1.5 Estimación de la demanda de ACS

Para estimar la demanda de ACS se parte de los siguientes datos. En cada módulo existen 144 celdas. En cada una de estas celdas existe una placa ducha, un lavabo y un inodoro. (Figura 13).



**Figura 13-** identificación de los aparatos de consumo en las celdas

A efectos de consumo de ACS sólo se tendrá en cuenta la placa ducha y el lavabo.

A efectos de cálculo se considera que la ocupación de cada módulo es total y permanente durante todos los días de la semana.

Un dato de importancia extrema es saber que entre las 20:00h y las 21:20h es cuando se produce el caudal máximo de consumo y vendrá

determinado por el siguiente criterio: 72 celdas, dispondrá de ACS durante 20 minutos cada día para el aseo personal diario.

Para realizar la estimación de la demanda de ACS se consideran dos fuentes diferentes una es CENSOLAR, la otra fuente es la utilizada por el CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, concretamente en la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética". Los datos proporcionados por las dos fuentes antes mencionadas los podemos encontrar en las tablas 9 y 10 ("Anexo Cálculo"). De entre estas dos fuentes escojo la norma UNE 94002:2005 por ser el caso más desfavorable y dentro de esta tabla de valores la situación más parecida a la instalación en estudio es la de un cuartel. Así pues el consumo diario será de  $20 \frac{\text{Litros de ACS}}{(\text{persona} * \text{día})}$  a la temperatura de 60°C. Los cálculos realizados para establecer el consumo mensual de ACS se pueden observar en la tabla 8, apartado 2.1 localizado en el "Anexo Cálculos".

**En este punto se pretende estimar la demanda de ACS para así determinar la demanda energética mensual del edificio objeto de estudio. La demanda ACS mensual del edificio es la representada en la tabla 1.**

**Tabla 1 – Consumo mensual de ACS en m<sup>3</sup>.**

Ene	111,6	Jul	111,6
Feb	100,8	Ago	111,6
Mar	111,6	Sep	108
Abr	108	Oct	111,6
May	111,6	Nov	108
Jun	108	Dic	111,6

## 1.6 Cálculo de la demanda anual

La energía térmica necesaria para la producción de ACS es función del salto térmico y del volumen de agua a producir. Para su cálculo se han utilizado los siguientes parámetros:

1. *Temperatura media de entrada del agua desde la red general.* Se han utilizado los datos proporcionados por CENSOLAR para la provincia de Cádiz. Datos que podemos observar en la tabla 12, que se encuentra en el “Anexo Cálculos”.

2. *Temperatura de uso de ACS.* Se establece en 45°C al ser usada el ACS exclusivamente para la actividad de aseo personal. Se ajusta a 45°C para evitar grandes pérdidas de calor en el sistema de distribución.

3. *Temperatura de Almacenamiento.* Debe ser lo más próxima posible a 60°C. Siendo obligatorio alcanzar como mínimo 60°C antes de que el agua entre en el circuito de distribución.

4. *- Fracción porcentual a cubrir por la energía solar (FS).* Calculada según la ecuación 28 apartado 2.3 del “Anexo Cálculos”.

Al usar como energía auxiliar propano, que en la tabla se considerará como caso general, y situar nuestra instalación en la zona climática IV (según Fig. 27, “Anexo Cálculos”) la fracción porcentual mínima a cubrir por la energía solar será del 60%, valor estimado de la tabla 18, que localizamos en el “Anexo Cálculos”.

La ejecución de los cálculos necesarios para conocer la energía térmica necesaria para la producción de ACS se puede localizar en el apartado 2.2 del “Anexo Cálculos”.

La  $C_{s\text{ anual}}$  en esta instalación resulta ser del 78% un 18% superior a la mínima  $C_{s\text{ anual}}$  establecida en el CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo.

**En este apartado se determina la energía necesaria mensual y anual para abastecer la demanda del edificio generada en la producción de ACS, veasé tabla 2. También se corrobora el cumplimiento del R.D. 314/2006, de 17 de marzo, ya que La FS% en esta instalación resulta ser del 78% > 60%.**

**Tabla 2 – Necesidades energéticas mensuales y anual en MJ.**

$$\text{Necesidad energética anual} = 170220 \frac{\text{MJ}}{\text{año}}$$

Ene	24281	Jul	20545
Feb	21509	Ago	21012
Mar	22880	Sep	20786
Abr	21238	Oct	21946
May	21479	Nov	22142
Jun	20334	Dic	24281

## 1.7 Subsistema de captación

### 1.7.1 Selección del captador ideal

Para la elección óptima del captador solar plano se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Durabilidad y rendimiento, establecida en ensayos realizados por laboratorios homologados de prestigio. Hay que buscar un producto que posea un buen rendimiento energético que se mantenga durante el tiempo de vida de la instalación.
- Facilidad de montaje y manipulación. De este modo, es posible reducir en gran medida los costes de mano de obra de instalación, mantenimiento y posibles cambios.
- Garantía y servicio post-venta del fabricante y/o instalador, que evite trastornos al instalador o al cliente cuando sea necesario proceder a una reclamación por defectos de fabricación y/o de instalación.
- Económicos. El precio de la unidad de superficie captadora debe estar acorde con la calidad del captador.

Además, un captador de calidad requiere una serie de características mínimas que debe cumplir, independientemente de la curva de homologación que haya recibido por parte del organismo certificador, como son:

- La cubierta transparente debe ser de vidrio, preferentemente templado, de bajo contenido en hierro.
- El captador presentará, al menos, un orificio de ventilación, con un diámetro no inferior a 4 mm, situado en la parte inferior, que permita eliminar la presencia de condensaciones en la superficie inferior del vidrio.
- Se emplearán, preferiblemente, captadores con una única cubierta de vidrio.
- El diseño de la carcasa debe permitir que se elimine fácilmente la posible existencia de agua en el interior del captador, que puede degradar y corroer el aislamiento y el absorbedor.
- Durabilidad, que permita un funcionamiento correcto del captador solar por un periodo de tiempo superior a los 20 años. Hay que prestar una particular atención a la degradación del absorbedor por envejecimiento.

Por ser un elemento fundamental en la instalación solar, para su funcionamiento y desde el punto de vista económico que puede llegar al 50% del coste total, se ha realizado un pequeño estudio de mercado, consultando varios fabricantes

(nacionales e internacionales) y comparando las principales características de los captadores solares planos.

Para la elección se escogerá el captador más económico (teniendo en cuenta el rendimiento y el coste en unidades de  $\left(\frac{\text{€}}{\text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$  de entre los que cumplan las características antes descritas, y presenten una resistencia a la corrosión adecuada (uno de los principales peligros en la pérdida de rendimiento a largo plazo). Para el proceso de selección se han tenido en cuenta los datos que encontramos en la tabla 3 del presente proyecto, la cual la podemos observar en la siguiente página.

El colector escogido de entre todas las opciones estudiadas pertenece a la marca “SOLECO” modelo “CuS 2.3”. Sus características principales las podemos localizar en el “Anexo B”, apartado 4.1. En el plano nº13 del presente proyecto podemos visualizar las principales dimensiones del colector seleccionado.

**En el presente apartado se establecen los criterios para la elección óptima del captador solar plano, a saber:**

- **Durabilidad y rendimiento.**
- **Facilidad de montaje y manipulación.**
- **Garantía y servicio post-venta del fabricante y/o instalador.**
- **Criterio económico**

**En este punto se determina que el colector a emplear en la instalación de entre todas las opciones estudiadas. El colector seleccionado es de la marca**

**Tabla 3 –Proceso de selección del captador ideal.**

GENERAL	CUBIERTA		ABSORBEDOR		CARCASA		AISLAMIENTO.				
	Marca	Modelo	Material	Esesor del vidrio (mm)	Tipo	Material tubos y abs.	Capacidad (L)	Tratamiento superficial	Material carcasa	Material	Esesor (posterior*lateral) (mm)
RAYOSOL	V18-AP	Vidrio templado	3,8	Chapa con tubos embutidos	cobre	4,00	Pintura estabilizada	Fibra de vidrio PV-STD (MO)	Aluminio anodizado H14 1050	Fibra de vidrio PV-STD (MO)	50 * 20
	V18-AS	Vidrio templado	3,8	Chapa con tubos embutidos	cobre	4,00	Selectivo maxorb	Fibra de vidrio PV-STD (MO)	Aluminio anodizado H14 1050	Fibra de vidrio PV-STD (MO)	50 * 20
	T-105S	Vidrio templado	4	Aletas	cobre	4,10	Selectivo “Black Cristal”	Fibra de vidrio + film de aluminio	Aluminio anodizado	Fibra de vidrio + film de aluminio	35 * 15
TERMICOL	T130-S	Vidrio templado	4	Aletas	cobre	5,10	Selectivo “Black Cristal”	Fibra de vidrio + film de aluminio	Aluminio anodizado	Fibra de vidrio + film de aluminio	35 * 15
	1,7Cu	Vidrio solar templado	3,7	Aletas	cobre	3,45	Pintura	Espuma de poliuretano y lana vidrio	Aluminio extruido lacado	Espuma de poliuretano y lana vidrio	25 * 20
SOLECO	2.3CuS	Vidrio extraclaro templado prismático	3,7	Aletas	cobre	1,58	Selectivo “Sunselect”	Aluminio extruido lacado	Espuma de poliuretano y lana vidrio	Espuma de poliuretano y lana vidrio	25 * 20

Continuación de la **Tabla 3.**

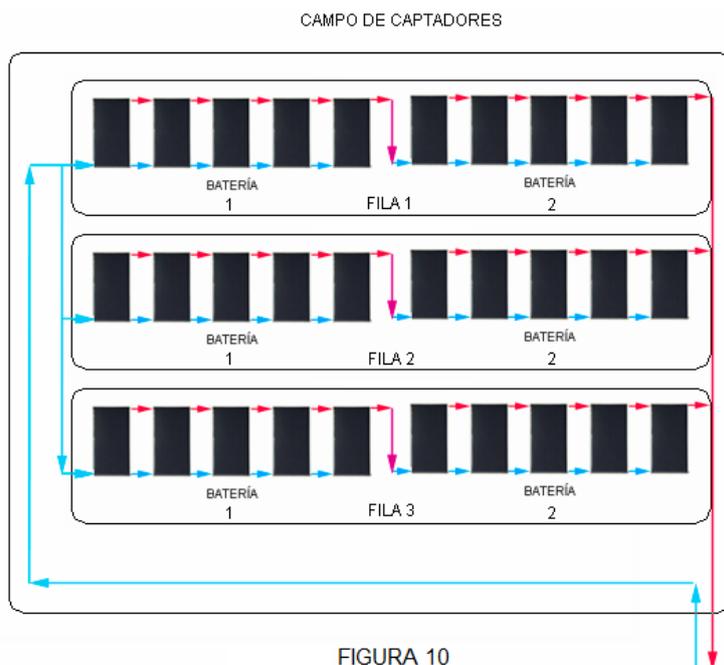
GENERAL		OTROS							
Marca	Modelo	Homologación	Superficie bruta (m <sup>2</sup> )	Superficie útil (m <sup>2</sup> )	Precio c.p.p.	Precio por m <sup>2</sup> útil	Curva de rendimiento instantáneo	Rendimiento a 60°	Lugar de Fabricación / garantía
RAYOSOL	V18-AP	Sí	2,02	1,81	516	285,08			Málaga / 5 años
	V18-AS	Sí	2,02	1,81	600	331,49			Málaga / 5 años
TERMICOL	T-105S	Sí	2,21	2,09	588	281,34	0,67-4,3T	0,26	Sevilla / 6 años
	T130-S	Sí	2,74	2,60	796	306,15	0,67-4,2T	0,27	Sevilla / 6 años
<b>SOLECO</b>	1,7Cu	Sí	1,70	1,65	382	231,27	0,73-7,1T	0,06	Córdoba / 5 años
	<b>2.3CuS</b>	Sí	<b>2,30</b>	<b>2,17</b>	<b>663</b>	<b>305,53</b>	<b>0,75-3,8T</b>	<b>0,39</b>	<b>Córdoba / 5 años</b>

## 1.7.2 Conexión de los captadores

Como medida ante la <<legionela>> se diseña el conexionado de los captadores para una temperatura de operación de 60°C. Para conseguir esto el campo de captadores se conectará siguiendo el esquema descrito a continuación y que se puede observar de forma gráfica en los planos nº 4, 5 y 12 del presente proyecto y en la figura 10 que encontraremos en el documento “Memoria”.

El diseño del conexionado se realizará teniendo en cuenta el punto de vista funcional, se observarán para el diseño de la batería de captadores los siguientes factores:

- 1) La instalación de los captadores debe asegurar que el recorrido hidráulico sea el mismo para todos, de forma que obtengan similares pérdidas de carga y, en consecuencia, caudales similares en todos ellos. De no ser así, los saltos térmicos en los captadores, que dependen directamente del caudal que circula por ellos, serán diferentes de unos a otros, reduciéndose el rendimiento global de la instalación.
- 2) La longitud de las conducciones debe ser lo más reducida posible, con objeto de disminuir las pérdidas hidráulicas y de calor.
- 3) El diseño de la batería debe evitar la formación de bolsas de vapor o aire.
- 4) El diseño debe garantizar el montaje y desmontaje de los colectores.



El campo de captadores constará de tres filas conectadas en paralelo. Cada una de estas filas estará constituida por dos baterías. Cada una de estas baterías se compondrá de 5 c.p.p. conectados entre sí en paralelo. Las dos baterías que componen una misma fila se conectarán en serie una con la otra. (Figura10)

Se diseña un circuito hidráulicamente equilibrado siguiendo el “método del

retorno invertido”, ya explicado este concepto con anterioridad en el punto 1.4 del presente proyecto. Se incorporan válvulas de corte a la entrada y salida de cada una de las filas. A continuación de la válvula de corte de entrada a cada fila se colocará una válvula de seguridad. Entre el último captador y la válvula de corte colocada en la salida de la fila en el punto más elevado de este tramo se colocará un purgador de aire automático precedido de una llave de corte, tal y como se muestra en los planos nº 4, 5 y 13 del presente proyecto. El lado inferior de cada batería tendrá una inclinación de  $-0,5^\circ$  respecto a una línea horizontal con dirección Este-Oeste y teniendo en cuenta que el plano que contiene a la batería está inclinado un ángulo de  $45^\circ$  respecto a un plano horizontal. Las características de cada uno de estos elementos constructivos de cada batería aparecen reflejadas en su apartado correspondiente.

**En este apartado se describe la configuración del campo de captadores y los criterios seguidos para ello.**

**La configuración elegida es la descrita a continuación.**

**El campo de captadores constará de tres filas conectadas en paralelo. Cada una de estas filas estará constituida por dos baterías. Cada una de estas baterías se compondrá de 5 c.p.p. conectados entre sí en paralelo. Las dos baterías que componen una misma fila se conectarán en serie una con la otra.**

### 1.7.3 Orientación e inclinación de la superficie de captación

Ante la problemática de dónde y cómo instalar el campo de captadores es muy importante que primen, sobre todo, los siguientes factores: máxima insolación (para conseguir el mayor rendimiento posible), seguridad de montaje y sujeción (asegurar la fijación de los captadores en la instalación y evitar su desprendimiento ante acciones externas), y cercanía al depósito de acumulación, para evitar pérdidas innecesarias.

Los colectores se orientarán hacia el Sur geográfico. Sobre la cubierta que tiene la orientación mencionada (Sur).

El ángulo de inclinación de los colectores sobre un plano horizontal se determinará en función de la latitud geográfica y del período de utilización de la instalación, de acuerdo con los valores de la tabla 4 que podemos observar a continuación.

**Tabla 4** –Inclinación de los colectores en función del período de utilización. Esta tabla ha sido construida siguiendo las indicaciones del CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, Sección HE4 apartado 2.1.11

Período de utilización	Inclinación de los colectores
Anual, con consumo constante	$\beta^\circ$
Preferentemente en invierno	$(\beta + 10)^\circ$
Preferentemente en verano	$(\beta - 10)^\circ$

Se admiten en cualquiera de los tres casos desviaciones de +/- 10° como máximo.

Ya que nos encontramos en Cádiz, la latitud es 36°. Además la ocupación del edificio es anual. Opto por otorgar a los captadores de una inclinación de 45° respecto de la horizontal ya que la cubierta tiene esa misma inclinación 45°. Al tener la misma inclinación los captadores y la cubierta se minimiza el impacto visual y no se incumple ningún parámetro de diseño especificado por la normativa de aplicación.

**En este apartado se determina que la inclinación de los c.p.p. será de 45° respecto de la horizontal y que la parte del colector transparente a la radiación se orientará hacia el sur geográfico.**

## 1.7.4 Dimensionado de la superficie de captación

### Superficie de captación

Todo el proceso de cálculo de superficie de captadores solares viene reflejado en los apartados 2.1, 2.2 y 2.3 del “Anexo Cálculos”. En el procedimiento de cálculo seguido se tiene en cuenta las condiciones climáticas y la orientación e inclinación de los captadores.

El área de un captador es de  $2,17 \text{ m}^2$ , como se puede ver en el “Anexo B”, apartado 4.1. Según los cálculos realizados y teniendo en cuenta los criterios de diseño pertinentes serán necesarios 30 captadores en total para conseguir la energía necesaria. Los metros totales de captador serán, por tanto, de  $65,1 \text{ m}^2$ .

Según los cálculos serán necesarios 31 captadores pero al colocar 31 captadores se descompensaría hidráulicamente el circuito este hecho provocaría una pérdida de rendimiento en el sistema que es intolerable. Por ello se adopta el criterio de instalar un captador menos. Con ello se minimiza el presupuesto y se reduce el riesgo de sobre temperatura en el sistema.

### Rendimiento del captador

El rendimiento medio mensual de los captadores dependiendo de la batería en que estén ubicados se encuentra especificado en el “Anexo Cálculos”, apartado 2.3, en la tabla 13, concretamente en las columnas 17 y 18 de la susodicha tabla.

### Energía aprovechable

Del total de las necesidades energéticas previstas para el consumo de ACS nuestro sistema de captación suplirá un porcentaje determinado y el sistema auxiliar el resto.

Según los cálculos realizados en el “Anexo Cálculos”, Tabla 13, el porcentaje anual de la demanda energética cubierto por el sistema de energía solar es del 78%, siendo el restante 22 % aportado por el sistema de energía auxiliar.

- **En este apartado se determina el número de captadores necesario para conseguir la energía necesaria.**
- **Según los cálculos realizados y teniendo en cuenta los criterios de diseño pertinentes serán necesarios 30 captadores en total para conseguir la energía necesaria.**
- **Los metros totales de superficie captadora son  $65,1 \text{ m}^2$ .**

### 1.7.5 Ubicaciones de los captadores

No está prevista la construcción de otro edificio en la zona de mayor altura en los alrededores de cada uno de los pabellones capaz de proyectar sombras sobre los captadores en alguna época del año, ni a ninguna hora del día. Por este motivo no es necesario incluir ningún cálculo de sombras en este proyecto.

La cubierta del edificio tiene una superficie de 5984,8 m<sup>2</sup> de los cuales 108,8 m<sup>2</sup> pertenecen a una cubierta inclinada con un ángulo de 45° con respecto a la horizontal, orientada hacia el Sur geográfico y sobre la cual no se proyecta ninguna sombra.

La finca limita al Oeste con las casas de los funcionarios del “Centro Penitenciario de RDV”. Estas casas son de planta baja y no se puede edificar a más altura. Además se nos asegura que al menos en un período 40 años no se podrán edificar viviendas de una altura superior a 5 m. Esto nos asegura que esas viviendas no proyectarán sombras sobre la superficie captadora de la instalación.

Por todo ello se determina como emplazamiento apropiado del campo de captación seleccionando la cubierta inclinada del ala Oeste de del módulo en estudio. Contemplando el módulo desde un punto ubicado al Sur del mismo.

En dicha cubierta encontramos previstos soportes para realizar los anclajes de las estructuras de soporte para los c.p.p., estos captadores serán utilizados en el sistema solar para generar ACS para el edificio. Las dimensiones de la cubierta donde se ubicarán los captadores se pueden visualizar en el plano 4 del presente proyecto.

La distancia de separación entre baterías de una misma fila es de 0,25 m. La distancia entre una fila y otra es de 0,5 m.

Se escogen estas distancias por ser las mínimas distancias a las que se pueden colocar las baterías y las filas para que el operario las pueda conectar hidráulicamente.

Las distancias entre baterías y filas han de ser tan pequeñas como sea posible para que las pérdidas de energía sean las mínimas. Las distancias entre las batería se pueden visualizar en el plano 12 del presente proyecto. Para visualizar la separación entre filas observaremos en el plano 4 del actual proyecto.

**En este apartado se determina el emplazamiento apropiado del campo de captación seleccionando la cubierta inclinada del ala Oeste de del módulo en estudio. Contemplando el módulo desde un punto central ubicado al Sur**

### **1.7.6 Soporte de los captadores**

La construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores permitirán 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 adecuados, 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.

En cuanto a la estructura de soporte de los colectores, el problema se simplificará ya que el fabricante comercializa soportes prefabricados de acero galvanizado en caliente y lacado en frío para sus colectores. Las uniones de los perfiles serán atornilladas facilitando así el montaje.

Y por tanto dichas estructuras serán diseñadas, fabricadas y suministradas por el fabricante de los captadores.

El montaje de estas estructuras será llevada a cabo por la empresa instaladora de energía solar contratada. Sobre los soportes, que previamente habrán sido dispuestos por la empresa constructora, para tal fin.

- **En este apartado se determinan las condiciones que deben cumplir las estructuras metálicas de soporte de los captadores.**
- **Dichas estructuras serán diseñadas, fabricadas y suministradas por el fabricante de los captadores.**
- **El montaje de estas estructuras será llevada a cabo por la empresa instaladora de energía solar contratada. Sobre los soportes, que previamente habrán sido dispuestos por la empresa constructora, para tal fin.**

## 1.8 Subsistema de acumulación

El dimensionado del sistema de acumulación precisa de la atención de los siguientes parámetros:

- Demanda en volumen y temperatura
- Protección y resistencia a la corrosión química
- Correcta estratificación del agua en función de la temperatura
- Rango de presiones de trabajo
- Rango de temperaturas de trabajo
- Correcto dimensionamiento del aislamiento
- Ubicación equilibrada respecto producción-consumo
- Prevención de la <<legionela>>.

### 1.8.1 Dimensionamiento del sistema de acumulación

#### 1.8.1.1 Capacidad de acumulación

El volumen de acumulación real se dimensionará según 4 factores:

- Rendimiento de la instalación en función del volumen de acumulación por superficie de captación.
- Temperatura de utilización.
- Demanda.
- Economía.

Para el dimensionado del volumen de acumulación nos basaremos en dos métodos de cálculo.

El primer método de cálculo se basa en la temperatura de uso. El volumen de acumulación siguiendo este criterio es el determinado por la ecuación 31, que se localiza en el apartado 2.4 del “Anexo Cálculos”.

El segundo método de cálculo se basa en la superficie captadora y teniendo en cuenta desfases entre producción de ACS y consumo no superiores a 24 horas. Para el cálculo del volumen de acumulación emplearemos la ecuación 32, que se localiza en el apartado 2.4 del “Anexo Cálculos”. En ella sustituiremos los diferentes valores de  $F_{c4}$  según corresponda y definiremos un rango de valores posibles para la capacidad del acumulador.

Según el CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo,  $F_{c4\text{mín}}=50$ ;  
 $F_{c4\text{máx}}=180$

Según CENSOLAR  $F_{c4}$  óptimo mín=60;  $F_{c4}$  óptimo medio=75;  $F_{c4}$  óptimo máx=90

Siguiendo este criterio el volumen de acumulación según el CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, estaría comprendido entre 3255 y 11718 L. Si nos basamos en el criterio establecido por CENSOLAR el volumen de acumulación estaría comprendido entre 3906 y 5859 L.

Hasta ahora solo he tenido en cuenta los tres primeros factores al aplicar el factor económico se deduce en que el volumen de acumulación solar más apropiado es de 4000 L. Por tanto el acumulador solar tendrá un volumen de **4000L**.

Los cálculos que nos llevan a esta conclusión los hallamos en el “Anexo Cálculos” en el apartado 2.4.

**En este apartado se determina que el volumen de acumulación del sistema de energía solar es de 4000L.**

### 1.8.1.2 Atención al resto de parámetros

#### *Material*

La elección del material se realiza teniendo en cuenta el estudio de corrosión, aspecto de gran importancia en esta decisión (ver “Anexo A”), determinándose que los materiales más apropiados son:

a) El acero, que es el más utilizado dado su asequible coste. Necesita protección interior contra la corrosión mediante tratamiento de vitrificado y protección catódica.

b) El acero inoxidable (del tipo AISI 316 L por ejemplo) es sin duda el mejor material, aunque es bastante caro.

Siendo ambas soluciones válidas, y con el objetivo de minimizar el período de retorno del capital, se escoge el acero como material óptimo.

### *Intercambiador de calor y estratificación*

Al ser un sistema de gran acumulación (mayor a 2500 litros), se adopta un sistema de intercambio externo para evitar serpentines de grandes superficies difíciles de integrar dentro del acumulador y mantener una correcta estratificación. Además será más económico inspeccionar, limpiar, reparar o sustituir un intercambiador externo que uno interno. Para favorecer la estratificación, la configuración del acumulador debería ser vertical pero por limitaciones arquitectónicas se opta por una configuración horizontal.

### *Aislamiento*

El acumulador solar almacenará agua a una temperatura comprendida en el rango de 60-100 °C, por ello el acumulador debe estar dotado de un aislamiento mínimo equivalente a 50 mm de conductividad  $\lambda = 0,040 \left( \frac{W}{m \cdot K} \right)$  a 20° C, según el R.D. 1027/2007, de 20 de julio.

### *Legionelosis*

Se deberá cumplir con los requisitos establecidos en el RD 865/2003 del 4 de julio sobre prevención y control de la legionelosis, especialmente las medidas preventivas específicas del artículo 7 y al apartado 1 del artículo 8. De vital importancia es que la temperatura del agua en el circuito de distribución de agua caliente de consumo pueda llegar a ser superior a 50°C en el punto más alejado. La instalación permitirá que el agua alcance temperaturas de 70°C o superiores. Por tanto no se permiten componentes de acero galvanizado que no podrían soportar temperaturas superiores a 60°C.

En el acumulador solar se colocará una resistencia de 3 Kw la cual se usará exclusivamente para tratar térmicamente el susodicho acumulador cumpliendo con el RD 865/2003, 4 de julio. Esta resistencia estará regulada por un termostato que mantendrá una temperatura de 70 °C en el acumulador. El tratamiento térmico consistirá en los siguientes pasos:

1º Vaciar el sistema y, si fuera necesario, limpiar a fondo las paredes de los depósitos acumuladores, realizar las reparaciones necesarias y aclarar con agua limpia.

2º Llenar el depósito acumulador y elevar la temperatura del agua hasta 70 °C y mantener al menos 2 horas. Posteriormente abrir por sectores todos los grifos y duchas, durante 5 minutos, de forma secuencial. Confirmar la temperatura para que en todos los puntos terminales de la red se alcance una temperatura igual o superior a 50 °C.

3º Vaciar el depósito acumulador y volver a llenarlo para su funcionamiento habitual.

Las revisiones y tratamientos térmicos se realizarán según el Anexo 3 del RD 865/2003, 4 de julio.

### *Conexiones y manguitos*

Con objeto de aprovechar al máximo la energía captada y evitar la pérdida de la estratificación por temperatura en los depósitos. La situación de las tomas para las diferentes conexiones serán las establecidas en los puntos siguientes:

- La conexión de entrada de agua fría de red al acumulador se realizará por la zona baja del susodicho acumulador.

- La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador al acumulador se realizará, preferentemente, a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo.

- La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador se realizará por la parte inferior de éste.

- La extracción del depósito, de agua caliente para el consumo, se realizará por la parte superior.

El acumulador solar deberá venir equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección. Según normativa, deben existir los siguientes como mínimo:

- Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente
- Registro embridado para inspección del interior del acumulador.
- Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.
- Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.
- Manguito roscado para la conexión de la resistencia.
- Manguito para el vaciado.

### 1.8.2 Selección del elemento y ubicación espacial

De acuerdo a los criterios antes mencionados como acumulador para la energía solar se ha seleccionado el acumulador modelo ACS de la marca “IDROGAS” de 4000 litros cuyas especificaciones técnicas se encuentran en el “Anexo B”, en el apartado 4.2. Y, como acumulador para la energía auxiliar se escoge el acumulador de gran capacidad con intercambiador extraíble incorporado de la marca “IDROGAS” Serie “BOSXP” de 4000 litros sus especificaciones técnicas se encuentran en el “Anexo B”, en el apartado 4.3.

En el caso de la selección del intercambiador de energía auxiliar se decide que esté incorporado en el acumulador por limitaciones de espacio. En el caso del acumulador de energía solar se selecciona un intercambiador externo pues en el circuito que conecta los captadores con el intercambiador circula una mezcla del 20% en volumen de propilenglicol-agua. Esto hace que el criterio de ahorro de espacio pierda fuerza ante el criterio de fácil mantenimiento por seguridad de los usuarios de la instalación, debido a la toxicidad de los anticongelantes existentes en el mercado.

Tanto el acumulador para la energía solar, como el acumulador para la energía auxiliar, se colocarán en posición horizontal en la sala de acumulación de ACS. La ubicación de la sala de acumulación de ACS y de los acumuladores en la susodicha sala se puede observar en los planos nº 4, 6, 7 y 8 del presente proyecto.

**En este apartado se determina que el acumulador para la energía solar es de la marca “IDROGAS” modelo “ACSPOF-4000T” y el acumulador para la energía auxiliar con intercambiador extraíble incorporado es de la marca “IDROGAS” modelo “BOSXP-4000T”.**

## 1.9 Subsistema hidráulico y de distribución

### 1.9.1 Acoplamiento a instalaciones existentes

La red de distribución de agua potable en la entrada en la finca presenta unos aljibes de agua potable. Estos proveen de agua potable a todos los sistemas de la finca que lo necesiten durante 24 horas.

Será necesario acoplar la alimentación de la red general al circuito primario. El llenado del acumulador se realizara desde la conducción de agua fría existente en la “Sala de Acumulación de ACS”.

Se colocará el sistema de acumulación solar en serie con el sistema auxiliar.

Se hará un bypass al sistema solar conectando la red de agua fría directamente con el sistema de energía auxiliar, en previsión a cualquier avería o parada por motivo del mantenimiento en el sistema solar evitando el corte del suministro de A.C.S.

El acoplamiento de la instalación solar, la instalación auxiliar y la instalación de agua potable del edificio la podemos visualizar en los planos nº 3, 4, 5, 8 y 11 del presente proyecto.

El material de los tubos empleados en la instalación es cobre. Se emplea este material por diversos motivos que pasamos a describir seguidamente. Si se desea obtener más información sobre su resistencia a la corrosión acudir al “Anexo A” apartado 3.2.6 “Tubería de cobre” del presente proyecto.

La tubería de cobre sólo tiene pequeñas cantidades de fósforo residual, que además facilita la soldadura, y goza de las excelentes características de este metal, como son resistencia a la corrosión, maleabilidad y ductilidad.

El cobre resiste la corrosión, tanto de los líquidos que puedan circular por su interior como la debida a los agentes exteriores, aire, humedad o elementos constructivos que entren en contacto con él.

La maleabilidad y ductilidad del cobre permiten una cómoda manipulación y una gran facilidad para realizar trazados complicados. Además, pueden resistir sin reventar una o más heladas, lo que añade un importante factor de seguridad.

Así mismo el cobre se encuentra clasificado, a efectos de su comportamiento hidráulico, como un material liso presentando una pérdida de carga lineal inferior a otros materiales como el acero o hierro, a igual sección y caudal.

Por último las tuberías de cobre son de fácil manipulación e instalación mediante soldadura por capilaridad, lo que permite el abaratamiento de la mano de obra, partida de gran peso específico en el presupuesto total de la instalación.

En su utilización se observará la inexistencia de pares eléctricos al conectar con otros elementos realizados en otros materiales (corrosión galvánica). De hecho la utilización del cobre como material en el circuito primario reduce este riesgo en las conexiones con los colectores, ya que estos son realizados en este mismo material.

## **1.9.2 Circuito primario**

### **1.9.2.1 Configuración**

Como se observa en los planos nº 4, 5 y 8 y en la figura 7 del presente proyecto, el circuito primario consta de:

- Tubería de ida (agua caliente) desde el campo de captadores hasta el intercambiador de placas.
- Tubería de retorno (agua fría) desde el intercambiador de placas hasta el campo de captadores.
- Sistema de llenado y vaciado del circuito cerrado.
- Valvulería.
- Bombas.

En el plano nº 4 del presente proyecto, se puede visualizar la ubicación del campo de captadores.

### **1.9.2.2 Seguridad**

Por ser el circuito primario cerrado debe presentar elementos de seguridad comunes a los circuitos de calefacción, y que a continuación se exponen:

#### **Posibilidad de llenado y vaciado del circuito**

Al tratarse de un circuito cerrado, el sistema debe disponer de una toma de llenado del circuito para su puesta en marcha y reposición de las pérdidas, y una toma de vaciado con la que poder extraer el fluido del circuito para su sustitución o para el mantenimiento de cualquiera de los elementos. Observar en los planos nº 4, 5, 8 y 13 del presente proyecto.

Esto se consigue acoplado un depósito auxiliar al final del tramo T02T05. En este depósito se dispondrá la mezcla acuosa de anticongelante y se cargará en el circuito primario. Una vez finalizado este proceso de carga se volverá a conectar el tramo T02T05. De esta forma se produce alguna merma de anticongelante este será repuesto por agua evitando entrada de aire en el circuito.

La disminuya de la capacidad de respuesta frente a heladas que sufre el sistema es mínima. Y aún es menor al establecer visitas cada 6 meses para el mantenimiento de la instalación. Esto es así pues estas pérdidas de fluido caloportador son muy pequeñas y se producen en épocas prolongadas de elevada intensidad de radiación es decir en la estación estival precisamente cuando en la zona no existe riesgo de helada o es ínfimo.

### **Protección contra ebullición y congelación.**

Hay que destacar que el aislamiento de las conducciones no constituye una protección contra la congelación por sí misma. Por ello, es frecuente la utilización, dada su eficacia, de fluidos caloportadores, en nuestro caso una mezcla acuosa de propilenglicol al 20% en volumen, compuestos por una mezcla de agua desmineralizada y anticongelante en la proporción adecuada a la temperatura de protección. Las propiedades del fluido caloportador escogido las podemos encontrar resumidas en el “Anexo Cálculos” en el apartado 2.8.

Por el contrario la protección contra la ebullición presenta una mayor dificultad, por ello la protección habilitada consiste en la actuación sobre tres variables:

1. Dimensionado del circuito primario y todos sus componentes para una temperatura máxima de 188° C.
2. Presurización del circuito primario a una presión mínima de  $2,0 \left( \frac{Kgf}{cm^2} \right)$ , para obtener un punto de ebullición del fluido caloportador superior a los 140° C.
3. Posibilidad de anular parte de la superficie captadora, realizando un vaciado parcial del campo de colectores tras haber aislado la zona en cuestión.

### **- Compensación de la dilatación del fluido caloportador**

Como establece el R.D. 1027/2007, de 20 de julio, el sistema incluye un vaso de expansión calculado para un salto térmico de 173°C, capaz de absorber la dilatación de volumen sufrida por el fluido con la temperatura.

Para esta instalación se escoge un vaso de expansión de 25 Litros. El vaso de expansión tendrá una presión previa de 3 bar en la cámara de aire y antes del vaso de expansión se colocará una válvula de seguridad de conexión roscada de  $\frac{3}{4}$ ”, tarada a

6 bar de presión absoluta y un paso de  $2,2 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2$  como mínimo. Esta válvula de seguridad se dimensiona en base a los resultados obtenidos en el apartado 2.11 del “Anexo Cálculos” del presente proyecto.

Los cálculos realizados para llevar a cabo el dimensionado del vaso de expansión los podemos observar en el apartado 2.10 perteneciente al “Anexo Cálculos” del presente proyecto.

### **- Adecuación de las condiciones del agua de red a las requeridas por el sistema solar**

La primera variable a tener en cuenta es la posibilidad de la acumulación de lodos en el sistema de producción de agua caliente sanitaria. Para evitar su acumulación se establece en el plan de mantenimiento que una vez al año se revise y limpie todo el circuito de posibles acumulaciones de lodos.

La segunda variable a tratar es la presión de red. Ante la posibilidad de que la presión de la red general de aguas pueda presentar transitorios de sobrepresión, el sistema estará dotado de una válvula reductora de presión tarada a  $2,0 \left( \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} \right)$  para adecuar la presión de entrada a la presión admisible por los elementos del circuito primario. Para evitar estados transitorios de baja presión en la red se instalará una válvula de retención tipo York. Todos estos elementos los encontramos en el grupo de llenado escogido.

### **- Purga de aire en el circuito primario**

Para posibilitar la correcta purga de aire en el circuito primario se dispondrán de purgadores automáticos en todas las salidas de las tres filas. Se colocarán purgadores automáticos con una capacidad de  $250 \text{ cm}^3$ , como mínimo soportará este elemento temperaturas de  $150^\circ\text{C}$  y una presión de servicio de 10 bar (se aconseja purgadores automáticos de la Marca / modelo, “VOSS / PURG-O-MAT 150 solar”).

La ubicación de los purgadores de aire se puede observar con detalle en el plano nº 12 del presente proyecto.

Mientras se esté realizando el lleno de la batería este purgador no debe estar conectado. Cuando salga líquido sin burbujas por la boca donde se conectará el purgador indicará que es el momento en el que se debe instalar el purgador de aire automático. Acto seguido se comprobará realizando una actuación manual sobre el purgador de aire que se ha expulsado todo el aire del circuito. Una vez comprobado se dejará el taponcillo de la purga del purgador automático superpuesto.

### 1.9.2.3 Fluido caloportador

El fluido caloportador es el fluido empleado en el circuito primario para portar la energía térmica desde los colectores solares al intercambiador de placas. Este fluido debe de tener una temperatura de solidificación 5° C inferior a la temperatura mínima histórica en la zona. La temperatura mínima histórica en la zona la encontramos en la tabla 30 del “Anexo Cálculos”.

El fluido escogido será una mezcla de propilenglicol y agua. La mezcla poseerá una cantidad mínima de propilenglicol del 20% en volumen. Para cargar el circuito se requerirán 120 L de propilenglicol del 20% en volumen. Las características de la mezcla se citan a continuación.

Los datos se han obtenido de las figuras 29, 30, 31 y 32 anexadas en el “Anexo Cálculos”, en el apartado 2.8.

Densidad:  $1,02 \left( \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$ .

Calor específico:  $0,965 \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right)$ .

Conductividad térmica:  $0,0335 \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{h} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C}} \right)$ .

Temperatura de ebullición de la mezcla a 2 atmósferas: 140(°C).

**En este apartado se determina que Como fluido caloportador se empleará una mezcla acuosa de propilenglicol al 20% en volumen.**

**También se especifican las propiedades físicas y termodinámicas características de la susodicha mezcla acuosa.**

### 1.9.2.4 Tuberías de conducción

#### 1.9.2.4.1 Dimensionado de las conducciones:

La sección de la conducción se establece en función del caudal de circulación y de la velocidad media del fluido.

El caudal de circulación viene establecido por el fabricante del colector, según ensayo de Norma UNE 94101:1986, por el cual se determina el caudal óptimo para obtener la máxima transferencia de calor entre el absorbedor del colector y el fluido caloportador.

Para el captador SOLECO Cu S 2.3, el fabricante SOLECO establece un caudal de  $60 \left( \frac{L}{h \cdot m^2 \text{ de c.p.p.}} \right)$ .

Dado que el circuito primario actúa a modo de colector, distribuyendo el fluido caloportador entre las 3 filas de captadores, según se ha establecido en puntos anteriores, el valor del caudal a transportar será diferente en cada tramo, siendo función del nº de filas pendientes de abastecer desde el punto considerado.

El dimensionado de todas de las conducciones pertenecientes al sistema solar y sus características principales lo podemos observar en el apartado 2.5, perteneciente al “Anexo Cálculos” del presente proyecto.

El dimensionado de todas de las conducciones pertenecientes al circuito primario y sus características principales lo podemos observar en la tabla 5 mostrada a continuación.

**En este apartado se determinan las dimensiones de las tuberías del circuito primario perteneciente al sistema de energía solar y sus características principales estos datos se ven reflejados en la tabla 5.**

**Tabla 5 – Denominación de los tramos de tuberías y sus principales características.**

Nombre del tramo	Punto de inicio	Punto final	Caudal (L/h)	Diámetro interior x espesor (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdidas de carga (mm.c.a/m)	Pérdidas de carga del tramo (mm.c.a)	Longitud de tubo recto
T05T06	T05	T06	129	30 x 1,5	0,5	37	74,8	1994
T06T07	T06	T07	1953	30 x 1,5	0,9	30	0,3	10
T07T08	T07	T08	1953	30 x 1,5	0,9	30	9,0	300
T08T09	T08	T09	1953	30 x 1,5	0,9	30	175,0	5832
T09T10	T09	T10	1953	30 x 1,5	0,9	30	299,4	9979
T10T17	T10	T17	1302	26 x 1	0,8	30	399,6	13320
T17T25	T17	T25	651	20 x 1	0,6	20	282,0	14102
T10T11	T10	T11	651	20 x 1	0,6	20	9,2	458
T12T13	T12	T13	651	20 x 1	0,6	20	37,3	1865
T13T15	T13	T15	651	20 x 1	0,6	20	1,8	92
T13T14	T13	T14	360	16 X 1	0,7	30	10,0	333
T43T16	T43	T16	651	20 x 1	0,6	20	2,5	125
T16T32	T16	T32	651	20 x 1	0,6	20	316,4	15818
T17T18	T17	T18	651	20 x 1	0,6	20	9,2	458
T19T20	T19	T20	651	20 x 1	0,6	20	37,3	1865
T20T22	T20	T22	651	20 x 1	0,6	20	1,8	92
T20T21	T20	T21	360	16 X 1	0,7	30	10,0	333
T23T24	T23	T24	651	20 x 1	0,6	20	2,5	125
T24T32	T24	T32	651	20 x 1	0,6	20	49,9	2496
T26T27	T26	T27	651	20 x 1	0,6	20	37,3	1865
T27T28	T27	T28	360	16 X 1	0,7	30	2,8	92
T27T29	T27	T29	651	20 x 1	0,6	20	6,7	333
T30T31	T30	T31	651	20 x 1	0,6	20	2,5	125
T31T33	T31	T33	651	20 x 1	0,6	20	49,9	2496
T32T33	T32	T33	1302	26 x 1	0,8	30	400,0	13322
T33T34	T33	T34	1953	30 x 1,5	0,9	30	288,8	9626
T34T35	T34	T35	1953	30 x 1,5	0,9	30	197,9	6595
T36T06	T36	T06	1953	30 x 1,5	0,9	30	13,7	458

#### **1.9.2.4.2 Instalación y trazado:**

Las uniones en los captadores se realizarán teniendo en cuenta que los extremos de los tubos no tengan abolladuras, estén alineados y planos, uniendo completamente las conexiones y roscando sin tensiones.

Las uniones de las conducciones se realizarán por soldadura de capilaridad del tipo fuerte con aportación de una aleación de estaño-plata, lo que garantiza su estanqueidad inclusive a temperaturas de 188 °C (temperatura estática del captador).

En las uniones de las conducciones con la valvulería se utilizarán entronques de latón con extremos para soldar y roscar, de sección adecuada al tubo y válvula, respectivamente.

Las uniones en puntos delicados, por posibilidad de que se alcancen temperaturas elevadas, como lo son las uniones con los captadores se realizarán mediante elementos de compresión por rosca. Es decir, mediante manguitos hembra de unión de tres piezas de junta cónica, de  $\frac{3}{4}$ ” de latón.

La instalación de las tuberías del circuito primario se realizará observando los siguientes condicionantes:

- a) Separación superior a los 30 cm de las conducciones eléctricas.
- b) Las conducciones discurrirán preferentemente lo más cercanas y paralelas a los paramentos verticales y horizontales.
- c) El tendido de las tuberías se realizará con una pendiente de 0,2% en dirección a los purgadores más cercanos
- d) Los pasamuros serán realizados con materiales que permitan la dilatación térmica de la conducción sin su alteración mecánica.
- e) La fijación de las conducciones a los paramentos del edificio se realizarán mediante abrazaderas metálicas de tornillería interponiendo un elastómero entre la conducción y la abrazadera.
- f) Las fijaciones se hallarán distribuidas a una distancia de 1,5 m para tramos horizontales y de 2,0 m en tramos verticales.
- g) La instalación de las fijaciones será realizada de tal forma que se permita la

dilatación de la conducción sin influenciarla mecánica, en los cambios de dirección.

La instalación de las tuberías del circuito primario la podemos observar en los planos 4, 8 y 12 del presente proyecto.

#### **1.9.2.4.3 Calorifugación:**

Tomamos como aislante térmico para las conducciones de la instalación coquilla tubular de la marca Armaflex cuya conductividad térmica a una temperatura de 10°C es de  $0,036 \left( \frac{W}{m \cdot K} \right)$ , según la hoja de especificaciones adjuntada en el “Anexo B” en el apartado 2.8.

Para cumplir con lo establecido en la Instrucción Técnica 1.2.4.2.1.2 aprobada por el “R.D. 1027/2007, de 20 de julio”, los espesores de los aislamientos térmicos para las tuberías serán los calculados en el apartado 2.9 donde localizaremos el procedimiento de cálculo seguido.

Los espesores de los aislamientos térmicos para las tuberías serán los mostrados a continuación en la tabla 6.

**Tabla 6 – Espesor del aislante térmico necesario.**

TRAMO	Diámetro exterior (mm)	Espesor real del aislante según Nuevo RITE (mm)
T05T06	35	25
T06T07	35	25
T07T08	35	25
T08T09	35	25
T09T10	35	32
T10T17	28	32
T17T25	22	32
T10T11	22	32
T12T13	22	32
T13T15	22	32
T13T14	18	32
T43T16	22	32
T16T32	22	32
T17T18	22	32
T19T20	22	32
T20T22	22	32
T20T21	18	32
T23T24	22	32
T24T32	22	32
T26T27	22	32
T27T28	18	32
T27T29	22	32
T30T31	22	32
T31T33	22	32
T32T33	28	32
T33T34	35	32
T34T35	35	25
T36T06	35	25

### 1.9.2.5 Valvulería y elementos de maniobra

La elección de las válvulas se realizará, de acuerdo con la función que desempeñen y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura) siguiendo preferentemente los criterios que a continuación se citan:

- a) para aislamiento: válvulas de esfera;
- b) para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento;

- c) para vaciado: válvulas de esfera o de macho;
- d) para llenado: válvulas de esfera;
- e) para purga de aire: válvulas de esfera o de macho;
- f) para seguridad: válvula de resorte con actuador manual;
- g) para retención: válvulas de retención de tipo York.

Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema. Debido a su importancia se dedica el apartado 2.11 del “Anexo Cálculos” a su dimensionamiento. A este apartado nos podemos referir para observar las características de las válvulas de seguridad requeridas para el presente proyecto.

Conjuntamente con la valvulería anteriormente descrita, también se han previsto la instalación de elementos de medición como manómetros, con los que determinar el caudal del circulador, y termómetros, con los que se valorará la regulación hidrodinámica del circuito.

Los manómetros serán de vaselina con una escala que tendrá el rango de 0 a  $10 \left( \frac{Kgf}{cm^2} \right)$ .

La temperatura será medida en la salida de la segunda batería de la fila más alejada de la sala de acumulación de ACS y en la salida hacia el intercambiador de calor del acumulador solar. En estos dos lugares se ubicarán sondas de temperatura. Las sondas de temperatura serán termistores. La sonda colocada en la salida hacia el intercambiador de calor del acumulador solar será del tipo NTC. La sonda colocada en la salida de la segunda batería de la fila más alejada de la sala de acumulación de ACS será del tipo PT1000.

### **1.9.2.6 Vaso de expansión**

En la instalación del presente proyecto se empleará un vaso de expansión cerrado cuya conexión será roscada y el tipo de rosca será ISO 7/1 2001.

Se escoge un vaso de expansión cerrado para evitar la entrada de aire al

interior de las tuberías y en consecuencia la corrosión de las mismas, además elimina la necesidad de colocar conductos de seguridad y alimentación hasta lugares elevados de la instalación.

También elimina pérdidas de agua por evaporación, evitando la corrosión e incrustaciones provocadas por el agua de reposición.

Disminuye la posibilidad de riesgos de heladas y precisa un mínimo servicio de conservación.

El mantenimiento precisado por el vaso de expansión seleccionado es comprobar anualmente la presión de la cámara de aire que debe estar entre 3 – 2,5  $\left(\frac{Kgf}{cm^2}\right)$ .

Como queda demostrado en el “Anexo Cálculos”, en el apartado 2.10, se selecciona un vaso de expansión con un volumen de 25 litros.

El vaso de expansión seleccionado de los disponibles en mercado lo encontramos en el “Anexo B” en el apartado 4.12.

**En este apartado se especifica que el vaso de expansión seleccionado es de la marca “SALVADOR ESCODA” modelo “25 SMF” de 25 l de capacidad.**

### 1.9.2.7 Bomba

El fluido caloportador que circula por el circuito primario será impulsado por una bomba que debe garantizar la presión necesaria para vencer las caídas de presión debidas a la circulación del fluido por el circuito. En función de las caídas de presión y el caudal, así como las características del fluido caloportador y las condiciones de presión y temperatura, se selecciona la bomba más adecuada.

Según el punto 2.7.1 “Bomba seleccionada para el circuito <<INTERCAMBIADOR SOLAR – CAMPO DE CAPTADORES>>” del “Anexo Cálculos”, donde se calcula la potencia de la bomba para el circuito primario. La bomba seleccionada debe presentar las siguientes características.

Caudal	1,95 $\left(\frac{m^3}{h}\right)$
Altura	2,77 (mca).

Potencia de la bomba            87 (W)

Dentro del grupo de bombas de la marca GRUNDFOS, específicas para energía solar, y que proporcionan la altura requerida, hemos seleccionado la ALPHA2 32-60 180 con las características técnicas que aparecen en el apartado 4.10 que se localiza dentro del “Anexo B” perteneciente al presente proyecto.

**En este apartado se ha seleccionado la bomba de la marca Grundfos modelo ALPHA2 32-60 180 como la bomba óptima para el circuito primario.**

### **1.9.3 Circuito secundario.**

#### **1.9.3.1 Configuración**

Como se observa en los planos 4 y 8 y en la figura 11 del presente proyecto, el circuito secundario consta de:

- Tubería de ida (agua caliente) desde el intercambiador de placas hasta el acumulador.
- Tubería de retorno (agua fría) desde el acumulador hasta el intercambiador de placas.
- Sistema de llenado y vaciado del circuito cerrado.
- Valvulería.
- Bomba.

En el plano 4 del presente proyecto se puede visualizar la situación de la “Sala de Acumulación de ACS”.

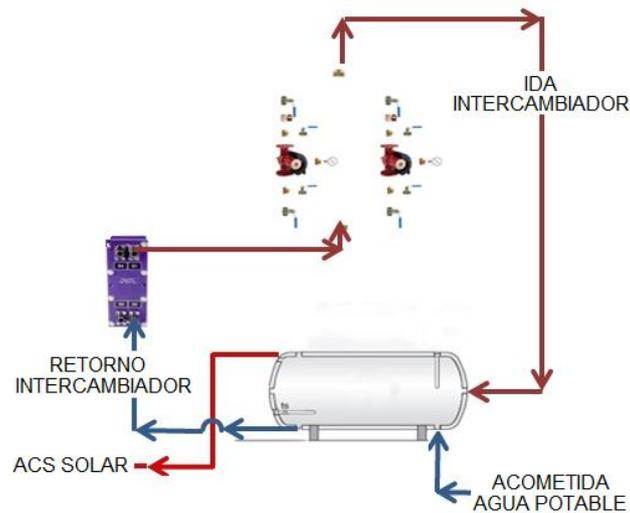


Figura 11

### 1.9.3.2 Conducciones y accesorios

El material escogido para los tubos es cobre. Para realizar esta elección me baso en las características del cobre frente a la corrosión las cuales las podemos observar en el apartado "3.2.6 Tubería de cobre", que se encuentra en el "Anexo A" del presente proyecto.

Las tuberías de conducción, la valvulería y los elementos de maniobra deberán cumplir las características especificadas en sus iguales en el circuito primario.

#### 1.9.3.2.1 Dimensionado de las conducciones:

La sección de la conducción se establece en función del caudal de circulación, de la velocidad media del fluido y de la pérdida de carga en el circuito.

El dimensionado de las conducciones y sus características principales se pueden observar en la tabla 20 del apartado 2.5 perteneciente al "Anexo Cálculos" del presente proyecto.

#### 1.9.3.2.2 Instalación y trazado:

Las uniones roscadas se realizarán teniendo en cuenta que los extremos de los tubos no tengan abolladuras, estén alineados y planos, uniendo completamente las conexiones y roscando sin tensiones.

Las uniones de las conducciones se realizarán por soldadura de capilaridad del tipo fuerte con aportación de una aleación de estaño-plata al 30% en plata, lo que garantiza su estanqueidad inclusive a temperaturas de 188 °C (temperatura estática del captador).

En las uniones de las conducciones con la valvulería se utilizarán machones y racores, de sección adecuada al tubo y válvula, usándose en estas uniones juntas de teflón de diámetro adecuado.

La instalación de las tuberías del circuito primario se realizará observando los siguientes condicionantes:

- a) Separación superior a los 30 cm de las conducciones eléctricas.
- b) Las conducciones discurrirán preferentemente lo más cercanas y paralelas a los paramentos verticales y horizontales.
- c) El tendido de las tuberías se realizará con una pendiente de 0,2% en dirección a los purgadores más cercanos
- d) Los pasamuros serán realizados con materiales que permitan la dilatación térmica de la conducción sin su alteración mecánica.
- e) La fijación de las conducciones a los paramentos del edificio se realizarán mediante abrazaderas metálicas de tornillería interponiendo un elastómero entre la conducción y la abrazadera.
- f) Las fijaciones se hallarán distribuidas a una distancia de 1,8 m para tramos horizontales y de 1,5 m en tramos verticales.
- g) La instalación de las fijaciones será realizada de tal forma que se permita la dilatación de la conducción sin influenciarla mecánicamente, en los cambios de dirección.

#### **1.9.3.2.3 Calorifugación:**

Tomamos como aislante térmico para las conducciones de la instalación coquilla tubular de la marca Armaflex cuya conductividad térmica a una temperatura de 10°C es de  $0,036 \left( \frac{W}{m \cdot K} \right)$ , según la hoja de especificaciones adjuntada en el “Anexo B”

en el apartado 4.8.

Para cumplir con lo establecido en la Instrucción Técnica 1.2.4.2.1.2 aprobada por el “R.D. 1027/2007, de 20 de julio”, los espesores de los aislamientos térmicos para las tuberías serán los calculados en el apartado 2.9 donde localizaremos el procedimiento de cálculo seguido.

Los espesores de los aislamientos térmicos para las tuberías del circuito secundario serán los mostrados a continuación en la tabla 7.

**Tabla 7 – Espesor del aislante térmico necesario.**

TRAMO	Diámetro exterior (mm)	Espesor real del aislante según Nuevo RITE (mm)
T37T38	35	25
T39T40	35	25
T41T42	35	25
T37T31	64	32

### 1.9.3.3 Bomba

El fluido caloportador que circula por el circuito secundario es el agua de consumo. El ACS será impulsada por una bomba que debe garantizar la presión necesaria para vencer las caídas de presión debidas a la circulación del fluido por el circuito. En función de las caídas de presión y el caudal, así como las características del fluido caloportador y las condiciones de presión y temperatura, se selecciona la bomba más adecuada.

Para el circuito secundario se ha seleccionado una bomba que cumpla con los requisitos calculados en el punto “2.7.2. Bomba seleccionada para el circuito <ACUMULADOR SOLAR – INTERCAMBIADOR SOLAR>” perteneciente al “Anexo Cálculos”, donde se calcula la potencia de la bomba para el circuito secundario.

Caudal	$1,95 \left(\frac{m^3}{h}\right)$
Altura	$2,26 (mca).$
Potencia de la bomba	$180 (W)$

Hemos seleccionado una bomba de la marca GRUNDFOS modelo TP 32-40/4

A-F-A BUBE con las características técnicas que aparecen en el apartado 4.11 “Hoja de especificaciones del electrocirculador del circuito <ACUMULADOR SOLAR – INTERCAMBIADOR SOLAR>” que se encuentra dentro del “Anexo B” del presente proyecto.

**En este apartado se ha seleccionado la bomba de la marca Grundfos modelo TP 32-40/4 A-F-A BUBE como la bomba óptima para el circuito secundario.**

### 1.9.3.4 Sistema de intercambio de calor

Ateniéndome tanto al criterio económico como a dar facilidad al mantenimiento, en esta instalación de energía solar térmica se empleará un intercambiador externo. En concreto se empleará un intercambiador de placas desmontables.

El “intercambiador de placas” consta de un circuito con placas metálicas (a modo de radiador) que aumenta la relación superficie/volumen del elemento para favorecer la transmisión de calor.

El hecho de que se ubiquen fuera del recipiente de almacenamiento trae consigo la necesidad de que existan bombas de circulación para ambos circuitos (primario y secundario). No obstante presentan una serie de ventajas tales como:

- El mantenimiento es muy sencillo por ser un elemento reemplazable y desmontable de modo simple.
- Su empleo permite ampliar la potencia de intercambio de una instalación existente, al ser posible bien aumentar el número de placas del elemento o bien su sustitución por otro con mayor capacidad.
- Tienen un rendimiento aceptable (mayor que los intercambiadores internos).
- El material con el que se fabrican es de alta calidad y durabilidad.

Para el dimensionado del intercambiador, es preciso acudir a las tablas del fabricante o pedir información concreta para cada caso, ya que su cálculo es complejo y precisa de simuladores numéricos. En el presente proyecto se ha considerado la utilización de un intercambiador de placas de la empresa “DISOL” y la selección se ha realizado de acuerdo al catálogo y datos técnicos presente en el apartado 4.6 del

“Anexo B” del presente proyecto.

Según el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, se nos indica que el intercambiador de calor entre el circuito primario y secundario de tener una potencia mínima de  $500 \left( \frac{W}{m^2 \text{ de c.p.p.}} \right)$ . Requiriéndose para esta instalación un intercambiador de calor de una potencia de 32.5 KW como mínimo, según los cálculos realizados en el “Anexo Cálculos”, apartado 2.3.

El fabricante “DISOL” recomienda para una instalación de 30 c.p.p. la utilización de un intercambiador de calor de 37,5 KW de potencia, tal y como se observa en la tabla de selección incluida en la hoja de especificaciones del intercambiador de calor que la encontramos en el “Anexo B” apartado 4.6. “DISOL” considera un factor de  $570 \left( \frac{W}{m^2 \text{ de c.p.p.}} \right)$ , que es la potencia recibida a intercambiar por unidad de superficie de captador. Factor que considero es más restrictivo que el aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, además, considero este valor fiable por la experiencia acumulada por “DISOL”.

**En este apartado se ha seleccionado como intercambiador de calor ideal para el sistema de energía solar térmica el intercambiador de la marca “DISOL” modelo “DISOL ID-4050”.**

### 1.9.3.5 Sistema auxiliar de energía

La caldera, en el caso en que se produzca una aportación solar nula, será capaz de soportar la carga térmica del edificio.

Además debemos de tener en cuenta el “RD 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis”, concretamente atendiendo lo que se indica en el art.7.1.i).

La caldera, en un tiempo aproximado de 8 a 12 horas, generará un salto térmico de  $\Delta T \approx 58 \text{ }^\circ\text{C}$  en un volumen igual al del sistema de energía solar, es decir, 4000 L. Con ello nos aseguramos una temperatura en el acumulador auxiliar en el caso más desfavorable de  $70^\circ\text{C}$ . Además suponiendo que nos encontramos en el caso más desfavorable de pérdidas térmicas en el circuito de distribución aceptado por el “R.D. 1027/2007, de 20 de julio”, la temperatura en el último punto de consumo

durante el tratamiento térmico anti-*legionella* será igual o superior a 50°C.

La caldera seleccionada será capaz de producir un caudal de como mínimo 889 L / h produciendo en ellos un salto térmico de  $\Delta T \approx 30$  °C.

El combustible seleccionado será propano por la facilidad de suministro y su precio.

La caldera seleccionada que cumple con las restricciones mencionadas es la caldera de cámara estanca cuyo modelo es “DOMIproject F 32 G.L.P.”. Las características técnicas de la caldera escogida se pueden localizar en el “Anexo B” en el apartado “4.4. Hoja de especificaciones de caldera DOMIproject F 32”. Los cálculos realizados y el proceso de selección se localizan en el “Anexo Cálculos”, apartado 2.12.2 del presente proyecto.

La caldera escogida es capaz de producir un caudal de agua con un salto térmico igual a  $\Delta T \approx 30$  °C de 912 L / h y posee una potencia nominal útil máxima de 32 KW. Lo que supone que se necesitarán 8,8 h para producir un  $\Delta T \approx 60$  °C en el acumulador de 4000 L.

Con la caldera una vez seleccionada corroboramos que se cumple que en 8,8h en el caso más desfavorable es posible alcanzar en el acumulador de energía auxiliar una temperatura de 77°C. Esta temperatura me permite garantizar que se alcanza suficiente temperatura en el sistema como para realizar el tratamiento térmico anti-*legionella* en el acumulador. Además suponiendo que nos encontramos en el caso más desfavorable de pérdidas térmicas en el circuito de distribución aprobado por el “R.D. 1027/2007, de 20 de julio”, podemos asegurar que la temperatura en el último punto de consumo durante el tratamiento térmico anti-*legionella* será igual o superior a 50°C.

**En este apartado se ha seleccionado como caldera óptima para el sistema de energía auxiliar la caldera de la marca “FERROLI” modelo “DOMIproject F 32 G.L.P.”**

## 1.9.4 Sistema de Regulación y Control

### 1.9.4.1 Introducción

En esta instalación se utilizan dos subsistemas de Control a la carga.

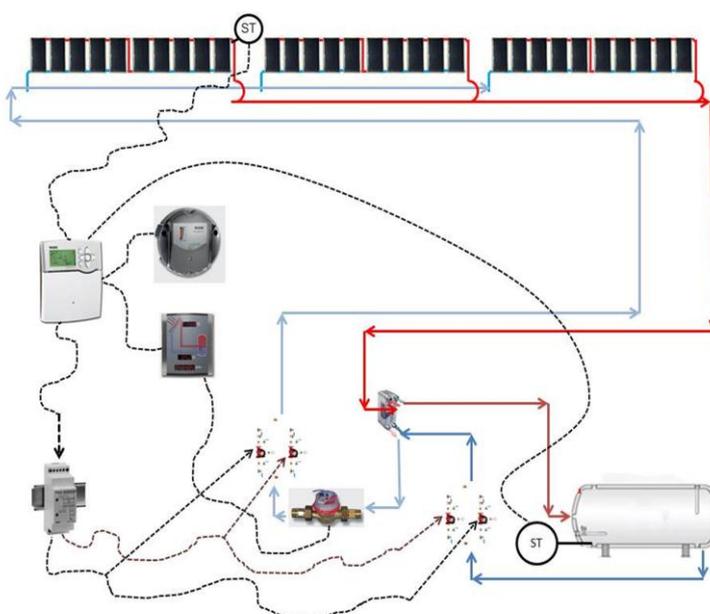
Uno de los subsistemas de control a la carga, para una óptima transformación de la radiación solar en calor, y su posterior transferencia al sistema de almacenamiento. Regula los estados de arranque y parada de la instalación solar y la prioridad entre las distintas aplicaciones que se puedan presentar.

En la instalación existe un segundo subsistema de control de carga que regulará el empleo del agua del acumulador solar. Decidiendo si es apta para consumo o debe alcanzar mayor temperatura a través del sistema auxiliar antes de ser consumida.

En la instalación existe un tercer subsistema de control de carga que regulará la temperatura del agua inyectada en el sistema de distribución del ACS en el módulo penitenciario.

### 1.9.4.2 Primer subsistema de control de carga. Marcha paro de bombas.

El sistema de control de carga regulará, principalmente, dos estados:



A. La regulación de los estados de arranque y parada de las bombas del primario y del secundario de la instalación solar.

B. El control del intercambio de calor en el subsistema de almacenamiento.

Se sugiere visualizar la figura 14 para una mejor comprensión de las

Figura 14

siguientes líneas.

Se realiza un control diferencial de temperatura entre la salida del campo de captadores y la zona más fría del acumulador solar, la bomba del primario se accionará cuando la diferencia de temperatura entre el agua en la salida del campo de captadores y la zona más fría del acumulador solar supere un valor predeterminado de 5°C y la bomba entra en estado de reposo cuando la diferencia de temperatura entre los puntos mencionados sea de 3°C. Esta labor se encomienda al instrumento denominado termostato diferencial que tendrá como máximo una histéresis de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Al emplear un intercambiador de calor externo es necesario regular el aporte de calor al circuito secundario mediante la ordenación de los estados de arranque y parada de la bomba del secundario. Así, deben estar conectadas simultáneamente, las bombas del primario y del secundario del sistema solar.

Una de las sondas debe soportar temperaturas dentro del rango de  $-8^{\circ}\text{C}$ , que es la temperatura mínima ambiente de la zona, a  $188^{\circ}\text{C}$ , que es la temperatura estática de captador solar. Se ubicará a la salida del último captador de la segunda batería de la fila ubicada más al Oeste.

La otra sonda deberá soportar temperaturas comprendidas entre  $10^{\circ}\text{C}$ , temperatura mínima del agua de red de la zona, y  $100^{\circ}\text{C}$ , que es la temperatura máxima de acumulación.

Las funciones anteriormente descritas serán realizadas por un módulo de control diferencial. Este módulo de control diferencial debe poseer un contador de termias. Ya que según el “R.D. 1027/2007, de 20 de julio”, cuando la superficie de captación es superior a  $20\text{m}^2$  el MCD debe facilitar la cantidad de energía suministrada por el sistema de energía solar.

Al poseer esta instalación una superficie de captación superior a  $50\text{m}^2$  el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, nos obliga a colocar un doble grupo de bombeo tanto en el primario como en el secundario. Los arranques de las bombas de un grupo serán alternativos, esta condición se cumple en ambos grupos de bombas.

Para ello la señal del MCD será sin tensión y atacará a un relé de alternancia que será quien determine que bomba de cada grupo debe arrancar.

### 1.9.4.3 Segundo subsistema de control de carga. Marcha paro de la válvula distribuidora (Válvula de zona V 135 C+T100R).

El segundo subsistema de control de carga regulará, principalmente, un estado:

A. La regulación de los estados de arranque y parada de la electroválvula de tres vías que decide si el agua caliente producida por el sistema de energía solar ha alcanzado la temperatura de 60°C o no.

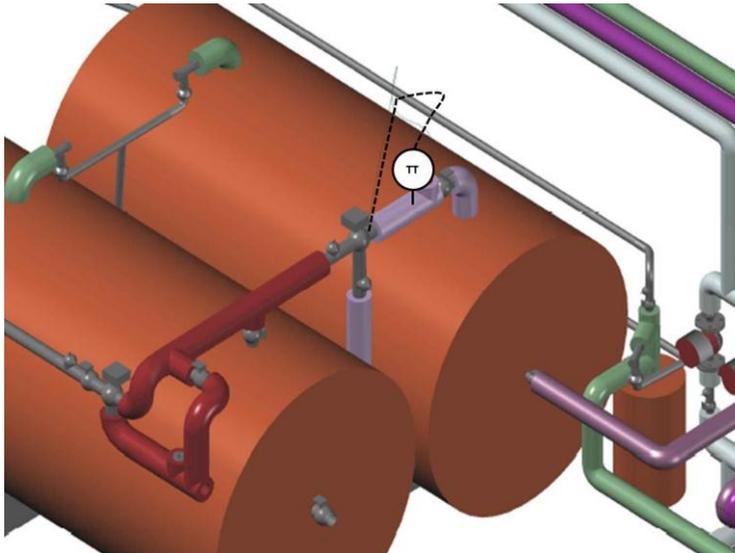


Figura 15

Se sugiere visualizar la figura 15 para una mejor comprensión de las siguientes líneas.

El control de temperatura de producción se realiza para cumplir con lo establecido en REAL DECRETO 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios

higiénico - sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Así pues si el ACS producida por el sistema de energía solar no alcanza la temperatura deseada de 60°C el agua se forzará a pasar por el sistema de energía auxiliar. Si el agua ha alcanzado la temperatura de 60°C o superior entonces pasará al sistema de distribución de ACS del módulo correspondiente. El control de dicha temperatura corresponde al termostato T100R que forma un conjunto con la electroválvula de tres vías V 135 C. Este sistema tendrá como máximo una histéresis de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

### 1.9.4.4 Tercer subsistema de control de carga. Marcha paro de la válvula distribuidora (Válvula de zona V 135 C+T100R).

El tercer subsistema de control de carga regulará, principalmente, un estado:

- La regulación de los estados de arranque y parada de la electroválvula de tres vías que tiene la función de válvula termostática.

Se sugiere visualizar la figura 16 para una mejor comprensión de las siguientes líneas.

Con este tercer subsistema de control se pretende minimizar el riesgo de quemaduras garantizando que la temperatura del agua caliente sanitaria que se introduce en el sistema de distribución del edificio no supera los 55°C.

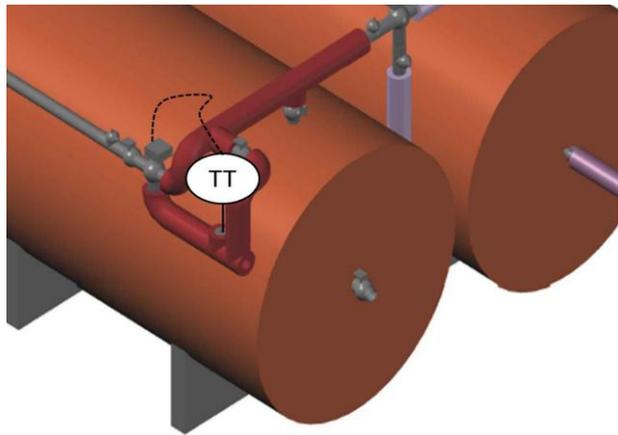


Figura 16

Si la temperatura supera los 55°C el termostato T100R dará la señal a la electroválvula de tres vías V 135 C para que mezcle el ACS con agua procedente del suministro de agua potable del edificio hasta alcanzar una temperatura de 50°C. Este sistema tendrá como máximo una histéresis de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Las características técnicas de esta válvula las podemos encontrar en el "Anexo B" apartado 4.5.

**En este apartado se ha seleccionado como sistema de control de la válvula termostática de la marca "HONEYWELL" modelo "V 135 C" el termostato de la marca "HONEYWELL" modelo "T 100 R".**

## 1.10 Glosario

**ACS:**

Agua caliente sanitaria.

**ASTM:**

American Society for Testing Materials.

**c. p. p.:**

Captador de placa plana.

**$C_s$ :**

Porcentaje de las necesidades energéticas mensuales para producción de A.C.S. del edificio cubierto por energía solar.

**$C_s$  anual:**

Fracción porcentual cubierta por la energía solar al año en el simulador. Es el equivalente de %FS. Su valor debe ser igual o superior al establecido por la normativa.

**CTE:**

Código técnico de la edificación aprobado por R.D. 314/2006, de 17 de marzo.

**$F_c$ :**

Factor empírico que adopta los valores de 50  $\left(\frac{\text{litros}}{\text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$  como mínimo y de 180  $\left(\frac{\text{litros}}{\text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$  como máximo.

**Fig.:**

Figura.

**FS%:**

Fracción porcentual cubierta por la energía solar.

**Gsc:**

Constante solar.

**k<sub>4</sub>:**

Factor empírico que hallamos haciendo uso de la figura 13 del “Anexo Cálculos”, una vez hemos establecido una temperatura de servicio de 45°C.

**mca:**

Metros de columna de agua. Es una unidad de medida de presión.

**MCD:**

Módulo de control diferencial. También se puede hacer referencia a este mismo elemento como termostato diferencial.

**NASA:**

National Aeronautics Space Administration.

**RITE:**

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios aprobado por el R.D. 1027/2007, de 20 de julio.

**R.D.:**

Real Decreto.

**S<sub>captadora</sub>:**

Superficie útil del c.p.p. seleccionado  $\left(\frac{\text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}{\text{colector}}\right)$ . En este caso  
 $2,17\left(\frac{\text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}{\text{colector}}\right)$ .

**°C:**

Grados Celsius.

**€:**

Euro.

**UV:**

Radiación ultravioleta

**$V_{\text{acumulación teórica 1}}$ :**

Volumen de acumulación solar en base a la temperatura de uso del agua caliente producida (L). Calculado a través de la ecuación 31.

**$V_{\text{acumulación teórica 2}}$ :**

Volumen de acumulación solar en base a la superficie captadora y teniendo en cuenta desfases entre producción de ACS y consumo no superiores a 24 horas. (L). Calculado a través de la ecuación 32.

**VIS:**

Radiación visible

**IR:**

Radiación infrarroja

## 1.11 Documentación y bibliografía

### 1.11.1 Documentación

#### 1.11.1.1 Legislación

- "Edificios Mejores". Resumen de la Normativa europea sobre ahorro energético en los edificios. DG TREN de la Comisión Europea
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Orden ITC/763/2006, de 15 de marzo, por la que se regula la transferencia de fondos de la cuenta específica de la Comisión Nacional de Energía al Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, en el año 2006, para la ejecución de las medidas del Plan de Acción 2005-2007, de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012 (E4), y los criterios para la ejecución de las medidas contempladas en dicho Plan.
- Real Decreto 802/1986, de 11 de abril, por el que se establece el Estatuto del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Real Decreto 252/1997, de 21 de febrero
- Real Decreto 2100/1998, de 25 de septiembre
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el Documento Básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 23-octubre-2007)
- Corrección de errores del Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el Documento Básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 20-diciembre-2007)
- Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 25-enero-2008)
- Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (LPAA).
- Ley número 88/67 de 8 de noviembre: Sistema Internacional de Unidades de Medida S.I.

- Proposición no de Ley - publicada en el Boletín Oficial del Parlamento Andaluz núm. 114, de 9 de marzo de 2001, en la que se insta al Consejo de Gobierno a adoptar ciertas medidas como la exigencia de preinstalación la que se insta al Consejo de Gobierno a adoptar ciertas medidas como la exigencia de preinstalación de energía solar-térmica. Así mismo en la citada proposición se acuerda recomendar a todos los Ayuntamientos andaluces que incorporen en sus Ordenanzas de edificación, planes o normas subsidiarias, la obligatoriedad de realizar la preinstalación de placas solares en cualquier edificación de nueva planta que se vaya a realizar.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura, emitido por IDAE y Revisado en Enero del 2009.

### **1.11.1.2 Normativa**

- Real Decreto 507/1982, de 15 de enero, por el que se modifican los artículos sexto y séptimo del Reglamento de Aparatos a Presión B.O.E. Nº 61 publicado el 12/3/1982.
- Real Decreto 1504/1990, de 23 de noviembre, por el que se modifican determinados artículos del Reglamento de Aparatos a Presión B.O.E. Nº 285 publicado el 28/11/1990. Corrección de errores: BOE Nº 21 de 24/1/1991
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- MI.BT, incluidas las hojas de interpretación.
- Normas Básicas de la Edificación: Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios (NBE-CPI).
- UNE 94002:2005 “Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética”.
- UNE-EN 12975-1: Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores solares. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 12975-2: Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores solares. Parte 2: Métodos de ensayo.
- UNE-EN 12976-1: Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 12976-2: Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 2: Métodos de ensayo.

- UNE-EN 12977-1: Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares a medida. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 12977-2: Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares a medida. Parte 2: Métodos de ensayo.
- prEN 806-1: Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 1: General.
- prEN 1717: Protection against pollution of potable water in drinking water installations and general requirements of devices to prevent pollution by back flow.
- ENV 1991-2-3: Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 2-3: Action on structures; snow loads.
- ENV 1991-2-4: Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 2-4: Action on structures; wind loads.
- EN 60335-1/1995: Safety of household and similar electrical appliances. Part 1: General requirements (IEC 335-1/1991 modified).
- EN 60335-2-21: Safety of household and similar electrical appliances. Part 2: Particular requirements for storage water heaters (IEC 335-2-21/1989 + Amendments 1/1990 and 2/1990, modified).
- ENV 61024-1: Protection of structures against lightning. Part 1: General principles (IEC 1024-1/1990, modified).
- ISO 9488: Energía solar. Vocabulario.
- “Especificaciones técnicas de diseño y montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente y las modificaciones de aplicación en el programa Prosol”
- Se considerará la edición más reciente de las normas antes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.

### **1.11.1.3 Subvenciones y ayudas**

- Programa SOLCASA. Financiación de instalaciones solares térmicas en edificios a empresas habilitadas.
- BOE Resolución 13 de mayo. Convocatoria y Bases para la habilitación de empresas.

### 1.11.2 Bibliografía

- Curso programado de “INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR” emitido por “CENSOLAR”.
- “BIBLIOTECA ATRIUM DE LAS INSTALACIONES”.
- “CATÁLOGO TÉCNICO DE ENERGÍA SOLAR” de “SALVADOR ESCODA”.
- “CATÁLOGO TÉCNICO DE BOMBAS GRUNDFOS Y SU PROGRAMA DE DIMENSIONADO”
- “CATÁLOGO TÉCNICO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR DE PLACAS DESMONTABLES” de “ALFA LAVAL”.



# 2. ANEXO CÁLCULOS

## ÍNDICE DESGLOSADO “ANEXO CÁLCULOS”

2	ANEXO CÁLCULOS.....	1
2.1	Consumo mensual de ACS.....	1
2.2	Cálculo de la hoja de carga y de las necesidades energéticas anuales.....	3
2.3	Dimensionado del área de colectores.....	6
2.4	Dimensionado del volumen a almacenar en el acumulador.....	37
2.5	Cálculo del diámetro de las tuberías.....	39
2.6	Cálculo de las pérdidas de carga en los circuitos hidráulicos.....	46
2.6.1	Cálculo de las pérdidas de carga del circuito “acumulador solar – intercambiador solar”.....	47
2.6.2	Cálculo de las pérdidas de carga del circuito “intercambiador solar – campo de captadores”.....	49
2.6.3	Cálculo de las pérdidas de carga del circuito “acumulador auxiliar – caldera”.....	50
2.7	Dimensionado de bombas.....	51
2.7.1	Bomba seleccionada para el circuito “INTERCAMBIADOR SOLAR – CAMPO DE CAPTADORES”.....	51
2.7.2	Bomba seleccionada para el circuito “ACUMULADOR SOLAR – INTERCAMBIADOR SOLAR”.....	52
2.8	Cálculo de las propiedades del fluido caloportador.....	54
2.8.1	Densidad del fluido caloportador.....	55
2.8.2	Calor Específico del fluido caloportador.....	56
2.8.3	Conductividad térmica del fluido caloportador.....	57
2.8.4	Punto de ebullición de la disolución de etilenglicol.....	58
2.9	Cálculo del espesor mínimo del aislamiento.....	59
2.10	Dimensionado del vaso de expansión.....	62
2.11	Dimensionado de las válvulas de seguridad.....	65
2.11.1	Dimensionado de la válvula de seguridad para líquidos según norma NTP 346-94.....	66
2.12	Cálculo del calentador acumulador centralizado.....	70
2.12.1	Cálculo del volumen de acumulación del sistema de energía auxiliar.....	70
2.12.2	Cálculo de la potencia del sistema de energía auxiliar.....	70
2.12.3	Cálculo de la instalación de almacenamiento de propano.....	72
2.12.4	Cálculo de la instalación de gases licuados del petróleo.....	76
2.13	Glosario.....	78

## 2 ANEXO CÁLCULOS.

### 2.1 Consumo mensual de ACS

El cálculo del consumo mensual de ACS lo vemos reflejado en la tabla 8 del “Anexo Cálculos”.

**Tabla 8 – Consumo mensual de ACS**

	1	2	3
	Días del mes	% de ocupación	Consumo mensual m3
Ene	31	100	111,6
Feb	28	100	100,8
Mar	31	100	111,6
Abr	30	100	108,0
May	31	100	111,6
Jun	30	100	108,0
Jul	31	100	111,6
Ago	31	100	111,6
Sep	30	100	108,0
Oct	31	100	111,6
Nov	30	100	108,0
Dic	31	100	111,6

Uno de los doce cálculos realizados en la tabla 1, “Anexo Cálculos” empleando la ecuación 3, vista en este mismo apartado, se desarrolla seguidamente:

**Ec. 3**

$$Q_{ACS \text{ mes}} = g_1 * n_{mes} * Oc * Q_{\frac{L}{\text{usuario} * \text{día}}} * n_{n^{\circ} \text{ per}} =$$

$$= 31 \left( \frac{\text{día}}{\text{mes}} \right) * 1 * 10^{-3} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{L}} \right) * 1 * 25 \left( \frac{\text{L}}{\text{usuario} * \text{día}} \right) * \\ * 144(\text{usuario}) = 111,6 \left( \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right)$$

**Tabla 9** – Consumos medios de ACS doméstica por persona a la temperatura de 45°C, en L. Fuente CENSOLAR Tomo IV perteneciente al Curso Programado de Instalaciones de Energía Solar capítulo 4.2.1. Pág. 4.

	<u>Media Diaria</u>	<u>Media Mensual</u>
Lavabo	4	120
Ducha	20	600
TOTAL	24	720

**Tabla 10** – Demanda de referencia a la temperatura de 60°C. Los litros de ACS/día a 60°C de la tabla 10 se han calculado a partir de la tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 “Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética”. La fuente de estos datos es el CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, DB HE4 Tabla 3.1.

Criterio de demanda	[Litros ACS/(persona * día)] a 60°C
Cuarteles	20
Gimnasio	20 a 25

## 2.2 Cálculo de la hoja de carga y de las necesidades energéticas anuales.

Los cálculos necesarios para establecer la hoja de carga y las necesidades energéticas anuales se representan en la tabla 11 del “Anexo Cálculos”.

**Tabla 11** – Cálculo de la hoja de carga y de las necesidades energéticas anuales.

4	5	6	7	8
Temperatura de red	Salto Térmico	Necesidad energética mensual en Térmias	Necesidad energética mensual en MJ	Necesidad energética diaria en MJ
8	52	5803	24281	783
9	51	5141	21509	768
11	49	5468	22880	738
13	47	5076	21238	708
14	46	5134	21479	693
15	45	4860	20334	678
16	44	4910	20545	663
15	45	5022	21012	678
14	46	4968	20786	693
13	47	5245	21946	708
11	49	5292	22142	738
8	52	5803	24281	783
Necesidades energéticas al año en Térmias				40684
Necesidades energéticas al año en MJ				170220

Para establecer los valores de la tabla 11 del “Anexo Cálculos” partimos de la tabla 8 del “Anexo Cálculos”. El cálculo de la necesidad energética mensual del edificio se establece siguiendo la ecuación 4:

**Ec. 4**

$$ET = Q_{ACS\ mes} * Cp * \Delta T$$

Establecida la temperatura de salida de los c.p.p. en 60°C y teniendo en cuenta la temperatura del agua de red (columna 4, datos extraídos de la tabla 12, “Anexo Cálculos”) se calcula el salto térmico (tabla 11; columna 5, “Anexo Cálculos”) tal como se indica en la ecuación 5. Se ejecuta a continuación el cálculo correspondiente al mes de enero a modo de ejemplo:

**Ec. 5**

$$\Delta T = (T_{acum} - T_{red}) = (60 - 8) = 52 (^{\circ}C)$$

**Tabla 12 –** Temperatura media del agua de la red general, en °C. Fuente CENSOLAR Tomo II perteneciente al Curso Programado de Instalaciones de Energía Solar capítulo 2.1.4. Tabla 5 Pág. 6.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1 ALAVA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
2 ALBACETE	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
3 ALICANTE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
4 ALMERIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
5 ASTURIAS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
6 AVILA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
7 BADAJOZ	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
8 BALEARES	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
9 BARCELONA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
10 BURGOS	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
11 CAÇERES	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
12 CADIZ	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
13 CANTABRIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
14 CASTELLON	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
15 CEUTA	8	9	10	12	13	13	14	13	13	12	11	8	11,3
16 CIUDAD REAL	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
17 CORDOBA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
18 LA CORUÑA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
19 CUENCA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
20 GERONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
21 GRANADA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
22 GUADALAJARA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
23 GUIPUZCOA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
24 HUELVA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
25 HUESCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
26 JAEN	8	9	11	13	14	15	17	16	14	13	11	7	12,3
27 LEON	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
28 LERIDA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
29 LUGO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
30 MADRID	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
31 MALAGA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
32 MELILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
33 MURCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
34 NAVARRA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
35 ORENSE	5	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,2
36 PALENCIA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
37 LAS PALMAS	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
38 PONTEVEDRA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
39 LA RIOJA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
40 SALAMANCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
41 STA. C. TENERIFE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
42 SEGOVIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
43 SEVILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
44 SORTA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
45 TARRAGONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
46 TERUEL	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
47 TULEDO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
48 VALENCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
49 VALLADOLID	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
50 VIZCAYA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
51 ZAMORA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
52 ZARAGOZA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3

En la tabla 11, “Anexo Cálculos”; columna 6 colocho los resultados de aplicar la ecuación 4. A continuación se ejecuta el cálculo para el mes de enero.

**Ec. 4**

$$ET = M * C_p * \Delta T = 111,6 \text{ (m}^3\text{)} * 1 \left( \frac{\text{termia}}{\text{m}^3 * \text{°C}} \right) * 52(\text{°C}) =$$

$$= 5803 \text{ (Termia)}$$

La columna 7, necesidades energéticas mensuales en MJ, de la tabla 11, “Anexo Cálculos”, se obtiene cambiando las unidades de la columna 6 de la misma tabla 11. Esto se logra haciendo uso de la ecuación 6. Como ejemplo se realiza seguidamente el cálculo para el mes de enero.

**Ec. 6**

$$EMJ = k_1 * ET = 4,18 \left( \frac{MJ}{Termia} \right) * 5803 (Termia) = 24281 (MJ)$$

La columna 8 necesidades energéticas diarias en MJ, de la tabla 11, “Anexo Cálculos”, se calcula empleando la ecuación 7. Para seguir con nuestro ejemplo de cálculo realizamos este cálculo con el mes de enero.

**Ec. 7**

$$EMJ_{día} = \frac{EMJ}{n_{mes}} = \frac{24281 \left( \frac{MJ}{mes} \right)}{31 \left( \frac{día}{mes} \right)} = 783 \left( \frac{MJ}{día} \right)$$

## 2.3 Dimensionado del área de colectores

**Tabla 13** – Dimensionado del área de colectores. Tabla completa. Este simulador está basado en el simulador “CENSOL 2.0” y sus resultados han sido contrastados con los siguientes simuladores: “CENSOL 5.0”, “CHEQ4”, simulador de “SALVADOR ESCODA”; y simulador de “CHROMAGEN”.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Días del mes	% de ocupación	Consumo mensual m <sup>3</sup>	Temperatura de red	Salto Térmico	Necesidad energética mensual en Térmias	Necesidad energética mensual en MJ	Necesidad energética diaria en MJ	H (tabla Anexo)	H (correg)	Tª salida 1ª batería	k α=45° L=37°	E	Nº de horas de sol útiles	I(W/m <sup>2</sup> )	Tª año	η 1ª batería	η 2ª batería	Aportación solar por m <sup>2</sup>	
Ene 31	100	111,6	8	52	5803	24281	783	8,1	8,505	19	1,35	10,8	8	375	13	68,5	57,4	6,79	
Feb 28	100	100,8	9	51	5141	21509	768	11,5	12,075	25	1,25	14,2	9	438	15	67,4	52,8	8,53	
Mar 31	100	111,6	11	49	5468	22880	738	15,7	16,485	29	1,11	17,2	9	531	17	67,0	52,5	10,27	
Abr 30	100	108	13	47	5076	21238	708	18,5	19,425	32	0,98	17,9	9,5	523	19	66,7	51,5	10,58	
May 31	100	111,6	14	46	5134	21479	693	22,2	23,31	34	0,88	19,3	9,5	564	21	67,3	52,2	11,52	
Jun 30	100	108	15	45	4860	20334	678	23,8	24,99	36	0,85	20,0	9,5	584	24	68,7	53,2	12,17	
Jul 31	100	111,6	16	44	4910	20545	663	25,9	27,195	40	0,88	22,5	9,5	658	27	69,4	53,7	13,86	
Ago 31	100	111,6	15	45	5022	21012	678	23	24,15	39	0,99	22,5	9,5	657	27	70,1	54,2	13,97	
Sep 30	100	108	14	46	4968	20786	693	18,1	19,005	36	1,15	20,5	9	634	25	70,0	54,9	12,83	
Oct 31	100	111,6	13	47	5245	21946	708	14,2	14,91	33	1,34	18,8	9	580	22	69,0	54,2	11,57	
Nov 30	100	108	11	49	5292	22142	738	10	10,5	27	1,46	14,4	8	500	18	68,6	55,3	8,93	
Dic 31	100	111,6	8	52	5803	24281	783	7,4	7,77	21	1,45	10,6	7,5	392	15	69,9	57,0	6,72	
					40684	170220	5558												

Continua...



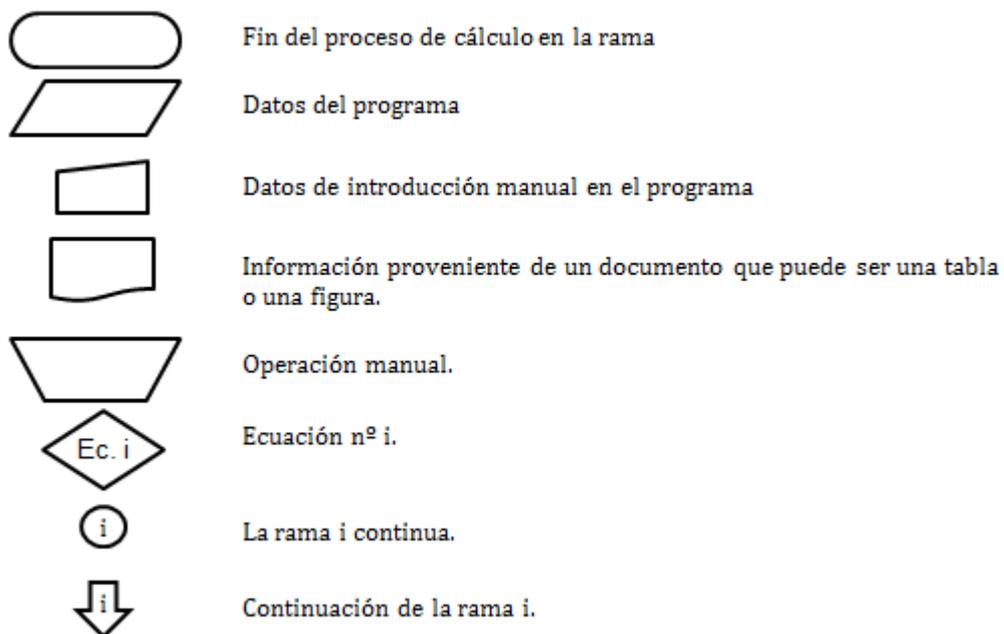
En las figuras 17, 18, 19, 20, 21, 22 y 23 del “Anexo Cálculos”, se expone el esquema del proceso de cálculo para obtener la tabla 13.

En las figuras 24 y 25 del “Anexo Cálculos”, se expone el esquema del proceso de cálculo seguido para iterar y obtener la tabla 19 ( $T_{AS\ i}$ ) que aparece al final de este apartado.

Para entender los esquemas de los procesos de cálculo para obtener las tablas 13 y 19 debemos observar la leyenda que se encuentra a continuación en este mismo anexo.

Acto seguido se procederá a presentar el esquema del proceso de cálculo seguido para facilitar la comprensión del procedimiento expuesto en este apartado.

## LEYENDA



**Figura 17** – Esquema del proceso de cálculo para obtener los valores de la tabla 13. Objetivo: Cálculo de la carga térmica del edificio (carga térmica del edificio= Necesidades energéticas del edificio). (Parte 1 de 7)

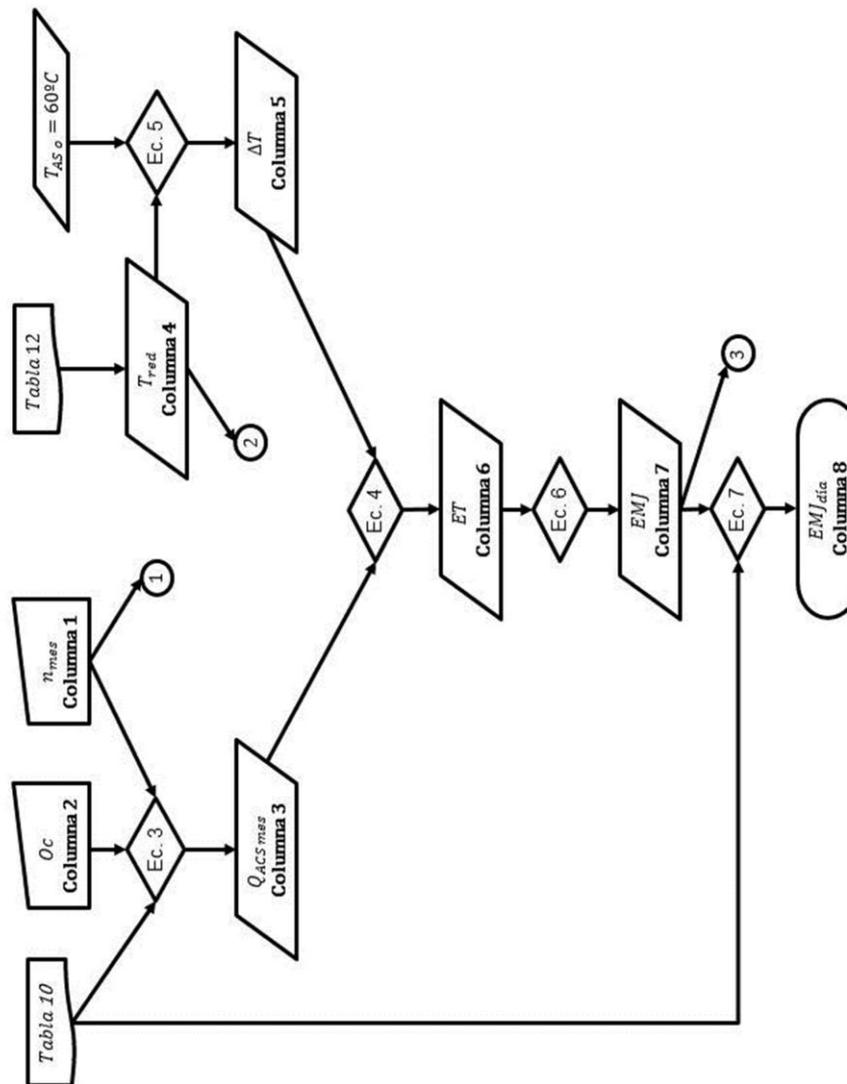
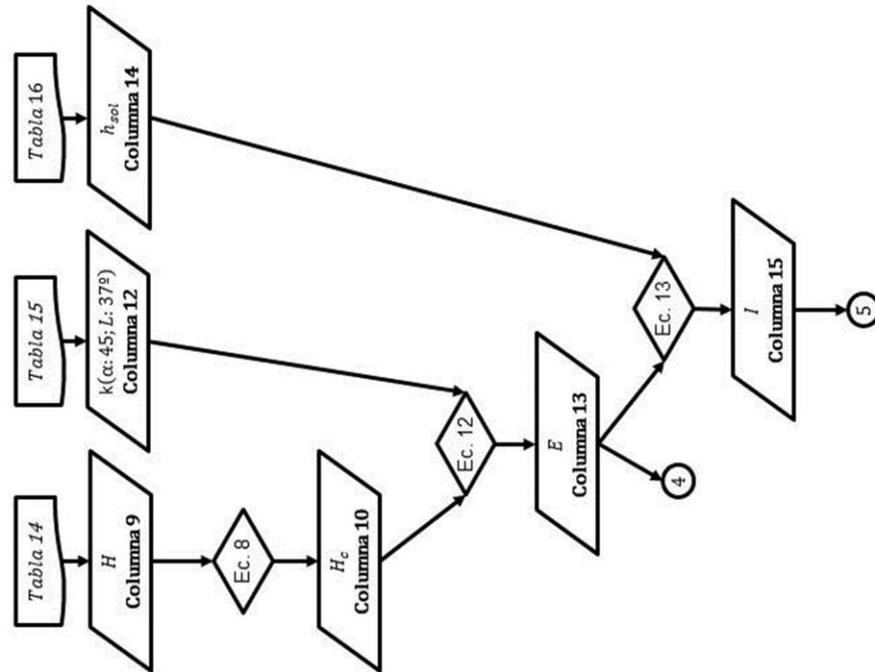
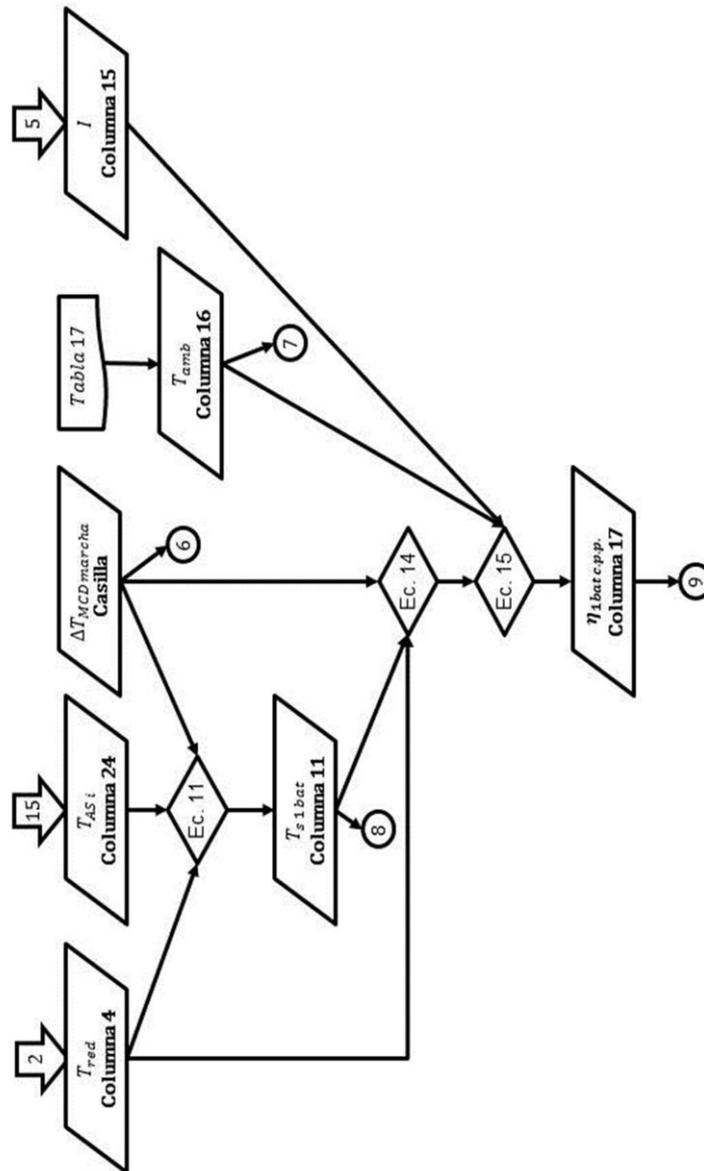


Figura 18 – Esquema del proceso de cálculo para obtener los valores de la tabla 13. Objetivo: Cálculo de la intensidad de radiación. (Parte 2 de 7)



**Figura 19** – Esquema del proceso de cálculo para obtener los valores de la tabla 13. Objetivo: Cálculo del rendimiento de la 1ª batería. (Parte 3 de 7)



**Figura 20** – Esquema del proceso de cálculo para obtener los valores de la tabla 13. Objetivo: Cálculo de la energía neta mensual. (Parte 4 de 7)

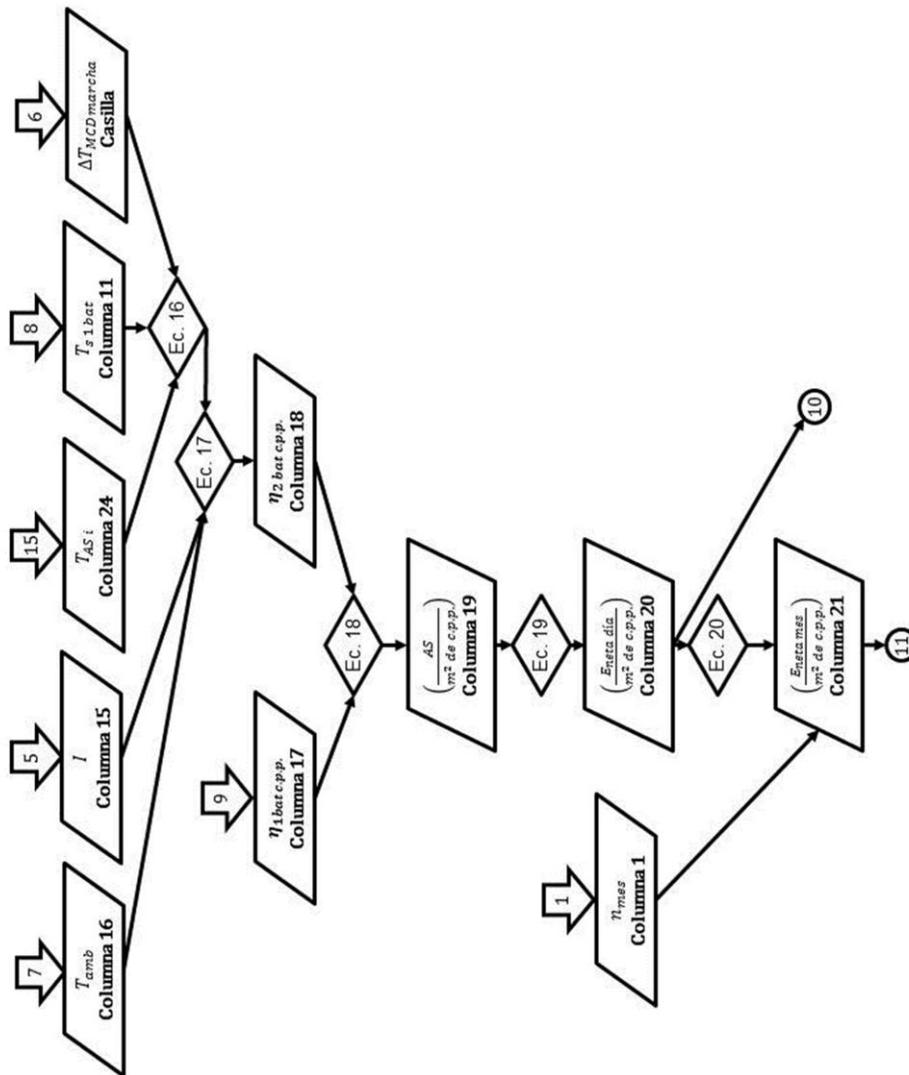
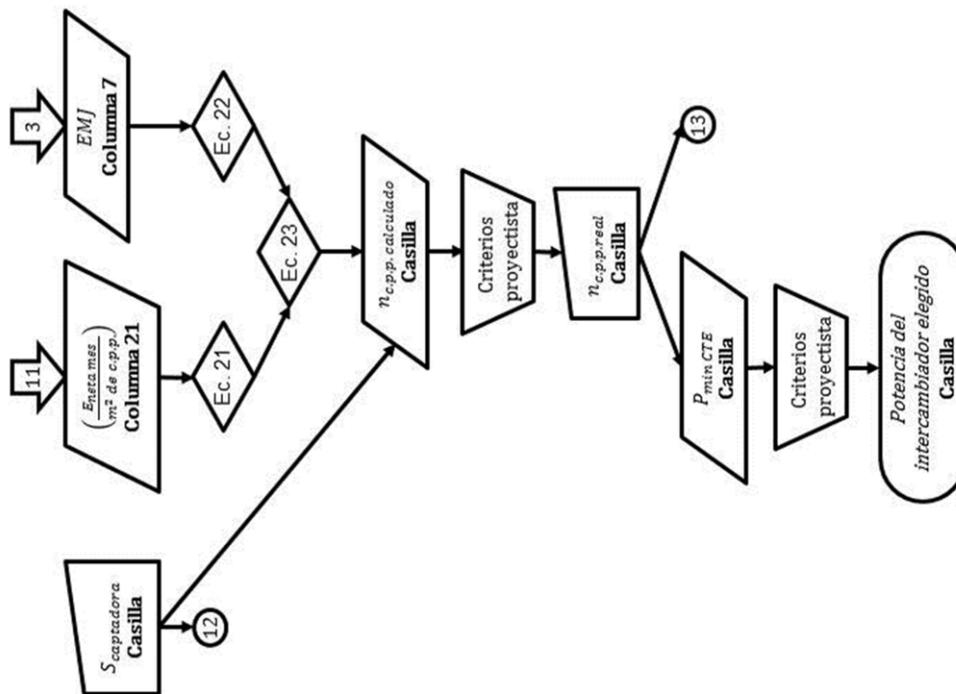
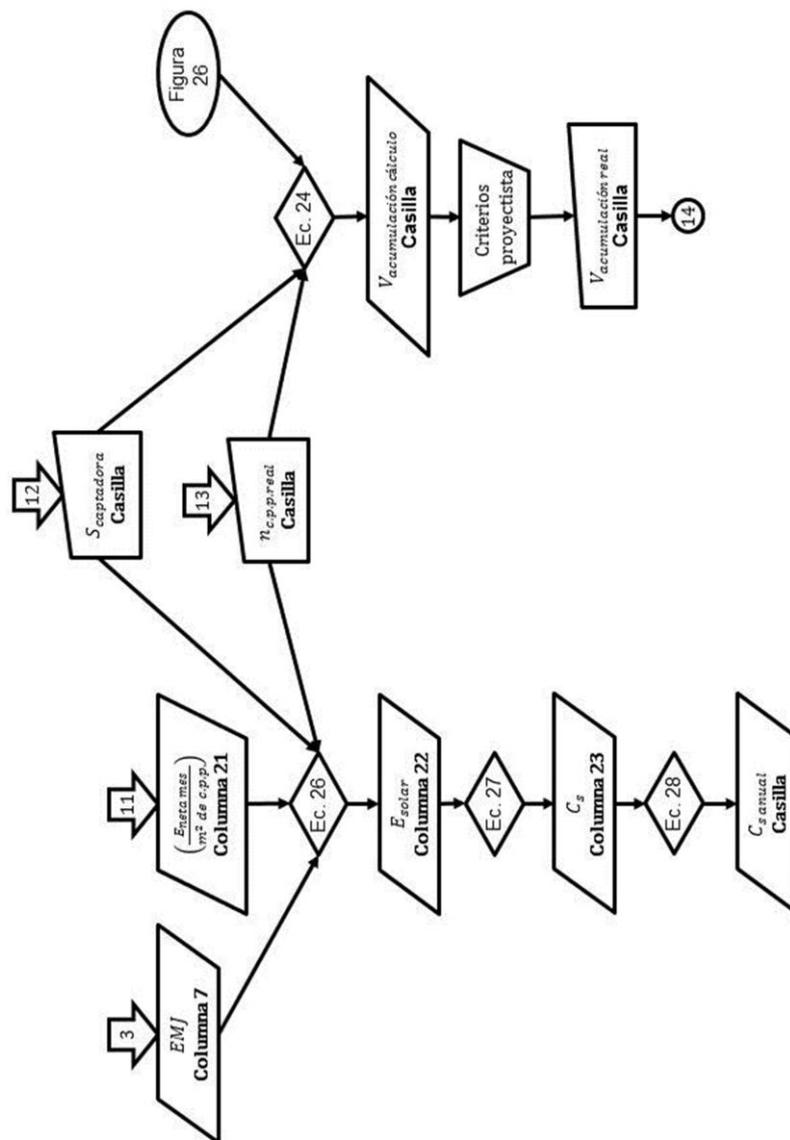


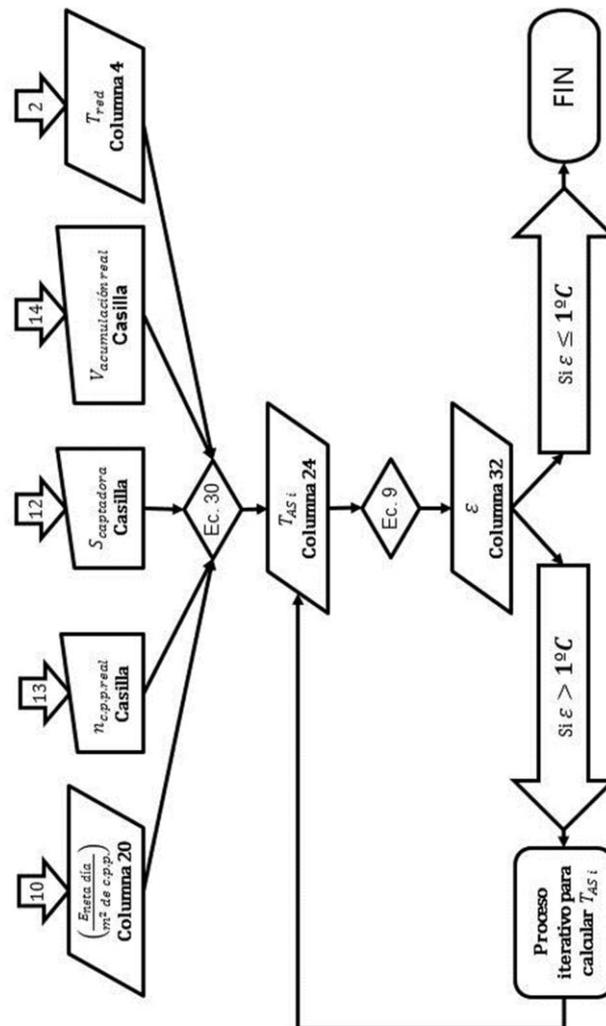
Figura 21 – Esquema del proceso de cálculo para obtener los valores de la tabla 13. Objetivo: Cálculo del número de captadores y de la potencia del intercambiador. (Parte 5 de 7)



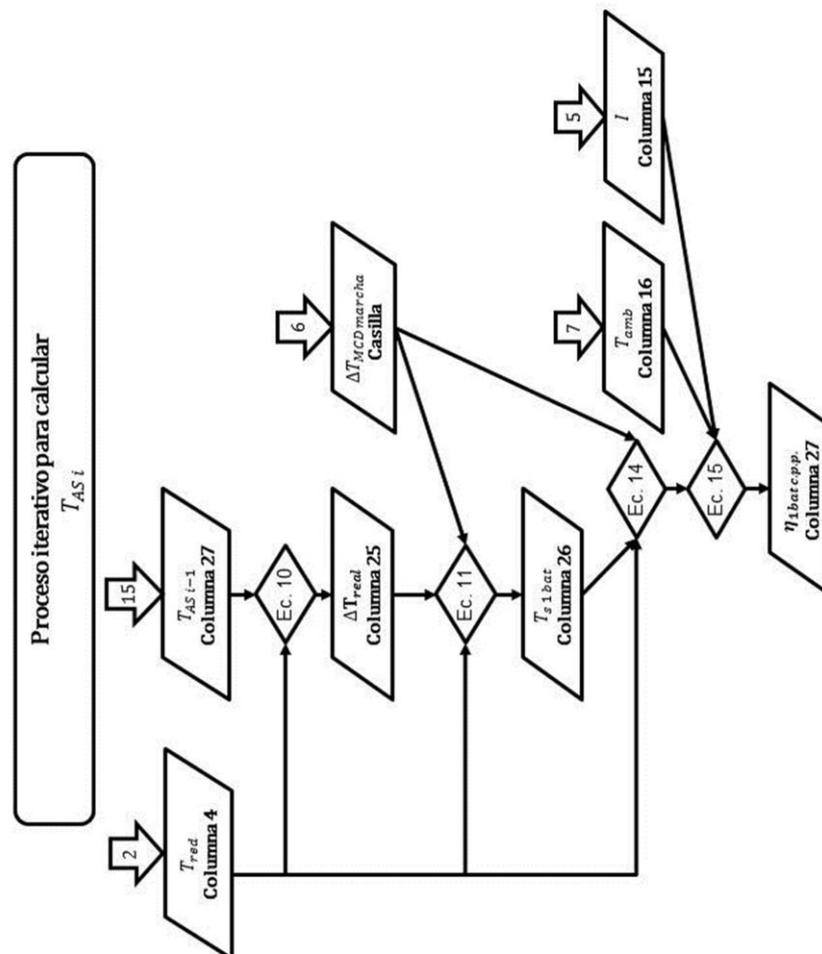
**Figura 22** – Esquema del proceso de cálculo para obtener los valores de la tabla 13. Objetivo: Cálculo del volumen de acumulación y del porcentaje de las necesidades energéticas mensuales para producción de A.C.S. del edificio cubierto por energía solar. (Parte 6 de 7)



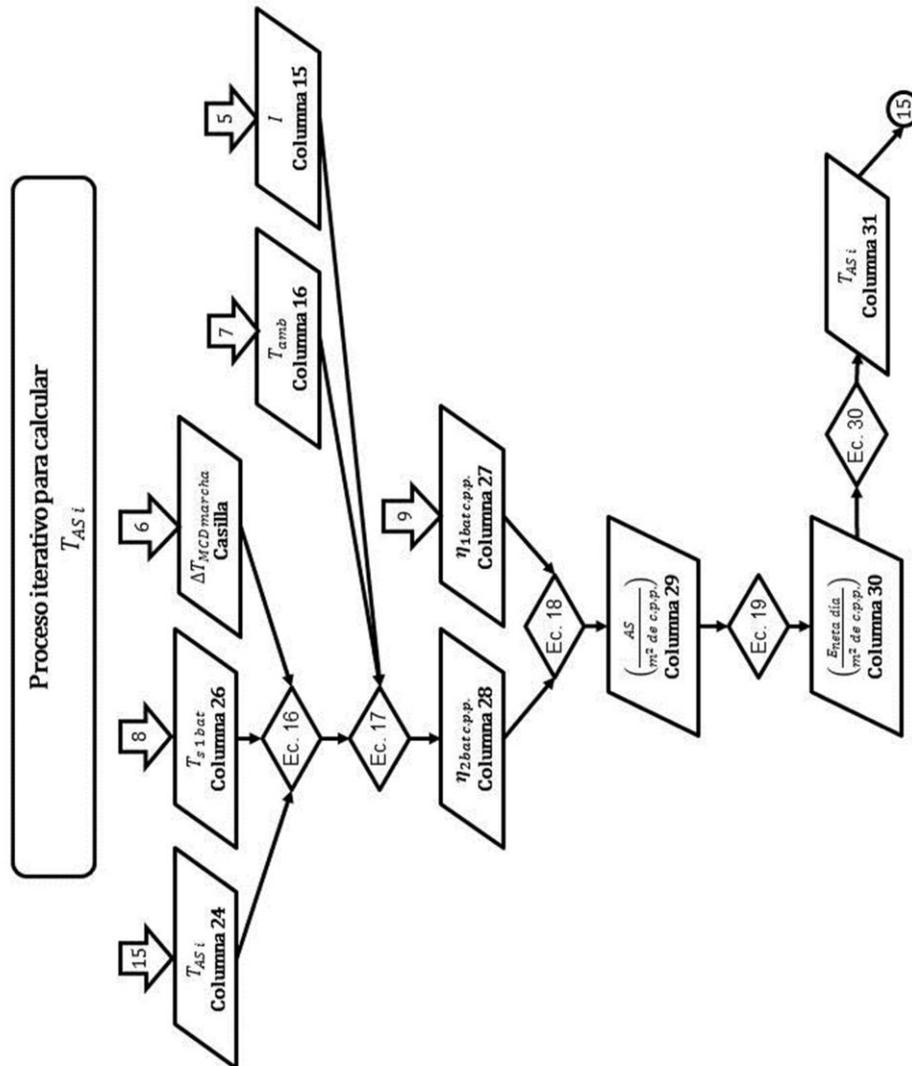
**Figura 23** – Esquema del proceso de cálculo para obtener los valores de la tabla 13. Objetivo: Cálculo de la temperatura media real diaria del agua en el acumulador solar en la fila de cálculo número  $i$  ( $^{\circ}\text{C}$ ). (Parte 7 de 7)



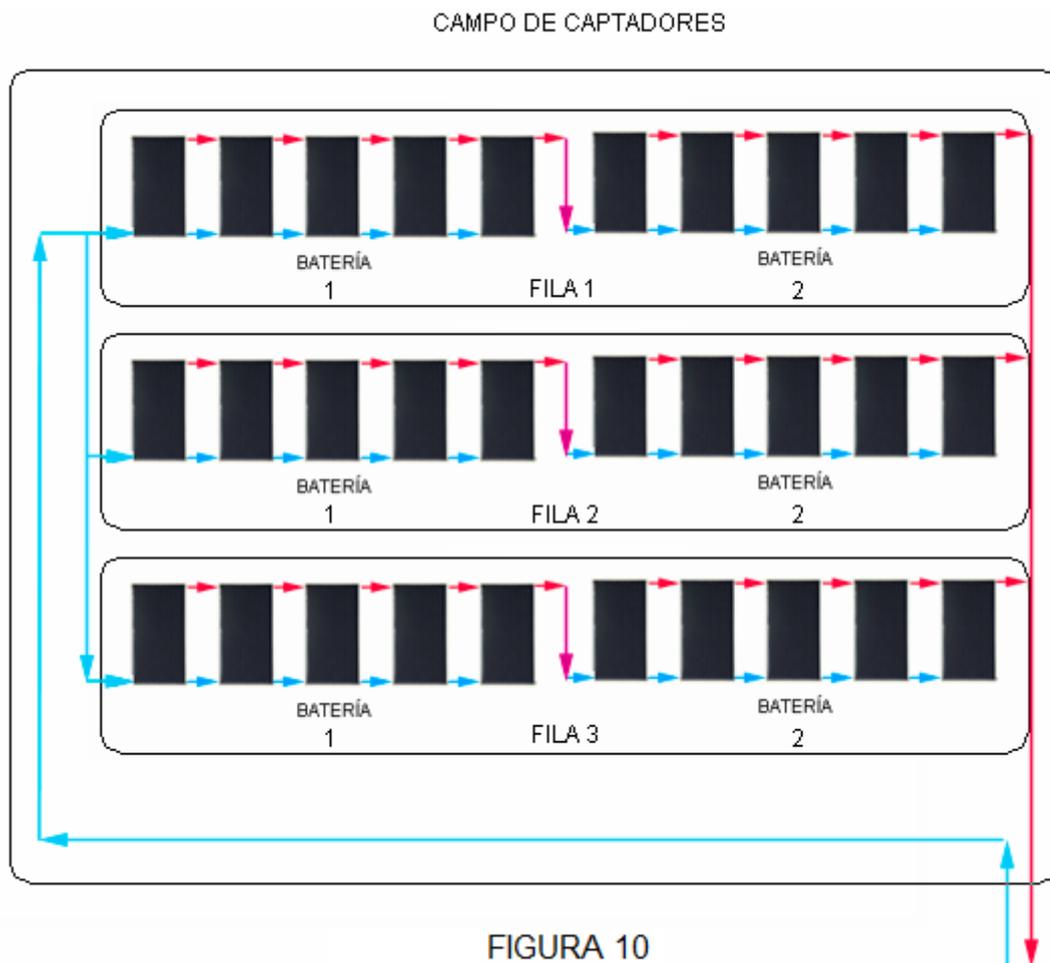
**Figura 24** – Esquema del proceso de cálculo para obtener los valores de la tabla 19. Objetivo: Recalcular el rendimiento de la 1º batería. (Parte 1 de 2)



**Figura 25** – Esquema del proceso de cálculo para obtener los valores de la tabla 19. Objetivo: Recalcular el rendimiento de la 2ª batería y la temperatura media real diaria del agua en el acumulador solar en la fila de cálculo número  $i$  ( $^{\circ}\text{C}$ ). (Parte 2 de 2)



Para el dimensionado del área de colectores, se tendrá en cuenta que la configuración del campo de colectores seleccionada será del tipo serie-paralelo. Los captadores se conectarán en paralelo dentro de una misma batería. Las baterías se conectarán de dos en dos en serie formando tres filas. Las tres filas se conectarán en paralelo conformando así el campo de captadores (figura 10).



Los cálculos necesarios para el dimensionado del área de colectores los encontramos representados en la tabla 13 del "Anexo Cálculos". Seguidamente paso a describir el algoritmo de cálculo seguido para hallar la tabla 13 del "Anexo Cálculos".

En la columna 9, de la tabla 13, se introducirán los valores de irradiancia. Dichos valores los obtendremos de la tabla 14 del "Anexo Cálculos".

**Tabla 14 – Energía en MJ que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes. Fuente CENSOLAR Tomo II perteneciente al Curso Programado de Instalaciones de Energía Solar capítulo 2.1.4. Tabla 2 Pág. 3.**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1 ALAVA	4.6	6.9	11.2	13	14.8	16.6	18.1	17.3	14.3	9.5	5.5	4.1	11.3
2 ALBACETE	6.7	10.5	15	19.2	21.2	25.1	26.7	23.2	18.8	12.4	8.4	6.4	16.1
3 ALICANTE	8.5	12	16.3	18.9	23.1	24.8	25.8	22.5	18.3	13.6	9.8	7.6	16.8
4 ALMERIA	8.9	12.2	16.4	19.6	23.1	24.6	25.3	22.5	18.5	13.9	10	8	16.9
5 ASTURIAS	5.3	7.7	10.6	12.2	15	15.2	16.8	14.8	12.4	9.8	5.9	4.6	10.9
6 AVILA	6	9.1	13.5	17.7	19.4	22.3	26.3	25.3	18.8	11.2	6.9	5.2	15.1
7 BADAJOZ	6.5	10	13.6	18.7	21.8	24.6	25.9	23.8	17.9	12.3	8.2	6.2	15.8
8 BALEARES	7.2	10.7	14.4	16.2	21	22.7	24.2	20.6	16.4	12.1	8.5	6.5	15
9 BARCELONA	6.5	9.5	12.9	16.1	18.6	20.3	21.6	18.1	14.6	10.8	7.2	5.8	13.5
10 BURGOS	5.1	7.9	12.4	16	18.7	21.5	23	20.7	16.7	10.1	6.5	4.5	13.6
11 CACERES	6.8	10	14.7	19.6	22.1	25.1	28.1	25.4	19.7	12.7	8.9	6.6	16.6
12 CADIZ	8.1	11.5	15.7	18.5	22.2	23.8	25.9	23	18.1	14.2	10	7.4	16.5
13 CANTABRIA	5	7.4	11	13	16.1	17	18.4	15.5	13	9.5	5.8	4.5	11.3
14 CASTELLON	8	12.2	15.5	17.4	20.6	21.4	23.9	19.5	16.6	13.1	8.6	7.3	15.3
15 CEUTA	8.9	13.1	18.6	21	24.3	26.7	26.8	24.3	19.1	14.2	11	8.6	18.1
16 CIUDAD REAL	7	10.1	15	18.7	21.4	23.7	25.3	23.2	18.8	12.5	8.7	6.5	15.9
17 CORDOBA	7.2	10.1	15.1	18.5	21.8	25.9	28.5	25.1	19.9	12.6	8.6	6.9	16.7
18 LA CORUÑA	5.4	8	11.4	12.4	15.4	16.2	17.4	15.3	13.9	10.9	6.4	5.1	11.5
19 CUENCA	5.9	8.8	12.9	17.4	18.7	22	25.6	22.3	17.5	11.2	7.2	5.5	14.6
20 GERONA	7.1	10.5	14.2	15.9	18.7	19	22.3	18.5	14.9	11.7	7.8	6.6	13.9
21 GRANADA	7.8	10.8	15.2	18.5	21.9	24.8	26.7	23.6	18.8	12.9	9.6	7.1	16.5
22 GUADALAJARA	6.5	9.2	14	17.9	19.4	22.7	25	23.2	17.8	11.7	7.8	5.6	15.1
23 GUIPUZCOA	5.5	7.7	11.3	11.7	14.6	16.2	16.1	13.6	12.7	10.3	6.2	5	10.9
24 HUELVA	7.6	11.3	16	19.5	24.1	25.6	28.7	25.6	21.2	14.5	9.2	7.5	17.6
25 HUESCA	6.1	9.6	14.3	18.7	20.3	22.1	23.1	20.9	16.9	11.3	7.2	5.1	14.6
26 JAEN	6.7	10.1	14.4	18	20.3	24.4	26.7	24.1	19.2	11.9	8.1	6.5	15.9
27 LEON	5.8	8.7	13.8	17.2	19.5	22.1	24.2	20.9	17.2	10.4	7	4.8	14.3
28 LERIDA	6	9.9	18	18.8	20.9	22.6	23.8	21.3	16.8	12.1	7.2	4.8	15.2
29 LUGO	5.1	7.6	11.7	15.2	17.1	19.5	20.2	18.4	15	9.9	6.2	4.5	12.5
30 MADRID	6.7	10.6	13.6	18.8	20.9	23.5	26	23.1	16.9	11.4	7.5	5.9	15.4
31 MALAGA	8.3	12	15.5	18.5	23.2	24.5	26.5	23.2	19	13.6	9.3	8	16.8
32 MELILLA	9.4	12.6	17.2	20.3	23	24.8	24.8	22.6	18.3	14.2	10.9	8.7	17.2
33 MURCIA	10.1	14.8	16.6	20.4	24.2	25.6	27.7	23.5	18.6	13.9	9.8	8.1	17.8
34 NAVARRA	5	7.4	12.3	14.5	17.1	18.9	20.5	18.2	16.2	10.2	6	4.5	12.6
35 ORENSE	4.7	7.3	11.3	14	16.2	17.6	18.3	16.6	14.3	9.4	5.6	4.3	11.6
36 PALENCIA	5.3	9	13.2	17.5	19.7	21.8	24.1	21.6	17.1	10.9	6.6	4.6	14.3
37 LAS PALMAS	11.2	14.2	17.8	19.6	21.7	22.5	24.3	21.9	19.8	15.1	12.3	10.7	17.6
38 PONTEVEDRA	5.5	8.2	13	15.7	17.5	20.4	22	18.9	15.1	11.3	6.8	5.5	13.3
39 LA RIOJA	5.6	8.8	13.7	16.6	19.2	21.4	23.3	20.8	16.2	10.7	6.8	4.8	14
40 SALAMANCA	6.1	9.5	13.5	17.1	19.7	22.8	24.6	22.6	17.5	11.3	7.4	5.2	14.8
41 STA. C. TENERIFE	10.7	13.3	18.1	21.5	25.7	26.5	29.3	26.6	21.2	16.2	10.8	9.3	19.1
42 SEGOVIA	5.7	8.8	13.4	18.4	20.4	22.6	25.7	24.9	18.8	11.4	6.8	5.1	15.2
43 SEVILLA	7.3	10.9	14.4	19.2	22.4	24.3	24.9	23	17.9	12.3	8.8	6.9	16
44 SORIA	5.9	8.7	12.8	17.1	19.7	21.8	24.1	22.3	17.5	11.1	7.6	5.6	14.5
45 TARRAGONA	7.3	10.7	14.9	17.6	20.2	22.5	23.8	20.5	16.4	12.3	8.8	6.3	15.1
46 TERUEL	6.1	8.8	12.9	16.7	18.4	20.6	21.8	20.7	16.9	11	7.1	5.3	13.9
47 TOLEDO	6.2	9.5	14	19.3	21	24.4	27.2	24.5	18.1	11.9	7.6	5.6	15.8
48 VALENCIA	7.6	10.6	14.9	18.1	20.6	22.8	23.8	20.7	16.7	12	8.7	6.6	15.3
49 VALLADOLID	5.5	8.8	13.9	17.2	19.9	22.6	25.1	23	18.3	11.2	6.9	4.2	14.7
50 VIZCAYA	5	7.1	10.8	12.7	15.5	16.7	17.9	15.7	13.1	9.3	6	4.6	11.2
51 ZAMORA	5.4	8.9	13.2	17.3	22.2	21.6	23.5	22	17.2	11.1	6.7	4.6	14.5
52 ZARAGOZA	6.3	9.8	15.2	18.3	21.8	24.2	25.1	23.4	18.3	12.1	7.4	5.7	15.6

La columna 10, de la tabla 13, se obtiene multiplicando la columna 9, de la tabla 13, por un factor de corrección de 1,05 por tratarse de una zona de atmósfera limpia. Así para el mes de enero el cálculo sería:

**Ec. 8**

$$H_c = F_{c1} * H = 1,05 * 8,1 \left( \frac{MJ}{\text{día} * m^2 \text{ de c. p. p.}} \right) =$$

$$= 8,505 \left( \frac{MJ}{\text{día} * m^2 \text{ de c. p. p.}} \right)$$

En la columna 11, de la tabla 13, se calcula la temperatura de salida de la primera batería, según la ecuación 11. Para ello consideramos que el salto térmico que pretendemos en cada fila es el establecido a través de la ecuación 10 en el que el error cometido al establecer  $T_{ASi}$  es el establecido por la ecuación 9:

**Ec. 9**

$$\varepsilon = |T_{ASi} - T_{AS(i-1)}| \leq 1^{\circ}C$$

$$\text{Con } T_{AS0} = 60^{\circ}C$$

**Ec. 10**

$$\Delta T_{real} = T_{ASi} + \Delta T_{MCD \text{ marcha}} - T_{red} = 60 + 4 - 8 = 56$$

$$\text{Con } T_{AS0} = 60^{\circ}C$$

La temperatura de salida de la primera batería calculada nos será de utilidad para hallar el rendimiento medio de la primera batería.

Esta aproximación la podemos realizar ya que las baterías están formada por pocos c.p.p. y el caudal es muy similar en todos los c.p.p., motivos por los que los saltos térmicos de las dos baterías no diferirán mucho. Pero en rigor sabemos que dicho salto térmico va disminuyendo de una batería a la siguiente. A modo de ejemplo se realiza el cálculo para el mes de enero:

**Ec. 11**

$$T_{s1 \text{ bat}} = T_{red} + \frac{\Delta T_{real}}{2} = 8(^{\circ}C) + \left( \frac{56(^{\circ}C)}{2} \right) = 36(^{\circ}C)$$

En la columna 12, de la tabla 13, se introducirán los valores que correspondan de la tabla 15 del “Anexo Cálculos”.

**Tabla 15** – Factor de corrección k para superficies inclinadas. Representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal. Fuente CENSOLAR Tomo II perteneciente al Curso Programado de Instalaciones de Energía Solar capítulo 2.1.4. Tabla 6 Pág. 25.

LATITUD = 36 °												
Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.07	1.05	1.04	1.02	1.01	1.01	1.01	1.03	1.05	1.07	1.08	1.08
10	1.13	1.1	1.07	1.04	1.02	1.01	1.02	1.05	1.09	1.13	1.15	1.15
15	1.18	1.14	1.1	1.05	1.02	1.01	1.02	1.06	1.12	1.18	1.22	1.21
20	1.22	1.18	1.12	1.06	1.01	.99	1.01	1.06	1.14	1.22	1.28	1.27
25	1.26	1.2	1.13	1.05	1	.98	1	1.06	1.16	1.26	1.33	1.32
30	1.29	1.22	1.13	1.04	.98	.95	.98	1.05	1.16	1.29	1.37	1.36
35	1.32	1.23	1.13	1.02	.95	.92	.95	1.03	1.16	1.31	1.4	1.39
40	1.33	1.24	1.12	1	.91	.88	.91	1.01	1.16	1.32	1.43	1.41
45	1.34	1.23	1.1	.97	.87	.84	.87	.98	1.14	1.32	1.44	1.43
50	1.34	1.22	1.08	.93	.82	.78	.82	.94	1.12	1.31	1.45	1.44
55	1.33	1.2	1.05	.89	.77	.73	.77	.9	1.08	1.3	1.44	1.43
60	1.31	1.17	1.01	.84	.71	.67	.71	.84	1.05	1.27	1.43	1.42
65	1.29	1.14	.96	.78	.65	.6	.65	.79	1	1.24	1.41	1.4
70	1.25	1.1	.91	.72	.59	.53	.58	.73	.95	1.2	1.37	1.37
75	1.21	1.05	.85	.66	.52	.46	.51	.66	.89	1.15	1.33	1.33
80	1.16	1	.79	.59	.44	.39	.44	.59	.82	1.09	1.28	1.29
85	1.11	.94	.73	.52	.37	.31	.36	.51	.75	1.03	1.23	1.23
90	1.05	.87	.65	.44	.29	.23	.28	.44	.68	.96	1.16	1.17

LATITUD = 37 °												
Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.07	1.06	1.04	1.03	1.01	1.01	1.02	1.03	1.05	1.07	1.08	1.08
10	1.13	1.1	1.08	1.05	1.02	1.01	1.02	1.05	1.09	1.13	1.16	1.15
15	1.18	1.15	1.1	1.06	1.02	1.01	1.02	1.06	1.12	1.19	1.23	1.22
20	1.23	1.18	1.12	1.06	1.02	1	1.02	1.07	1.15	1.23	1.29	1.28
25	1.27	1.21	1.14	1.06	1	.98	1	1.07	1.16	1.27	1.34	1.33
30	1.3	1.23	1.14	1.05	.98	.96	.98	1.06	1.17	1.3	1.38	1.37
35	1.33	1.24	1.14	1.03	.96	.93	.96	1.04	1.17	1.32	1.42	1.41
40	1.35	1.25	1.13	1.01	.92	.89	.92	1.02	1.17	1.34	1.44	1.43
45	1.35	1.25	1.11	.98	.88	.85	.88	.99	1.15	1.34	1.46	1.45
50	1.35	1.24	1.09	.94	.84	.8	.84	.95	1.13	1.33	1.47	1.46
55	1.35	1.22	1.06	.9	.78	.74	.78	.91	1.1	1.32	1.47	1.45
60	1.33	1.19	1.02	.85	.73	.68	.73	.86	1.06	1.3	1.45	1.44
65	1.31	1.16	.98	.8	.67	.62	.66	.8	1.02	1.26	1.43	1.42
70	1.27	1.12	.93	.74	.6	.55	.6	.74	.97	1.22	1.4	1.4
75	1.23	1.07	.87	.67	.53	.48	.53	.68	.91	1.17	1.36	1.36
80	1.19	1.02	.81	.6	.46	.4	.45	.6	.84	1.12	1.31	1.31
85	1.13	.96	.74	.53	.38	.32	.38	.53	.77	1.05	1.26	1.26
90	1.07	.89	.67	.46	.3	.25	.3	.45	.7	.98	1.19	1.2

En la columna 13, de la tabla 13, se calcula la energía total teórica que podemos esperar que incida en un día medio del mes considerado en cada m<sup>2</sup> de cada c.p.p. Para ello se emplea la ecuación 12.

### Ec. 12

$$E = Fc_2 * Hc * K_2$$

El cálculo de esta energía para el mes de enero aplicando la ecuación 10 quedaría como sigue:

**Ec. 12**

$$E = Fc_2 * Hc * K = 0,94 * 8,505 \left( \frac{\text{MJ}}{\text{día} * \text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * 1,35 =$$

$$= 10,8 \left( \frac{\text{MJ}}{\text{día} * \text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right)$$

En la columna 14, de la tabla 13, introducimos el número de horas de sol útiles. Estos valores los podemos encontrar en la tabla 16 del “Anexo Cálculos”.

**Tabla 16** – Número medio de horas diarias de sol útiles para colectores orientados aproximadamente hacia el ecuador e inclinados con un ángulo igual a la latitud ( $\pm 15$ ). Si los colectores estuviesen dispuestos horizontalmente, a finales de otoño y principios de invierno (diciembre y enero en el hemisferio Norte) el tiempo útil sería algo menor que el indicado y, por tanto, la intensidad media sería ligeramente mayor. Fuente CENSOLAR Tomo IV perteneciente al Curso Programado de Instalaciones de Energía Solar capítulo 4.2.2. Tabla 1 Pág. 6.

LATITUD	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
De +25° a +45° (Hemisf. Norte)	8	9	9	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9	9	8	7.5
De -25° a +25° (Zona ecuatorial)	8.75	9.25	9.5	9.25	8.75	8.5	8.75	9.25	9.5	9.25	8.75	8.5
De -25° a -45° (Hemisf. Sur)	9.5	9.5	9	9	8	7.5	8	9	9	9.5	9.5	9.5

En la columna 15, de la tabla 13, calculamos la intensidad de radiación en vatios por  $\text{m}^2$  de c.p.p. para ello emplearé la ecuación 13. Así para el mes de enero el cálculo sería:

**Ec. 13**

$$I = Fc_3 * \left( \frac{E}{h_{\text{sol}}} \right) =$$

$$= 277,778 \left( \frac{\text{W} * \text{hora}}{\text{MJ}} \right) * \left( \frac{10,8 \left( \frac{\text{MJ}}{\text{día} * \text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right)}{8 \left( \frac{\text{hora}}{\text{día}} \right)} \right) =$$

$$= 375 \left( \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right)$$

En la columna 16, de la tabla 13, introducimos temperatura ambiente media durante las horas de sol, en  $^{\circ}\text{C}$ , estimada en la zona. Estos valores los podemos encontrar en la tabla 17 del “Anexo Cálculos”.

**Tabla 17 –** Temperatura ambiente media durante las horas de sol, en °C.  
Fuente CENSOLAR Tomo II perteneciente al Curso Programado de Instalaciones de  
Energía Solar capítulo 2.1.4. Tabla 4 Pág. 5.

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	ALAVA	7	7	11	12	15	19	21	21	19	15	10	7	13.7
2	ALBACETE	6	8	11	13	17	22	26	26	22	16	11	7	15.4
3	ALICANTE	13	14	16	18	21	25	28	28	26	21	17	14	20.1
4	ALMERIA	15	15	16	18	21	24	27	28	26	22	18	16	20.5
5	ASTURIAS	9	10	11	12	15	18	20	20	19	16	12	10	14.3
6	AVILA	4	5	8	11	14	18	22	22	18	13	8	5	12.3
7	BADAJOS	11	12	15	17	20	25	28	28	25	20	15	11	18.9
8	BALEARES	12	13	14	17	19	23	26	27	25	20	16	14	18.8
9	BARCELONA	11	12	14	17	20	24	26	26	24	20	16	12	18.5
10	BURGOS	5	6	9	11	14	18	21	21	18	13	9	5	12.5
11	CACERES	10	11	14	16	19	25	28	28	25	19	14	10	18.3
12	CADIZ	13	15	17	19	21	24	27	27	25	22	18	15	20.3
13	CANTABRIA	11	11	14	14	16	19	21	21	20	17	14	12	15.8
14	CASTELLON	13	13	15	17	20	24	26	27	25	21	16	13	19.2
15	CEUTA	15	15	16	17	19	23	25	26	24	21	18	16	19.6
16	CIUDAD REAL	7	9	12	15	18	23	28	27	20	17	11	8	16.3
17	CORDOBA	11	13	16	18	21	26	30	30	26	21	16	12	20
18	LA CORUÑA	12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12	15.9
19	CUENCA	5	6	9	12	15	20	24	23	20	14	9	6	13.6
20	GERONA	9	10	13	15	19	23	26	25	23	18	13	10	17
21	GRANADA	9	10	13	16	18	24	27	27	24	18	13	9	17.3
22	GUADALAJARA	7	8	12	14	18	22	26	26	22	16	10	8	15.8
23	GUIPUZCOA	10	10	13	14	16	19	21	21	20	17	13	10	15.3
24	HUELVA	13	14	16	20	21	24	27	27	25	21	17	14	19.9
25	HUESCA	7	8	12	15	18	22	25	25	21	16	11	7	15.6
26	JAEN	11	11	14	17	21	26	30	29	25	19	15	10	19
27	LEON	5	6	10	12	15	19	22	22	19	14	9	6	13.3
28	LERIDA	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8	17.1
29	LUGO	8	9	11	13	15	18	20	21	19	15	11	8	14
30	MADRID	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	11	7	15.6
31	MALAGA	15	15	17	19	21	25	27	28	26	22	18	15	20.7
32	MELILLA	15	15	16	18	21	25	27	28	26	22	18	16	20.6
33	MURCIA	12	12	15	17	21	25	28	28	25	20	16	12	19.3
34	NAVARRA	7	7	11	13	16	20	22	23	20	15	10	8	14.3
35	ORENSE	9	9	13	15	18	21	24	23	21	16	12	9	15.8
36	PALENCIA	5	7	10	13	16	20	23	23	20	14	9	6	13.8
37	LAS PALMAS	20	20	21	22	23	24	25	25	26	25	23	21	22.9
38	PONTEVEDRA	11	12	14	16	18	20	22	23	20	17	14	12	16.6
39	LA RIOJA	7	9	12	14	17	21	24	24	21	16	11	8	15.3
40	SALAMANCA	6	7	10	13	16	20	24	23	20	14	9	6	14
41	STA.C.TENERIFE	19	20	20	21	22	24	26	27	26	25	23	20	22.8
42	SEGOVIA	4	6	10	12	15	20	24	23	20	14	9	5	13.5
43	SEVILLA	11	13	14	17	21	25	29	29	24	20	16	12	19.3
44	SORIA	4	6	9	11	14	19	22	22	18	13	8	5	12.6
45	TARRAGONA	11	12	14	16	19	22	25	26	23	20	15	12	17.9
46	TERUEL	5	6	9	12	16	20	23	24	19	14	9	6	13.6
47	TOLEDO	8	9	13	15	19	24	28	27	23	17	12	8	16.9
48	VALENCIA	12	13	15	17	20	23	26	27	24	20	16	13	18.8
49	VALLADOLID	4	6	9	12	17	21	24	23	18	13	8	4	13.3
50	VIZCAYA	10	11	12	13	16	20	22	22	20	16	13	10	15.4
51	ZAMORA	6	7	11	13	16	21	24	23	20	15	10	6	14.3
52	ZARAGOZA	8	10	13	16	19	23	26	26	23	17	12	9	16.8

En la columna 17, de la tabla 13, se calcula el rendimiento medio mensual de los captadores de la primera batería. Para calcularlo nos servimos de la ecuación que describe la curva de rendimiento del captador que la proporciona el fabricante (ecuación 15). Para resolverla necesitamos conocer la temperatura media del captador calculada a través de la ecuación 14. En este caso en concreto y en el mes de enero el rendimiento medio mensual de los captadores de la primera batería será:

**Ec. 14**

$$T_{m1} = \frac{T_{red} + T_{s1\text{ bat}} + \Delta T_{MCD\text{ marcha}}}{2} = \frac{8(^{\circ}C) + 36(^{\circ}C) + 4(^{\circ}C)}{2} = 24(^{\circ}C)$$

**Ec. 15**

$$\begin{aligned} \eta_{1\text{bat c.p.p.}} &= 100 * \left( a * \epsilon - b * \frac{(T_{m1} - T_{amb})}{I} \right) = \\ &= 100 * \left( 0,761 * 0,94 - 4,73 \left( \frac{W}{^{\circ}C * m^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * \frac{(24(^{\circ}C) - 13(^{\circ}C))}{375 \left( \frac{W}{m^2 \text{ de c. p. p.}} \right)} \right) = \\ &= 57,7\% \end{aligned}$$

En la columna 18, de la tabla 13, se calcula el rendimiento medio mensual de los captadores de la segunda batería. Para calcularlo, al igual que en el caso anterior, nos servimos de la ecuación que describe la curva de rendimiento del captador que la proporciona el fabricante (ecuación 17). Para resolverla necesitamos conocer la temperatura media del captador calculada a través de la ecuación 16. Así para el mes de enero el cálculo del rendimiento medio mensual de los captadores de la primera batería será:

**Ec. 16**

$$T_{m2} = \frac{T_{s1\text{ bat}} + T_{ASi} + \Delta T_{MCD\text{ marcha}}}{2} = \frac{36(^{\circ}C) + 60(^{\circ}C) + 4(^{\circ}C)}{2} = 50(^{\circ}C)$$

**Ec. 17**

$$\begin{aligned} \eta_{2\text{bat c.p.p.}} &= 100 * \left( a * \epsilon - b * \frac{(T_{m2} - T_{amb})}{I} \right) = \\ &= 100 * \left( 0,761 * 0,94 - 4,73 \left( \frac{W}{^{\circ}C * m^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * \frac{(50(^{\circ}C) - 13(^{\circ}C))}{375 \left( \frac{W}{m^2 \text{ de c. p. p.}} \right)} \right) = \\ &= 24,8\% \end{aligned}$$

En la columna 19, de la tabla 13, se calcula la Aportación solar que podemos esperar que incida en una día medio del mes considerado por unidad de superficie de c.p.p.  $\left(\frac{AS}{m^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$ . El rendimiento del campo de colectores depende de su configuración (Figura 10, del “Anexo Cálculos”). Analizando la configuración del campo de colectores observamos que al estar las filas conexas en paralelo todas tienen el mismo rendimiento que es igual al del campo de colectores. Pero cada fila está compuesta por dos baterías en serie y cada una con un rendimiento diferente lo que provoca que debamos calcular el rendimiento de cada fila, que no es el mismo que el rendimiento de cada batería.

Así pues, para conocer el rendimiento del campo de colectores que es el mismo que el de cada fila debemos resolver la ecuación 18. El cálculo para el mes de enero se ejecuta como sigue:

**Ec. 18**

$$\begin{aligned} \left(\frac{AS}{m^2 \text{ de c.p.p.}}\right) &= \frac{E * \eta_{1\text{bat c.p.p.}} * 0,01}{2} + \frac{E * \eta_{2\text{bat c.p.p.}} * 0,01}{2} = \\ &= \frac{10,8 \left(\frac{MJ}{\text{día} * m^2 \text{ de c.p.p.}}\right) * 57,7 * 0,01}{2} + \\ &+ \frac{10,8 \left(\frac{MJ}{\text{día} * m^2 \text{ de c.p.p.}}\right) * 24,8 * 0,01}{2} = 4,45 \left(\frac{MJ}{\text{día} * m^2 \text{ de c.p.p.}}\right) \end{aligned}$$

En la columna 20, de la tabla 13, calculamos con la resolución de la ecuación 19 la energía neta disponible al día por  $m^2$  de c.p.p. Para ello, establecemos unas pérdidas en el rendimiento de la instalación de un 20%. El cálculo se ejecuta a modo de ejemplo para el mes de enero:

**Ec. 19**

$$\begin{aligned} \left(\frac{E_{\text{neto día}}}{m^2 \text{ de c.p.p.}}\right) &= \left(\frac{AS}{m^2 \text{ de c.p.p.}}\right) * P_{\text{ér}} = \\ &= 4,45 \left(\frac{MJ}{\text{día} * m^2 \text{ de c.p.p.}}\right) * 0,80 = \\ &= 3,56 \left(\frac{MJ}{\text{día} * m^2 \text{ de c.p.p.}}\right) \end{aligned}$$

En la columna 21, de la tabla 13, se calcula la energía neta disponible al mes por unidad de superficie de c.p.p. Para ello emplearemos la ecuación 20. Así para el mes de enero el cálculo sería:

**Ec. 20**

$$\begin{aligned} \left( \frac{E_{\text{neta mes}}}{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) &= \left( \frac{E_{\text{neta día}}}{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * n_{\text{mes}} = \\ &= 3,56 \left( \frac{E_{\text{neta día}}}{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * 31 \left( \frac{\text{día}}{\text{mes}} \right) = 111 \left( \frac{\text{MJ}}{\text{mes} * \text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) \end{aligned}$$

Una vez llegados a este punto podemos calcular el número teórico de c.p.p. necesarios a través de las ecuaciones: 21; 22; y 23.

Según lo comentado el cálculo del “nº cpp calculado” será:

**Ec. 21**

$$\begin{aligned} \left( \frac{E_{\text{neta máx mes}}}{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) &= \text{Máx} \left\{ \left( \frac{E_{\text{neta mes}}}{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) \right\} * \frac{100}{110} = \\ &= \frac{348 \left( \frac{\text{MJ}}{\text{mes} * \text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * 100}{110} = \\ &= 316 \left( \frac{\text{MJ}}{\text{mes} * \text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) \end{aligned}$$

**Ec. 22**

$$\text{EMJ máx} = \text{EMJ} \left\{ \text{para mes} \rightarrow \text{Máx} \left\{ \left( \frac{E_{\text{neta mes}}}{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) \right\} \right\} = 21012 \left( \frac{\text{MJ}}{\text{mes}} \right)$$

**Ec. 23**

$$\begin{aligned} n_{\text{c.p.p. calculado}} &= \frac{\text{EMJ máx}}{\left( \frac{E_{\text{neta máx mes}}}{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) S_{\text{captadora}}} = \\ &= \frac{21012 \left( \frac{\text{MJ}}{\text{mes}} \right)}{308 \left( \frac{\text{MJ}}{\text{mes} * \text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * 2,17 (\text{m}^2 \text{ de c. p. p.})} = \end{aligned}$$

= **31 (captadores)**

Seguidamente el proyectista introduce en la casilla “nº cpp real”, de la tabla 13, el número de c.p.p. que considera oportuno teniendo en cuenta factores tales como equilibrio hidráulico del sistema, recomendaciones del fabricante, peculiaridades de la instalación, etc., en definitiva los aspectos no recogidos en el programa de cálculo creado.

Para hallar el número real de c.p.p. en este caso es de vital importancia aplicar los diversos criterios que se redactan a continuación:

El número de c.p.p. suele ser un número entero múltiplo del número de filas y que permita un equilibrado del sistema. Teniendo en cuenta que por batería no deben conectarse más de 6 c.p.p. en paralelo, según especificaciones del fabricante.

El dimensionado de la instalación estará limitado por el cumplimiento de la condición de que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110% de la demanda energética y en no más de tres meses el 100 % y a estos efectos no se tomarán en consideración aquellos períodos de tiempo en los cuales la demanda energética se sitúe un 50% por debajo de la media correspondiente al resto del año, tomándose medidas de protección.

Con independencia del uso al que se destine la instalación, si se produjese el caso en el que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110% de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100%, se adoptará, según el CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, la siguiente medida:

Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento;

En este caso considero que no existen limitaciones de espacio, pero si existen restricciones económicas, restricciones referidas al % de cubrimiento solar ya que si se instalara el número de c.p.p. teórico se daría el caso en el que durante más de tres meses seguidos se alcanzaría un cubrimiento del 100% y esto obligaría a instalar un sistema de vaciado parcial del campo de colectores con el consiguiente incremento en el precio de la instalación. Así pues se escoge un campo de captadores formados por 30 c.p.p.

Una vez decidido el “nº c.p.p. real” se calcula automáticamente un volumen de acumulación solar teórico ( $V_{\text{acumulación cálculo}}$ ) el cual se calcula de la siguiente forma:

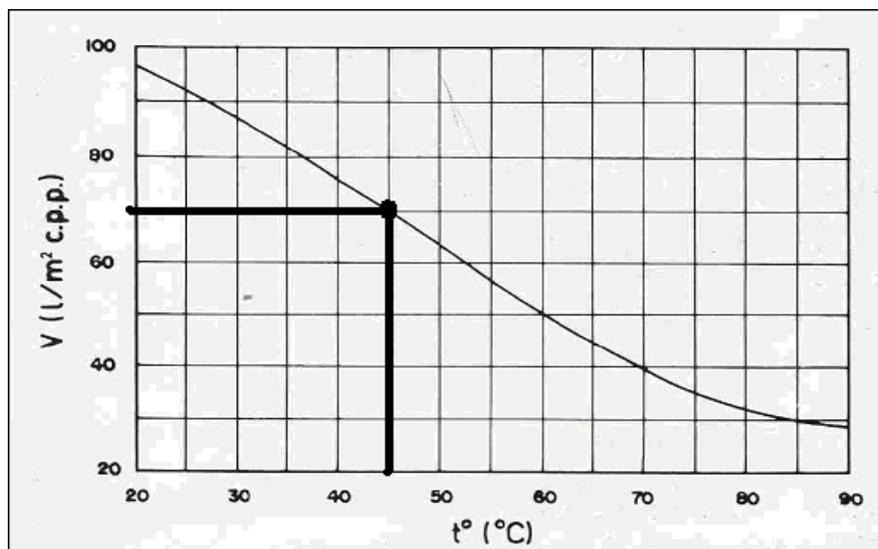
Según la figura 26 del “Anexo Cálculos”, el volumen de acumulación solar óptimo para una temperatura de servicio de 45º es de  $70\left(\frac{L}{m^2 \text{ c.p.p.}}\right)$ . Por tanto a través de la ecuación 24 obtendremos el volumen de acumulación solar teórico.

Durante todo el proyecto se ha estado comentando que la temperatura de acumulación sería de 60ºC. En cambio al realizar este cálculo nos remitimos a 45ºC

por ser la temperatura de servicio o de uso del ACS que es la que debemos aplicar en la figura 26.

La diferencia entre la temperatura de acumulación y la de uso se debe a que mientras el agua se mantiene almacenada debemos asegurar la no proliferación de flora bacteriana, que pueden provocar enfermedades como la legionelosis. Para ello se opta por un procedimiento físico consistente en un tratamiento térmico del agua. Este tratamiento consiste en mantener el agua a 60°C durante su tiempo de residencia en el sistema.

**Figura 26** – Volumen de acumulación óptimo en función de la temperatura de servicio. [CENSOLAR, tomo III, Sistemas de aprovechamiento térmico I, Pág. 125]



Para este caso en concreto el cálculo sería:

#### Ec. 24

$$\begin{aligned}
 V_{\text{acumulación cálculo}} &= V_s * n^{\circ}_{\text{real c.p.p.}} * S_{\text{captadora}} = \\
 &= 70 \left( \frac{L}{m^2 \text{ de c.p.p.}} \right) * 30(\text{colectores}) * 2,17(m^2) = 4557(L) \approx \\
 &\approx 4500(L)
 \end{aligned}$$

Una vez conocido este dato el proyectista puede interactuar sobre el programa de cálculo introduciendo este valor o una corrección del mismo en la celda llamada  $V_{\text{acumulación real}}$ . En este caso concreto por motivos económicos se escoge un volumen de acumulación de 4000 L, ya que un depósito de 4500 L, al ser un depósito de fabricación especial, sería mucho más caro.

En la casilla “ $P_{\text{minCTE}}$ ”, a través de la ecuación 25, se calcula la potencia mínima del intercambiador de calor para la instalación.

#### Ec. 25

$$P_{\text{minCTE}} = k_3 * n^{\circ}_{\text{real c.p.p.}} * S_{\text{captadora}}$$

$$= 500 \left( \frac{W}{m^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * 30 (\text{colector}) * 2,17 \left( \frac{m^2 \text{ de c. p. p.}}{\text{colector}} \right) =$$

$$= 32550 (W)$$

En la casilla “**Potencia del intercambiador elegido**” el proyectista puede interactuar con el programa de cálculo introduciendo el valor real de la potencia del intercambiador elegido por considerar recomendaciones del fabricante, o tener criterios propios más estrictos que los establecidos en la normativa vigente. Sea como sea el valor de la potencia de este intercambiador de calor siempre será igual o superior al valor de referencia dado por el programa en la casilla “ $P_{minCTE}$ ”, que es el mínimo establecido por la normativa vigente.

En este caso particular el fabricante “DISOL” recomienda para una instalación de 30 c.p.p. la utilización de un intercambiador de calor de 37 KW de potencia, tal y como se observa en la tabla de selección incluida en la hoja de especificaciones del intercambiador de calor que la encontramos en el “Anexo B”, apartado “6. Hoja de especificaciones del intercambiador de calor”.

“DISOL” consideran un factor  $k_3 = 570 \left( \frac{W}{m^2 \text{ dec.p.p.}} \right)$  para la ecuación 23. Factor que considero es más restrictivo que el dado por el Código Técnico de la Edificación 2006 Documento Básico Ahorro Energético capítulo 4, además, considero este valor fiable por la experiencia acumulada por “DISOL”.

En la columna 22, de la tabla 13, se calcula la Energía solar mensual total disponible en la instalación para ello se emplea la ecuación 26. Siguiendo con el ejemplo de cálculo para el mes de enero se ejecuta como sigue:

#### Ec. 26

$$E_{\text{solar}} = \left( \frac{E_{\text{neta mes}}}{m^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * n^{\circ}_{\text{real c.p.p.}} * S_{\text{captadora}} =$$

$$= 111 \left( \frac{MJ}{\text{mes} * m^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * 30(\text{colector}) * 2,17 \left( \frac{m^2 \text{ de c. p. p.}}{\text{colector}} \right) =$$

$$= 7251,2 \left( \frac{MJ}{\text{mes}} \right)$$

En la columna 23, de la tabla 13, calculamos el porcentaje de las necesidades energéticas mensuales para producción de A.C.S. del edificio cubierto por energía solar. Para ello emplearé la ecuación 27 para cada mes. Seguidamente se realiza el cálculo para el mes de enero a modo de ejemplo:

**Ec. 27**

$$C_s = 100 * \frac{E_{\text{solar}}}{EMJ} = 100 * \frac{10964,2 \left(\frac{MJ}{\text{mes}}\right)}{24281 \left(\frac{MJ}{\text{mes}}\right)} = 45\%$$

Una vez calculada la columna 23, de la tabla 13, en la casilla “ $C_s \text{ anual}$ ” se calcula mediante la ecuación 28 la media de la columna 23, de la tabla 13.

**Ec. 28**

$$FS\% = C_s \text{ anual}$$

$$= 100 * \frac{(\text{Energía solar})}{((\text{Energía solar}) + (\text{Energía convencional}))} =$$

$$= \frac{\sum_{\text{Ene}}^{\text{Dic}} C_s}{12} = \frac{939}{12} = 78\%$$

Resultando ser para este caso en concreto del: 78 % el cubrimiento solar anual, con lo cual cumplimos con lo establecido en la tabla 18 del “Anexo Cálculos”.

Para realizar esta comprobación se siguen los siguientes pasos:

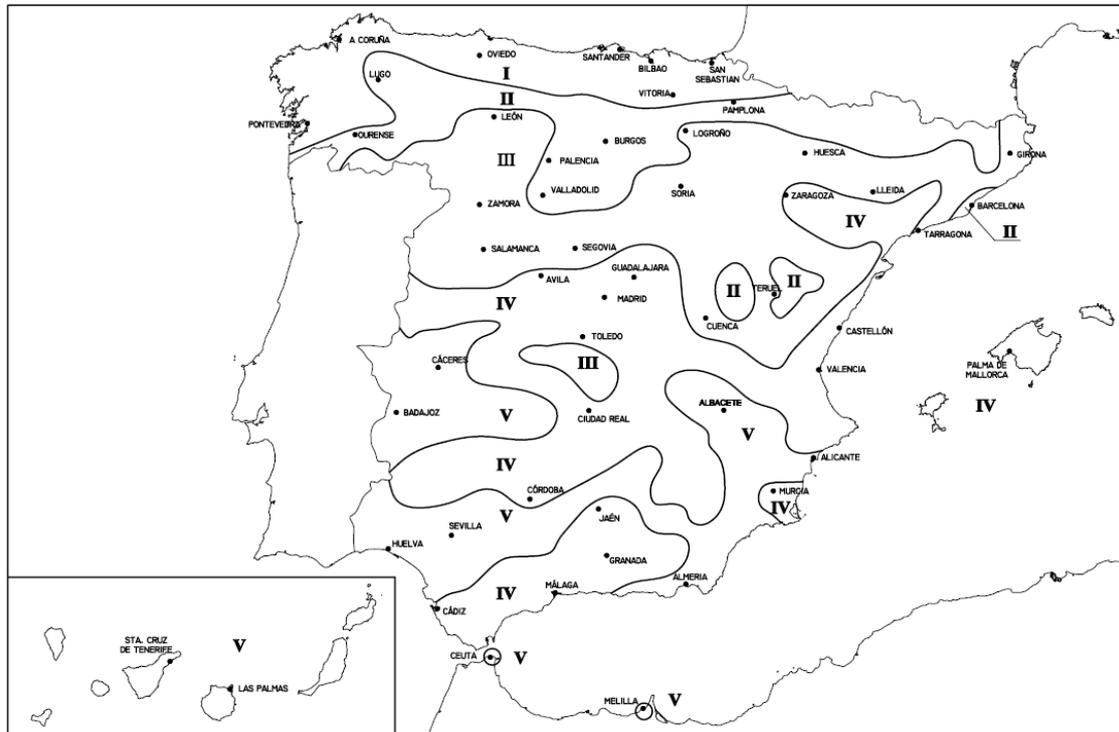
1. Empleando la figura 27 se establece la zona climática. En el caso que se abarca en este proyecto nos encontramos en la zona climatológica tipo IV.
2. Entramos en la tabla 18 del “Anexo Cálculos” en el apartado “Caso General”. Escogemos la fila con una “Demanda total de ACS del edificio de  $\left(\frac{L}{\text{día}}\right) \in [50; 5000]$  y seleccionamos la columna de la zona climática IV.

Obteniendo así que la “Contribución Solar Mínima en %” aceptada por el “CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo” es del 60%. Si se cumple la ecuación 29 se demuestra que con este dimensionado se cumple con la “Contribución Solar Mínima en %” establecida por el “CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo”.

**Ec. 29**

$$C_s \text{ anual} = 78\% \geq 60\% = C_s \text{ min CTE}$$

**Figura 27** – Zonas climáticas. Esta figura proviene del CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo. Se localiza en el Documento Básico Ahorro Energético capítulo 4, Fig. 3.1 zonas climáticas.



**Tabla 18** – Contribución solar mínima en %. El caso que nos ocupa se marca sombreando el fondo de color gris. Esta tabla procede del CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo Documento Básico Ahorro Energético capítulo 4, punto 2.1.1; tabla 2.1 y tabla 2.2.

### CASO GENERAL

Demanda total de ACS

Zona climática

del edificio en L/día

	I	II	III	IV	V
50-5000	30	30	50	60	70
5000-6000	30	30	55	65	70
6000-7000	30	35	61	70	70
7000-8000	30	45	63	70	70
8000-9000	30	52	65	70	70
9000-10000	30	55	70	70	70
10000-12500	30	65	70	70	70
12500-15000	30	70	70	70	70
15000-17500	35	70	70	70	70
17500-20000	45	70	70	70	70
>20000	52	70	70	70	70

Continúa...

Continuación **Tabla 18**

**CASO EFECTO JULE**

Demanda total de ACS del edificio en L/día	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1000	50	60	70	70	70
1000-2000	50	63	70	70	70
2000-3000	50	66	70	70	70
3000-4000	51	69	70	70	70
4000-5000	58	70	70	70	70
5000-6000	62	70	70	70	70
>6000	70	70	70	70	70

En la columna 24 se calcula la temperatura media diaria del agua en el acumulador solar. Este dato resulta decisivo para la elección de un acumulador de mayor o menor capacidad que el calculado teóricamente. En este caso he tenido en cuenta al realizar la corrección del “ $V_{\text{acumulación cálculo}}$ ” tres aspectos fundamentalmente.

1. La temperatura de acumulación en la época estival no debe ser excesiva por disminuir el volumen de acumulación solar en 500 L.
2. Además se ha observado el hecho beneficioso de aumentar la temperatura del acumulador solar en la época invernal siendo posible aprovechar mejor la energía acumulada.
3. También se he tenido en cuenta el criterio económico. El disminuir “ $V_{\text{acumulación cálculo}}$ ” implica reducir el coste.

A modo de ejemplo se calcula la temperatura del acumulador solar para el mes de enero a partir de la ecuación 30.

**Ec. 30**

$$T_{ASi} = \frac{\left( \frac{E_{\text{neto día}}}{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * n^{\circ}_{\text{real c.p.p.}} * S_{\text{captadora}}}{\frac{V_{\text{acumulación real}}}{t_1} * \rho_{\text{agua}} * C_{p\text{agua}}} + T^{\text{a}}_{\text{red}} =$$

$$= \frac{3,56 \left( \frac{\text{MJ}}{\text{día} * \text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * 30(\text{colector}) * 2,17 \left( \frac{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}}{\text{colector}} \right)}{\frac{4000(\text{L})}{1(\text{día})} * 1 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{L}} \right) * 4,184 * 10^{-3} \left( \frac{\text{MJ}}{\text{Kg} * ^{\circ}\text{C}} \right)} +$$

$$+ 8(^{\circ}\text{C}) - 4 \approx 18(^{\circ}\text{C})$$

Si se cumple la ecuación 9 el proceso de cálculo habrá acabado. En este caso el valor de  $\epsilon \nless 1^{\circ}\text{C}$  al ser  $22(^{\circ}\text{C}) = T_{AS\ 1} \neq T_{AS\ 0} = 60^{\circ}\text{C}$  esto implica que el rendimiento de los captadores no es el supuesto para el mes de estudio ya que era función de  $T_{AS\ i}$ . Esto afecta al valor de  $\left(\frac{E_{\text{netadía}}}{\text{m}^2\text{dec.p.p.}}\right)$ , lo que implica que este valor hallado no es el real y debemos proseguir con el procedimiento de cálculo descrito a continuación. Para hallarlo debemos iterar, mediante el método de Newton, hasta lograr que se cumpla la ecuación 9. El error absoluto es de  $1^{\circ}\text{C}$ , ya que es el máximo error permitido por la normativa vigente para la medición de la temperatura en sistemas de energía solar térmica a baja temperatura. El procedimiento de cálculo para el mes de enero sería el descrito en la tabla 19 que se encuentra al final de este apartado. Y las ecuaciones empleadas se describen a continuación.

**Ec. 9**

$$\epsilon = |T_{AS\ i} - T_{AS\ i-1}| = |18(^{\circ}\text{C}) - 60(^{\circ}\text{C})| = 42 \nless 1^{\circ}\text{C}$$

Según el resultado de resolver la ecuación 7 debo comenzar el proceso de iteración.

**Ec. 10**

$$\Delta T_{\text{real}} = T_{AS\ i-1} - T_{\text{red}} = 18(^{\circ}\text{C}) - 8(^{\circ}\text{C}) = 10(^{\circ}\text{C})$$

**Ec. 11**

$$T_{s\ 1\ \text{bat}} = \frac{(\Delta T_{\text{real}\ i} + \Delta T_{\text{MCD}\ \text{marcha}})}{2} + T_{\text{red}} = \frac{10(^{\circ}\text{C}) + 4(^{\circ}\text{C})}{2} + 8(^{\circ}\text{C}) = 15(^{\circ}\text{C})$$

**Ec. 14**

$$T_{m1} = \frac{T_{\text{red}} + T_{s\ 1\ \text{bat}} + \Delta T_{\text{MCD}\ \text{marcha}}}{2} = \frac{8(^{\circ}\text{C}) + 15(^{\circ}\text{C}) + 4(^{\circ}\text{C})}{2} = 15(^{\circ}\text{C})$$

**Ec. 15**

$$\eta_{1\text{bat}\ \text{c.p.p.}\ i} = 100 * \left( a * \epsilon - b * \frac{(T_{m1} - T_{\text{amb}})}{I} \right) =$$

$$= 100 * \left( 0,761 * 0,94 - 4,73 \left( \frac{W}{^{\circ}C * m^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * \frac{(15(^{\circ}C) - 13(^{\circ}C))}{375 \left( \frac{W}{m^2 \text{ de c. p. p.}} \right)} \right) =$$

$$= 70,9\%$$

**Ec. 16**

$$T_{m2} = \frac{T_{s1 \text{ bat } i} + T_{ASi} + \Delta T_{MCD \text{ marcha}}}{2} = \frac{15(^{\circ}C) + 18(^{\circ}C) + 4(^{\circ}C)}{2} =$$

$$= 19$$

**Ec. 17**

$$\eta_{2bat \text{ c.p.p. } i} = 100 * \left( a * \epsilon - b * \frac{(T_{m2} - T_{amb})}{I} \right) =$$

$$= 100 * \left( 0,761 * 0,94 - 4,73 \left( \frac{W}{^{\circ}C * m^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * \frac{(19(^{\circ}C) - 13(^{\circ}C))}{375 \left( \frac{W}{m^2 \text{ de c. p. p.}} \right)} \right) =$$

$$= 64,7\%$$

**Ec. 18**

$$\left( \frac{AS_i}{m^2 \text{ de c. p. p.}} \right) = \frac{E * \eta_{1bat \text{ c.p.p. } i} * 0,01}{2} + \frac{E * \eta_{2bat \text{ c.p.p. } i} * 0,01}{2} =$$

$$= \frac{10,8 \left( \frac{MJ}{\text{día} * m^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * 70,9 * 0,01}{2} +$$

$$+ \frac{10,8 \left( \frac{MJ}{\text{día} * m^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * 64,7 * 0,01}{2} = 7,3 \left( \frac{MJ}{\text{día} * m^2 \text{ de c. p. p.}} \right)$$

**Ec. 19**

$$\left( \frac{E_{neta \text{ día } i}}{m^2 \text{ de c. p. p.}} \right) = \left( \frac{AS_i}{m^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * P_{\epsilon r} =$$

$$= 7,3 \left( \frac{\text{MJ}}{\text{día} * \text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * 0,80 =$$

$$= 5,86 \left( \frac{\text{MJ}}{\text{día} * \text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right)$$

Ec. 30

$$T_{ASi} = \frac{\left( \frac{E_{\text{neto día i}}}{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * n^{\circ}_{\text{real c.p.p.}} * S_{\text{captadora}}}{\frac{V_{\text{acumulación real}}}{t_1} * \rho_{\text{agua}} * C_{p_{\text{agua}}}} + T^{\text{a}}_{\text{red}} =$$

$$= \frac{5,86 \left( \frac{\text{MJ}}{\text{día} * \text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * 30(\text{colector}) * 2,17 \left( \frac{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}}{\text{colector}} \right)}{\frac{4000(L)}{1(\text{día})} * 1 \left( \frac{Kg}{L} \right) * 4,184 * 10^{-3} \left( \frac{MJ}{Kg * ^{\circ}C} \right)} +$$

$$+ 8(^{\circ}C) - 4 \approx 27(^{\circ}C)$$

Ec. 9

$$\varepsilon = |T_{ASi} - T_{ASi-1}| = |27 - 18| = 9 \notin 1^{\circ}C$$

En las figuras 26 y 27 del “Anexo Cálculos”, se expuso el esquema del proceso de cálculo seguido para iterar y obtener la tabla 19 ( $T_{ASi}$ ). Tabla que se puede observar a continuación.

**Tabla 19 –** En esta tabla se recogen los cálculos realizados para hallar la  $T_{AS}$  real del acumulador para el mes de enero. Este procedimiento se realizará con todos y cada uno de los meses del año.

	4	25	26	13	15	16	27	28	29	30	31	32
		Ec. 10	Ec. 11	Ec. 12	Ec. 11	Tabla 17	Ec. 14; 15	Ec. 16; 17	Ec. 18	Ec. 19	Ec. 30	Ec. 9
Tabla 12												
Temperatura de red	8	56	36	10,8	375	13	57,7	24,8	4,45	3,56	18	
Salto Térmico real	8	14	15	10,8	375	13	70,9	64,7	7,32	5,86	27	8,9
1ª batería	8	20	18	10,8	375	13	69,1	57,3	6,82	5,46	25	1,6
2ª batería	8	17	17	10,8	375	13	69,9	59,0	6,96	5,56	26	0,4
Energía neta disponible al día por m <sup>2</sup>												
Aportación solar por m <sup>2</sup>												
η 1º batería												
η 2ª batería												
t <sup>2</sup> <sub>amb</sub>												
I(W/m <sup>2</sup> )												
T <sup>AS0</sup>												
T <sup>AS1</sup>												
T <sup>AS2</sup>												
T <sup>AS3</sup>												

nº cpp real	30 Uds.
V <sub>acumulación real</sub>	4000 L
η <sub>cpp</sub> =	0,761
S <sub>captadora</sub>	2,17
	4,73 (T <sub>m</sub> -t <sub>amb</sub> )/I

## 2.4 Dimensionado del volumen a almacenar en el acumulador

Para el dimensionado del volumen de acumulación nos basaremos en dos métodos de cálculo.

El primer método de cálculo se basa en la temperatura de uso. El volumen de acumulación siguiendo este criterio es el determinado por la ecuación 31:

### Ec. 31

$$V_{\text{acumulación teórica 1}} = k_4 * S_{\text{captadora}} = 70 * 65,1 = 4557 \text{ L.}$$

El segundo método de cálculo está basado en función de la superficie captadora y teniendo en cuenta desfases entre producción de ACS y consumo no superiores a 24 horas. Para el cálculo del volumen de acumulación emplearemos la ecuación 32. En ella sustituiremos los diferentes valores de  $F_{c4}$  según corresponda y definiremos un rango de valores posibles para la capacidad del acumulador. La definición de un volumen concreto para el acumulador solar se establece en la “Memoria” del presente proyecto, en el punto 1.9.3.1 “Capacidad de acumulación”.

### Ec. 32

$$V_{\text{acumulación teórica 2}} = S_{\text{captadora}} * F_{c4}$$

$$V_{\text{acumulación min}} = 65,1 * 50 = 3255 \text{ L}$$

$$V_{\text{acumulación óptimo min}} = 65,1 * 60 = 3906 \text{ L}$$

$$V_{\text{acumulación óptimo medio}} = 65,1 * 75 = 4883 \text{ L}$$

$$V_{\text{acumulación óptimo máx}} = 65,1 * 90 = 5859 \text{ L}$$

$$V_{\text{acumulación máx}} = 65,1 * 180 = 11718 \text{ L}$$

Siguiendo este criterio el volumen de acumulación según el CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo estaría comprendido entre 3255 y 11718 L. Si nos

basamos en el criterio establecido por CENSOLAR el volumen de acumulación estaría comprendido entre 3906 y 5859 L.

El volumen de acumulación real se dimensionará según 4 factores:

- Rendimiento de la instalación en función del volumen de acumulación por superficie de captación.
- Temperatura de utilización.
- Demanda.
- Economía.

Hasta ahora solo he tenido en cuenta los tres primeros criterios al aplicar el criterio económico se deduce en que el volumen de acumulación solar más apropiado es de 4000 L. Por tanto el acumulador solar tendrá un volumen de **4000L**.

## 2.5 Cálculo del diámetro de las tuberías

Para ejecutar este cálculo se divide el entramado de conducciones en los tramos que podemos observar en la tabla 20 del apartado 2.5 perteneciente al “Anexo Cálculos”.

El criterio seguido para dividir el entramado de tubería será nombrar el nombre punto del que parte el tramo y seguidamente nombrar el punto donde finaliza, siguiendo el sentido del flujo del fluido que circula en su interior. Estos puntos los podemos visualizar en los planos número 4 y 8, que se localizan en el documento “Planos”, y son los representados por una directriz en cuyo interior se encuentra un número precedido de la letra T.

**Tabla 20** – Denominación de los tramos de tuberías y sus principales características.

Nombre del tramo	Punto de inicio	Punto final	Caudal (L/h)	Diámetro interior x espesor (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdidas de carga (mm.c.a/m)	Pérdidas de carga del tramo (mm.c.a)	Longitud de tubo recto
T01T02	T01	T02	25920	80 x 2,5	1,0	14	0,7	50
T02T05	T02	T05	129	30 x 1,5	0,5	37	176,8	4779
T05T06	T05	T06	129	30 x 1,5	0,5	37	74,8	1994
T06T07	T06	T07	1953	30 x 1,5	0,9	30	0,3	10
T07T08	T07	T08	1953	30 x 1,5	0,9	30	9,0	300
T08T09	T08	T09	1953	30 x 1,5	0,9	30	175,0	5832
T09T10	T09	T10	1953	30 x 1,5	0,9	30	299,4	9979
T10T17	T10	T17	1302	26 x 1	0,8	30	399,6	13320
T17T25	T17	T25	651	20 x 1	0,6	20	282,0	14102
T10T11	T10	T11	651	20 x 1	0,6	20	9,2	458
T12T13	T12	T13	651	20 x 1	0,6	20	37,3	1865
T13T15	T13	T15	651	20 x 1	0,6	20	1,8	92
T13T14	T13	T14	360	16 X 1	0,7	30	10,0	333
T43T16	T43	T16	651	20 x 1	0,6	20	2,5	125
T16T32	T16	T32	651	20 x 1	0,6	20	316,4	15818
T17T18	T17	T18	651	20 x 1	0,6	20	9,2	458
T19T20	T19	T20	651	20 x 1	0,6	20	37,3	1865
T20T22	T20	T22	651	20 x 1	0,6	20	1,8	92
T20T21	T20	T21	360	16 X 1	0,7	30	10,0	333

T23T24	T23	T24	651	20 x 1	0,6	20	2,5	125
T24T32	T24	T32	651	20 x 1	0,6	20	49,9	2496
T26T27	T26	T27	651	20 x 1	0,6	20	37,3	1865
T27T28	T27	T28	360	16 X 1	0,7	30	2,8	92
T27T29	T27	T29	651	20 x 1	0,6	20	6,7	333
T30T31	T30	T31	651	20 x 1	0,6	20	2,5	125
T31T33	T31	T33	651	20 x 1	0,6	20	49,9	2496
T32T33	T32	T33	1302	26 x 1	0,8	30	400,0	13322
T33T34	T33	T34	1953	30 x 1,5	0,9	30	288,8	9626
T34T35	T34	T35	1953	30 x 1,5	0,9	30	197,9	6595
T36T06	T36	T06	1953	30 x 1,5	0,9	30	13,7	458
T37T38	T37	T38	1953	30 x 1,5	0,9	30	215,0	7168
T39T40	T39	T40	1953	30 x 1,5	0,9	30	16,4	547
T41T42	T41	T42	1953	30 x 1,5	0,9	30	66,0	2201
T02T03	T02	T03	25920	80 x 2,5	1,0	14	0,4	30
T03T37	T03	T37	12600	60 x 2	1,2	20	13,9	695
T37T31	T37	T31	12600	60 x 2	1,2	20	0,6	30
T03T04	T03	T04	25920	80 x 2,5	1,0	14	20,8	1485
T04T29	T04	T29	12600	60 x 2	1,2	20	16,3	815
T29T30	T29	T30	12600	60 x 2	1,2	20	1,1	56
T04T48	T04	T48	13320	60 x 2	1,3	22	88,9	4039
T44T45	T44	T45	12600	64 x 2	1,2	20	15,1	756
T45T46	T45	T46	12600	64 x 2	1,2	20	14,8	742
T46T48	T46	T48	12600	64 x 2	1,2	20	11,6	579
T47T46	T47	T46	12600	64 x 2	1,2	20	2,3	114
T49T50	T49	T50	12600	64 x 2	1,2	20	140	7000
T50T51	T50	T51	12600	64 x 2	1,2	20	77	3852
T51T52	T51	T52	12600	64 x 2	1,2	20	118	5898
T52T53	T52	T53	12600	64 x 2	1,2	20	192	9640
T53T54	T53	T54	12600	64 x 2	1,2	20	192	9640
T54T55	T54	T55	11520	64 x 2	1,3	20	192	9640
T55T56	T55	T56	10080	54x1,5	1.4	25	241	9640
T56T57	T56	T57	8640	54x1,5	1,1	20	192	9640
T57T58	T57	T58	7200	54x1,5	0,9	15	145	9640
T58T59	T58	T59	5760	42x1,5	1,3	30	289	9640
T59T60	T59	T60	4320	42x1,5	0,8	15	145	9640
T60T61	T60	T61	2880	28X1,15	0,9	30	339	11280

\*Continuación de la tabla 20.

La caldera escogida es capaz de calentar los 4000L en 5 horas y 3 minutos produciendo un salto térmico en el agua de 30 °C por tanto el caudal de producción es de  $912 \left( \frac{L}{hora} \right)$ .

Para el cálculo de los caudales en los tramos pertenecientes a las filas emplearemos la ecuación 33. Como por diseño las baterías se conectan en serie el caudal que circula por las baterías es el mismo que circula por una fila.

### Ec. 33

$$\begin{aligned} Q_{\text{fila}} &= n_{\text{cap}} * S_{\text{captadora}} * Q_{\text{cap}} = \\ &= 5(\text{colector}) * 2,17 \left( \frac{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}}{\text{colector}} \right) * 60 \left( \frac{L}{\text{hora} * \text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) = \\ &= 651 \left( \frac{L}{\text{hora}} \right) \end{aligned}$$

Según lo expuesto en el párrafo anterior el caudal de los tramos que se citan seguidamente es de  $651 \left( \frac{L}{hora} \right)$ : T17T25; T10T11; T12T13; T13T15; T43T16; T16T32; T17T18; T19T20; T20T22; T23T24; T24T32; T26T27; T27T29; T30T31; T31T33.

Así pues el caudal de los tramos T10T17 y T32T33 es 1302 ( L / h ) ya que el primer tramo debe alimentar 2 filas y el segundo recoge el caudal producido por dos filas.

El caudal de los tramos T41T42 y T40T37 los calculamos haciendo la siguiente consideración para que el rendimiento del intercambiador se ajuste a los cálculos y según la propuesta presentada por la Junta de Andalucía, “Especificaciones técnicas de diseño y montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente y las modificaciones de aplicación en el Programa Prosol” editado en el 2002, en el punto 13.6. “En instalaciones con intercambiador independiente los caudales de diseño de los circuitos primario y secundario no diferirán en más de un 10%. En ningún caso el caudal del secundario será superior al del primario”. Nosotros en este caso consideraremos que el caudal del primario y del secundario son iguales. Por tanto el caudal de los tramos T41T42 y T40T37 es de  $1953 \left( \frac{L}{hora} \right)$ . Aunque el documento mencionado en este párrafo no esté en vigor el criterio expresado sigue siendo válido por no contradecir ninguna norma vigente.

Para estimar el caudal de consumo punta en el resto de las líneas se establecen las siguientes hipótesis:

- El caudal de consumo punta se producirá en el momento del día dedicado al aseo personal de los reclusos que está establecido entre las 20:00 h y las 21:20 h.
- El caudal de consumo punta está determinado por el siguiente criterio: 72 celdas, dispondrán de ACS durante 40 minutos cada día para el aseo personal diario y cada celda tiene una ducha.
- Se establece por la tabla 21 perteneciente al “Anexo Cálculos” que se puede observar en este mismo apartado, que por ducha se necesita un caudal de  $0,1 \left(\frac{L}{s}\right)$ .

Atendiendo a estas tres hipótesis se calcula el caudal punta de ACS según la ecuación 34.

#### Ec. 34

$$Q_{\text{máx}} = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i * n_i = 0,1 \left(\frac{L}{s}\right) * 72 = 7,2 \left(\frac{L}{s}\right)$$

**Tabla 21** – Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato. Estos datos provienen de la tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato que encontramos en el CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, en el Documento Básico HS4.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

**Tabla 22** – Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos. Estos datos provienen de las tablas 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos y 4.3 Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace que encontramos en el CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, en el Documento Básico HS4.

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

El caudal de los tramos T02T05 y T05T06 se estima en  $1,2 \left(\frac{L}{s}\right)$  como mínimo. Se escoge este caudal pues aunque una vez lleno el circuito se necesita un caudal despreciable para compensar las posibles pérdidas, el llenado de dichos tramos interesa que sea rápido. De esta forma podremos arrastrar fácilmente el aire del sistema al exterior. Se selecciona este caudal ya que existen 6 puntos de purga en el campo de captadores que se consideran como puntos de consumo y por semejanza se tratarán como si se alimentara un grifo de garaje. Así pues el tramo T49T50 se considerará que alimenta un grifo de garaje, siguiendo el mismo criterio comentado en este mismo párrafo, por tanto su caudal punta se estima en  $0,2 \left(\frac{L}{s}\right)$ , según la tabla 21 que localizamos en este mismo apartado.

Para calcular el caudal del tramo T04T48 planteamos el caso más desfavorable. Entre el acumulador calentado por la energía auxiliar y el acumulador calentado por la energía solar, el acumulador que puede almacenar agua a mayor temperatura es el acumulador calentado por la energía solar. La máxima temperatura en el depósito de acumulación solar es de 90°C. Esto es así pues el termostato diferencial cuando detecta esta temperatura para proteger las bombas paraliza la instalación.

Si el caudal de consumo punta es de  $7,2 \left(\frac{L}{s}\right)$ . Se establece como temperatura máxima del agua para el servicio  $52^{\circ}\text{C}$ . Se establece esta temperatura en base al RD 865/2003 del 4 de Julio según el artículo 7 punto 1. i) y en base a que las máximas pérdidas globales aceptadas por el R.D. 1027/2007, de 20 de julio son del 4%.

Se considera que en el acumulador solar existe agua con una temperatura media de  $90^{\circ}\text{C}$ , como caso extremo. También se tiene en cuenta que si el agua de red tiene una temperatura media que oscila entre los  $12^{\circ}\text{C}$  y  $16^{\circ}\text{C}$ , el caso más desfavorable es aquel en el que el agua esté a  $16^{\circ}\text{C}$ .

Con estos datos para calcular el caudal del tramo T04T48 empleo un balance de energía y un balance de materia (ecuación 35 y ecuación 36)

**Ec. 35**

$$\begin{aligned} Q_{v\text{T04T48}} &= \left( \frac{Q_{v\text{T47T48}} * (T_c - T_m)}{(T_c - T_f)} \right) = \\ &= \left( \frac{7,2 \left(\frac{L}{s}\right) * (90(^{\circ}\text{C}) - 52(^{\circ}\text{C}))}{(90(^{\circ}\text{C}) - 16(^{\circ}\text{C}))} \right) = \\ &= 3,7 \left(\frac{L}{s}\right) \end{aligned}$$

**Ec. 36**

$$Q_{v\text{T47T48}} = Q_{v\text{T48T49}} - Q_{v\text{T04T48}} = 7,2 \left(\frac{L}{s}\right) - 3,7 \left(\frac{L}{s}\right) = 3,5 \left(\frac{L}{s}\right)$$

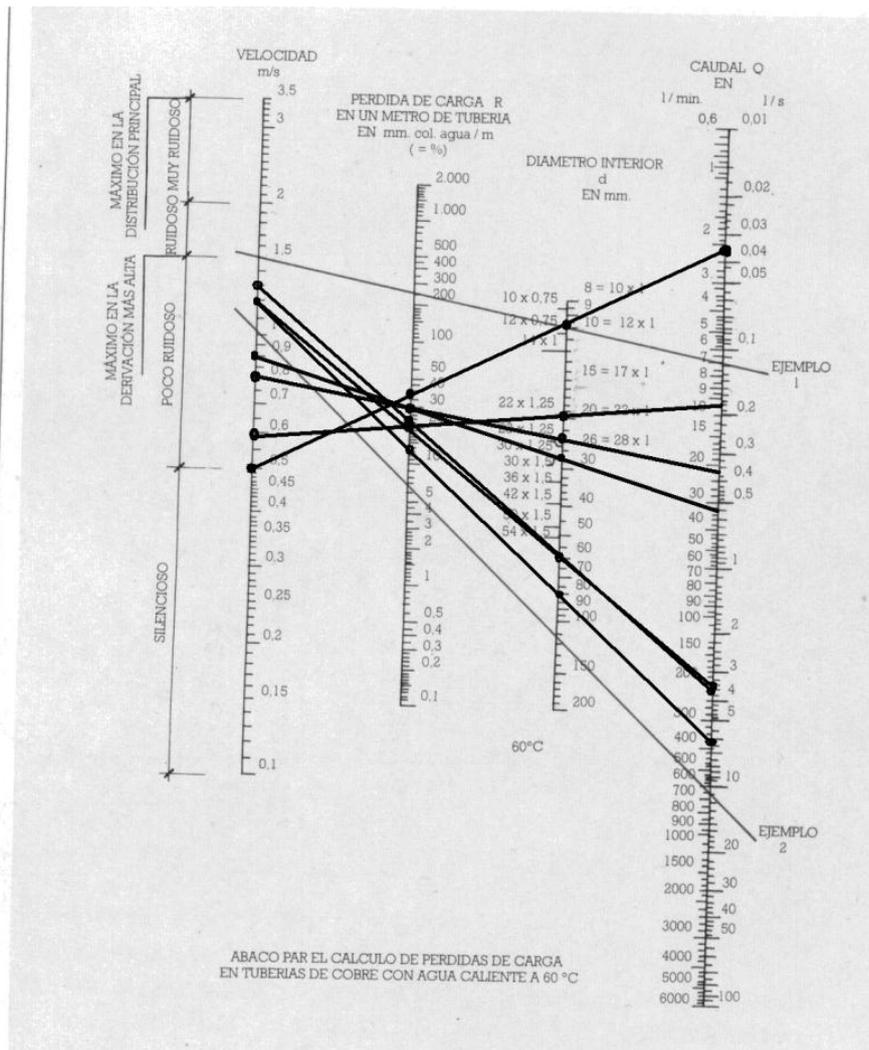
Conociendo el caudal de consumo punta, establecido en  $25920 \left(\frac{L}{h}\right)$ , ya tenemos determinado en este valor el caudal de los tramos T01T02; T02T03; T03T04.

El caudal de los tramos T03T37; T37T31; T04T29; T29T30; T44T45; T45T46; T47T46 se estipula en  $12600 \left(\frac{L}{h}\right)$  igual al del tramo T46T48.

Según el R.D. 1027/2007, DE 20 DE JULIO la máxima pérdidas de carga por metro de tubo es de  $40 \left(\frac{\text{mm.c.a.}}{100 \text{ m de tubo}}\right)$ . Teniendo en cuenta esta restricción y conociendo el caudal con el ábaco representado en la figura 28 perteneciente al “Anexo Cálculos” puedo dimensionar las tuberías y conocer la velocidad del fluido y si será muy ruidoso

o poco, teniendo en cuenta que un fluido con una velocidad entre  $0,5 - 1,5 \left(\frac{m}{s}\right)$  la circulación del fluido será poco ruidosa. El nivel de ruido en las conducciones de la instalación es poco ruidoso.

**Figura 28** –Ábaco para calcular a partir del caudal y de las pérdidas de carga el diámetro interior del tubo de cobre y la velocidad del fluido. Fuente “BIBLIOTECA ATRIUM DE LAS INSTALACIONES. AGUA. VOLUMEN 3. FONTANERÍA”. Pág. 14.



## 2.6 Cálculo de las pérdidas de carga en los circuitos hidráulicos

Distinguimos tres circuitos en los que se hace imprescindible el cálculo de las pérdidas de carga, estos son:

- ❖ “Acumulador solar – intercambiador solar”
- ❖ “Intercambiador solar – campo de captadores”
- ❖ “Acumulador auxiliar – caldera”

Los datos de longitud equivalente necesarios para elaborar las tablas de cálculo que aparecen en este apartado se han obtenido de la tabla 23 y de datos aportados por el fabricante de algunos equipos, “Anexo Cálculos”.

**Tabla 23** – Equivalencia en m. de tubo recto de las pérdidas de carga por accesorio. Esta información se obtiene de la página de internet “[http://editorial.cda.ulpgc.es/servicios/2\\_fontaneria/22/s224.htm](http://editorial.cda.ulpgc.es/servicios/2_fontaneria/22/s224.htm)”

∅ INT		CODO	CODO	T GIRO	T PASO	VÁLVULA COMPUERTA	VÁLVULA ASIENTO	VALV. ASTO. ANGULO	REDUCCIÓN
mm	"	90°	45°	90	RECTO				$\frac{\text{ØID}}{\text{ØID}}$
10	3/8	0,30	0,20	0,45	0,10	0,06	2,45	1,20	0,12
15	1/2	0,60	0,40	0,90	0,20	0,12	4,60	2,45	0,18
20	3/4	0,75	0,45	1,20	0,25	0,15	6,10	3,65	0,22
25	1	0,90	0,55	1,50	0,27	0,20	7,60	4,60	0,30
30	1 1/4	1,20	0,80	1,80	0,40	0,25	10,50	5,50	0,39
40	1 1/2	1,50	0,90	2,15	0,45	0,30	13,50	6,70	0,50
50	2	2,15	1,20	3,05	0,60	0,40	16,50	8,50	0,61
60	2 1/2	2,45	1,50	3,65	0,75	0,50	19,50	10,50	0,74
80	3	3,05	1,80	4,60	0,90	0,60	24,50	12,20	0,87
90	3 1/2	3,65	2,15	5,50	1,10	0,70	30	15	1,00
100	4	4,25	2,45	6,40	1,20	0,80	37,50	16,50	1,15
125	5	5,20	3,05	7,60	1,50	1	42,50	21	1,50
150	6	6,10	3,65	9,15	1,80	1,20	50	24,50	2,00

Continúa...

Continuación de la **Tabla 23**

Ø INT		VÁLVULA	VÁLVULA	CALENTADOR	ACUMULA-	INTERCAMB.DE	ABLANDADOR	CONTADORES
mm	"	RET.	RET.	AGUA	DOR Y	CALOR	*	**
		MUELLE	CLAPETA	*	RADIADO-	*		
					RES			
					*			
10	3/8	1,20	0,20		2,50			
15	1/2	1,60	0,30		3,00			
20	3/4	2	0,55	10	3,50		7	
25	1	2,50	0,75	12	4,00	2,1	12	
30	1 1/4	3	1,15	16	4,50	5		
40	1 1/2	3,50	1,50	18	5,00	12,5		
50	2	4,20	1,90	20	5,75	13,2		
60	2 1/2	5	2,65		6,50	14,2		
80	3	6	3,40		7,00	25		
100	4	8	4,85		7,50			

\* Cifras orientativas. Pedir datos fabricante.

### 2.6.1 Cálculo de las pérdidas de carga del circuito “acumulador solar – intercambiador solar”

Los cálculos realizados son los mismos para los demás casos así pues se ha descrito el proceso de cálculo del primer caso y este será válido para el resto de los apartados del punto 2.6 “Cálculo de las pérdidas de carga en los circuitos hidráulicos” perteneciente al “Anexo Cálculos”.

En primer lugar se calcula la longitud virtual del circuito para ello empleo la tabla 24, “Anexo Cálculos”.

Seguidamente resolviendo la ecuación 37, calculo las pérdidas de carga a vencer en el circuito en estudio los datos se representan en la tabla 25, “Anexo Cálculos”.

#### Ec. 37

$$h_f = L_e * F$$

**Tabla 24** – Cálculo de la longitud virtual del circuito “acumulador solar – intercambiador solar”.

<b>CIRCUITO: ACUMULADOR SOLAR - INTERCAMBIADOR SOLAR</b>				
<b>ACCESORIO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>LONGITUD EQUIVALENTE ( m )</b>	<b>Uds.</b>	<b>LONGITUD EQUIVALENTE ( m ) Y LONGITUD DE TUBO ( m )</b>
<b>DIÁMETROS EXTERIOR/INTERIOR 33/30</b>				
CODO 90° - 33	CS 90°-33	1,5	19	28,5
TE PASO ANGULAR (33)	TE 33	1,8	2	3,6
TE PASO RECTO (33-18-33)	TE 33-19-33	0,5	2	1
Válvula antiretorno de clapeta 1"	VAC 1"	1,5	1	1,5
Válvula de bola 1"	VB 1"	0,3	3	0,9
Tubo de cobre 33	Cu 33-L	1	17,96	17,96
intercambiador de placas	InterC	3	1	3
<b>LONGITUD VIRTUAL TOTAL ( m )</b>				<b>56,46</b>

Los datos de longitud equivalente se han obtenido de la tabla 23, “Anexo Cálculos”. Las pérdidas de carga producidas en el intercambiador son de 3 m.c.a. y son las máximas registradas por el fabricante, el cual asegura que las pérdidas de carga siempre serán menores a este valor.

**Tabla 25** – Cálculo de las pérdidas de carga del circuito “ACUMULADOR SOLAR – INTERCAMBIADOR SOLAR”

Datos de Entrada	
Pérdidas de carga en mm.c.a. / 100 m de tubo	40
$L_e$	56,46
Resultado final $h_f$ (m.c.a)	2,26

**Ec. 37**

$$h_f = L_e * F = 56,46(\text{m de tubo}) * 40 \left( \frac{\text{mm. c. a.}}{100 \text{ m de tubo}} \right) * 0,001 \frac{\text{m. c. a.}}{\text{mm. c. a.}} = 2,26 \text{ m. c. a.}$$

## 2.6.2 Cálculo de las pérdidas de carga del circuito “intercambiador solar – campo de captadores”

**Tabla 26** – Cálculo de la longitud virtual del circuito “INTERCAMBIADOR SOLAR – CAMPO DE CAPTADORES”

<b>CIRCUITO: CAMPO C.P.P. - INTERCAMBIADOR SOLAR</b>				
<b>ACCESORIO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>LONGITUD EQUIVALENTE ( m )</b>	<b>Uds.</b>	<b>LONGITUD EQUIVALENTE ( m ) Y LONGITUD DE TUBO ( m )</b>
<b>DIÁMETROS EXTERIOR/INTERIOR 33/30</b>				
CODO 90° - 33	CS 90°-33	1,20	18	21,60
CODO 90° - 22	CS 90°-22	0,75	1	0,75
CODO 45° - 22	CS 45°-22	0,45	2	0,90
Válvula de bola 1 1/4"	VB 1 1/4"	0,25	6	1,50
Válvula de retención 1 1/4"	VR 1 1/4"	3,00	1	3,00
Te paso recto 33 mm	Tr-33	0,40	5	2,00
Te paso angular 33mm	Ta-33	1,80	3	5,40
Te paso angular 22mm	Ta-22	0,25	3	0,75
Intercambiador de placas		3	1	3
$\Delta P$ en una fila tipo de c.p.p.		0,2	1	0,2
Tubo de cobre 33/30	Cu 30-L	1,00	40,047	40,05
Tubo de cobre 28/26	Cu 26-L	1,00	13,322	13,32
Tubo de cobre 22/20	Cu 20-L	1,00	4,819	4,82
<b>LONGITUD EQUIVALENTE TOTAL (m)</b>				<b>72,54</b>

**Tabla 27** – Cálculo de las pérdidas de carga del circuito “INTERCAMBIADOR SOLAR – CAMPO DE CAPTADORES”

Datos de Entrada	
Pérdidas de carga en mm.c.a. / 100 m de tubo	40
$L_e$	72,34
Resultado final $h_f$ (m.c.a)	2,89

### 2.6.3 Cálculo de las pérdidas de carga del circuito “acumulador auxiliar – caldera”

**Tabla 28** – Cálculo de la longitud virtual del circuito “ACUMULADOR AUXILIAR-CALDERA”.

CIRCUITO: ACUMULADOR AUXILIAR - CALDERA				
ACCESORIO	CÓDIGO	LONGITUD EQUIVALENTE ( m )	Uds.	LONGITUD EQUIVALENTE ( m ) Y LONGITUD DE TUBO ( m )
<b>DIÁMETRO NOMINAL 38</b>				
CODO 90° - 19	CS 90°-32	0,75	34	25,5
Te iguales 19 de paso recto	TE 19-1/2-19	0,25	1	0,25
Tubo de cobre 19	Cu 19-L	1	10,22	10,22
<b>TOTAL PÉRDIDA DE CARGA (m.c.a.)</b>				<b>35,97</b>

**Tabla 29** – Cálculo de las pérdidas de carga del circuito “ACUMULADOR AUXILIAR-CALDERA”

Datos de Entrada	
Pérdidas de carga en mm.c.a. / 100 m de tubo	40
$L_c$	35,97
Resultado final $h_f$ (m.c.a)	1,44

Con la pérdida de carga de este circuito (“Acumulador Auxiliar-Caldera”) y el caudal de  $912 \left( \frac{L}{hora} \right)$ , tan solo queda comprobar si la bomba seleccionada por el fabricante para la caldera es la adecuada o no.

## 2.7 Dimensionado de bombas

Conocidas las pérdidas de carga de los tres circuitos y los caudales necesarios circular por los circuitos pasamos a seleccionar las bombas. Para la selección de las bombas nos servimos del catálogo que encontramos en la siguiente dirección de internet “[http: www.grundfos.es](http://www.grundfos.es)”

### 2.7.1 Bomba seleccionada para el circuito “INTERCAMBIADOR SOLAR – CAMPO DE CAPTADORES”

#### Datos para el simulador

##### Seleccione Aplicación

Calefacción

##### Seleccione área aplicación

Viviendas

#### Seleccione la aplicación y sus requisitos

Caudal (Q)	1,95 m <sup>3</sup> /h
Altura (H)	8,89 m
Líquido bombeado	propilenglicol
Concentración	30 %
Temperatura mínima del líquido	5 °C
Temperatura del líquido en trabajo	70 °C
Temperatura máxima del líquido:	95 °C
Horas de funcionamiento de la bomba	6840 h/a
Presión de entrada mínima	1.5 bar

#### Condiciones de funcionamiento

Frecuencia	50 Hz
Motor trifásico o monofásico.	
Límite mínimo de potencia para arranque estrella/triángulo	5,5 kW
Tensión	1 x 230
Temperatura ambiente	20 °C

### **BOMBA SELECCIONADA**

Bomba de la marca “Grundfos” modelo “ALPHA2 32-60 180”. En el “Anexo B” apartado 4.10 podemos observar sus principales características técnicas.

## **2.7.2 Bomba seleccionada para el circuito “ACUMULADOR SOLAR – INTERCAMBIADOR SOLAR”.**

### **Datos para el simulador**

#### **Seleccione Aplicación**

Calefacción

#### **Seleccione área de aplicación**

Edificios comerciales

#### **Seleccione el tipo de instalación**

Agua caliente sanitaria. Producción de agua caliente sanitaria

#### **Sus requisitos**

Caudal (Q)	1,95 m <sup>3</sup> /h
Altura (H)	3,26 m
Temperatura del líquido en trabajo	70 °C
Temperatura máxima del líquido	95 °C
Presión máxima de trabajo	10 bar
Presión de entrada mínima	1,5 bar

#### **Condiciones de funcionamiento**

Frecuencia	50 Hz
Motor trifásico o monofásico.	

Límite mínimo de potencia para arranque estrella/triangulo	5.5 kW
Tensión	1 x 230
Temperatura ambiente	20 °C

### **BOMBA SELECCIONADA**

**Bomba de la marca “Grundfos” modelo “TP 32-40/4 A-F-A BUBE”. En el “Anexo B” apartado 4.11 podemos observar sus principales características técnicas.**

## 2.8 Cálculo de las propiedades del fluido caloportador

El fluido caloportador seleccionado en base a su toxicidad, facilidad de manejo y a su temperatura de congelación, que se establece por la ecuación 2, es una mezcla de propilenglicol al 20% en volumen y el resto agua.

### Ec. 2

$$T_{fc\ min} = T_{H\ min} - 5 = -2(^{\circ}\text{C}) - 5(^{\circ}\text{C}) = -7(^{\circ}\text{C})$$

**Tabla 30** – Altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica registradas en las capitales de provincia. Fuente CENSOLAR Tomo II perteneciente al Curso Programado de Instalaciones de Energía Solar capítulo 2.1.4. Tabla 7 Pág. 43.

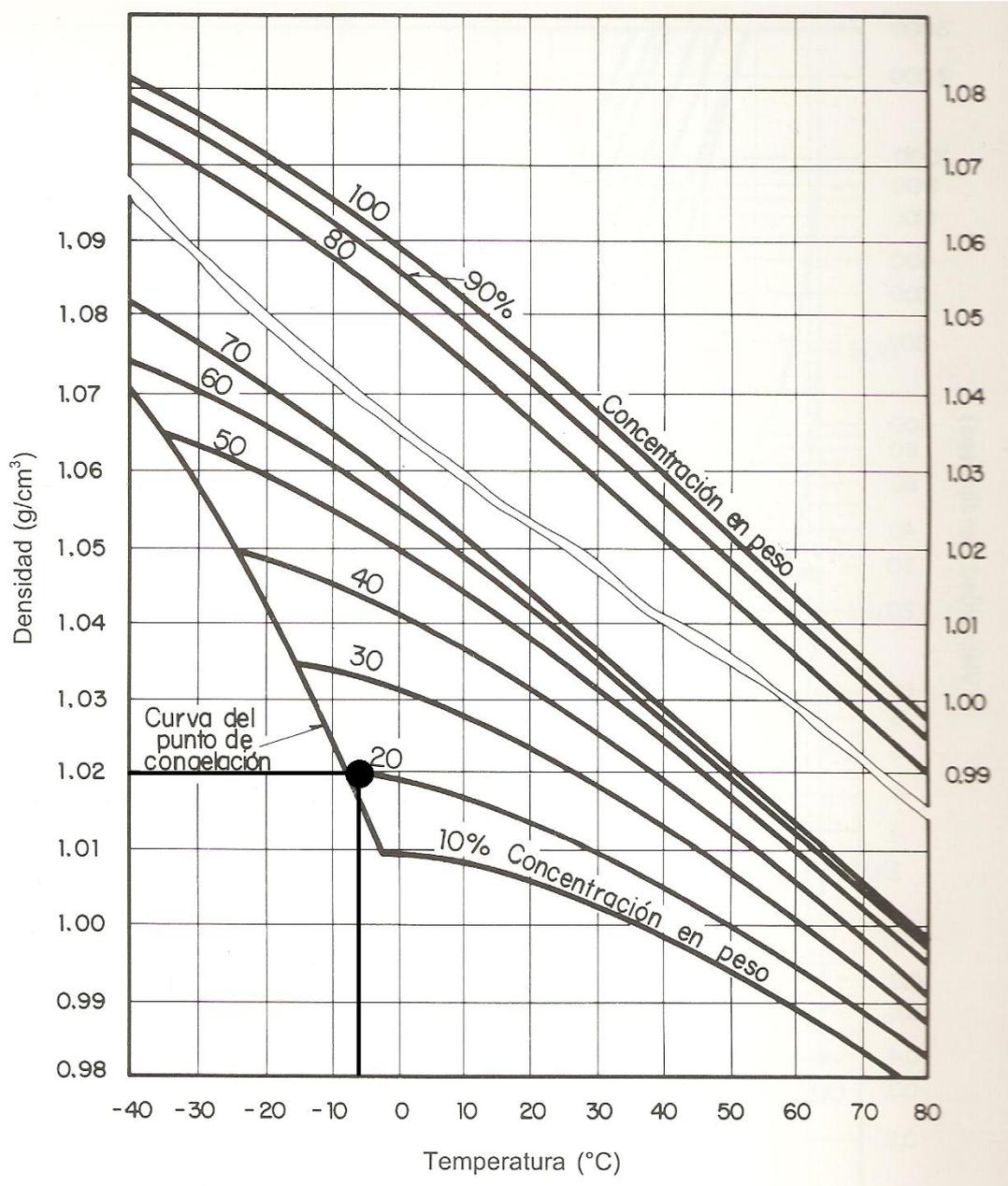
PROVINCIA	ALTITUD (m) (de la capital)	LATITUD (°) (de la capital)	LONGITUD (°) (de la capital)	TEMP. MÍNIMA HISTÓRICA (°C)
1 ÁLAVA	542	42.9	2.7 W	-18
2 ALBACETE	686	39.0	1.8 W	-23
3 ALICANTE	7	38.4	0.5 W	-5
4 ALMERÍA	65	36.9	2.4 W	-1
5 ASTURIAS	232	43.4	5.8 W	-11
6 ÁVILA	1126	40.7	4.9 W	-21
7 BADAJOZ	186	38.9	7.0 W	-6
8 BALEARES	28	39.6	2.6 E	-4
9 BARCELONA	95	41.4	2.2 E	-7
10 BURGOS	929	42.3	3.7 W	-18
11 CÁCERES	459	39.5	6.4 W	-6
12 CÁDIZ	28	36.5	6.3 W	-2
13 CANTABRIA	69	43.5	3.8 W	-4
14 CASTELLÓN	27	40.0	0	-8
15 CEUTA	206	35.9	5.3 W	-1
16 CIUDAD REAL	628	39.0	3.9 W	-10
17 CÓRDOBA	128	37.9	4.8 W	-6
18 LA CORUÑA	54	43.4	8.4 W	-9
19 CUENCA	949	40.1	2.1 W	-21
20 GERONA	95	42.0	2.7 E	-11
21 GRANADA	775	37.2	3.7 W	-13
22 GUADALAJARA	685	40.6	3.2 W	-14
23 GUIPÚZCOA	181	43.3	2.0 W	-12
24 HUELVA	4	37.3	6.9 W	-6
25 HUESCA	488	42.1	0.4 W	-14
26 JAÉN	586	37.8	3.8 W	-8
27 LEÓN	908	42.6	5.6 W	-18
28 LÉRIDA	323	41.7	1.2 E	-11
29 LUGO	465	43.0	7.6 W	-8
30 MADRID	667	40.4	3.7 W	-16
31 MÁLAGA	40	36.7	4.4 W	-4
32 MELILLA	47	35.3	3.0 W	-1
33 MURCIA	42	38.0	1.1 W	-5
34 NAVARRA	449	42.8	1.6 W	-16
35 ORENSE	139	42.3	7.8 W	-8
36 PALENCIA	734	42.0	4.5 W	-14
37 LAS PALMAS	6	28.2	15.4 W	+6
38 PONTEVEDRA	19	42.4	8.6 W	-4
39 LA RIOJA	380	42.5	2.4 W	-12
40 SALAMANCA	803	41.0	5.6 W	-16
41 STA. CRUZ DE TENERIFE	37	28.5	16.2 W	+3
42 SEGOVIA	1002	41.0	4.1 W	-17
43 SEVILLA	30	37.4	6.0 W	-6
44 SORIA	1063	41.8	2.5 W	-16
45 TARRAGONA	60	41.1	1.2 E	-7
46 TERRUÉL	915	40.4	1.1 W	-14
47 TOLEDO	540	39.9	4.0 W	-9
48 VALENCIA	10	39.5	0.4 W	-8
49 VALLADOLID	694	41.7	4.7 W	-16
50 VIZCAYA	32	43.3	3.0 W	-8
51 ZAMORA	649	41.5	5.7 W	-14
52 ZARAGOZA	200	41.7	0.9 W	-11

En cuanto a la toxicidad y facilidad de manejo se deduce de las Fichas Internacionales de Seguridad Química de los productos estudiados como posibles candidatos. Las Fichas Internacionales de Seguridad Química tanto del propilenglicol como del etilenglicol las podemos localizar en el “Anexo B” apartado 4.14 y 4.15.

### 2.8.1 Densidad del fluido caloportador

Para el cálculo de la densidad de una disolución de propilenglicol en función de la temperatura se hará uso del ábaco representado en la figura 29, que se encuentra representada a continuación en este mismo documento.

**Figura 29** – Densidad de una disolución de propilenglicol en función de la temperatura. Fuente CENSOLAR Tomo III perteneciente al Curso Programado de Instalaciones de Energía Solar capítulo 3.2.2, figura 7, Pág. 9.

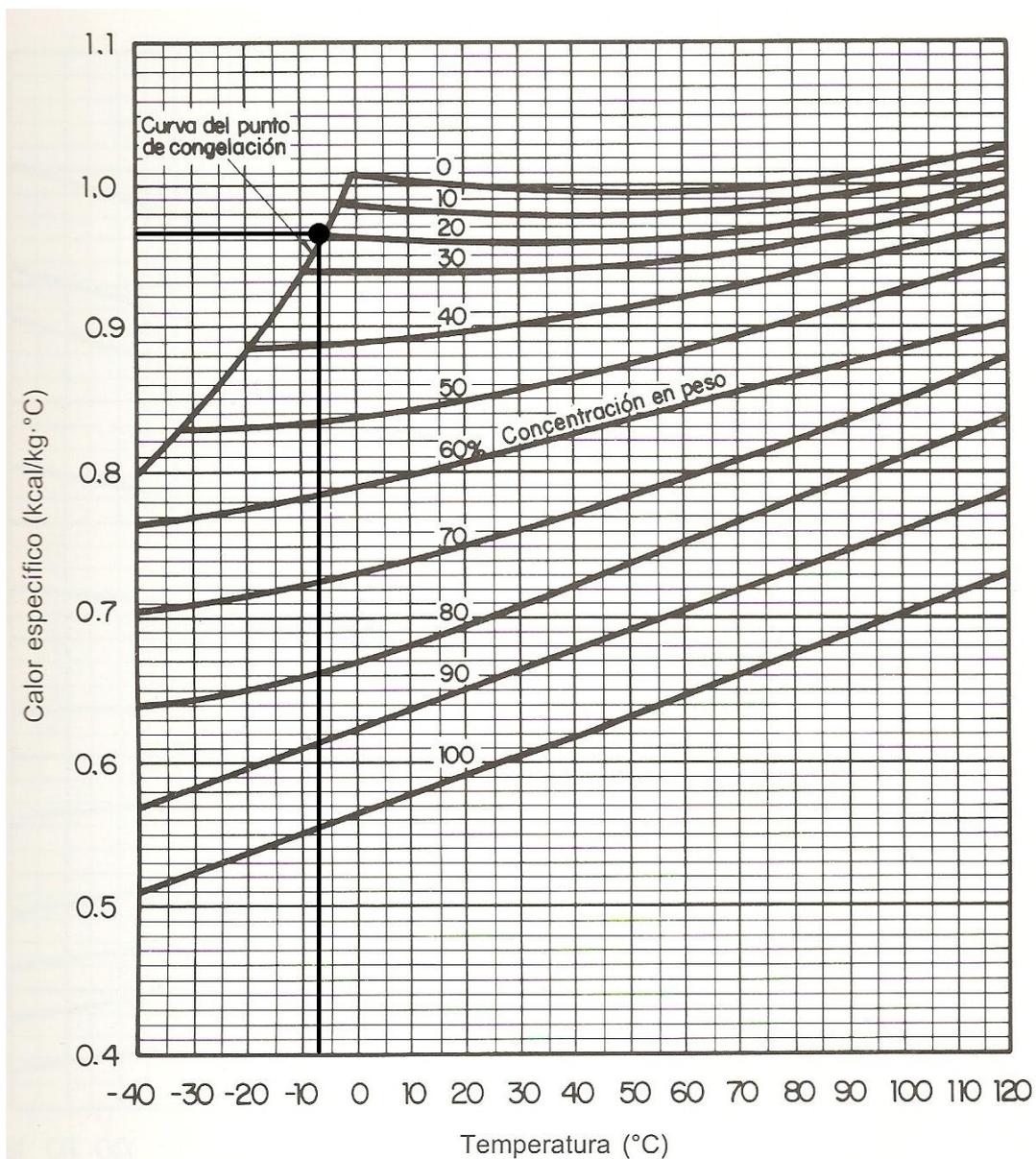


**Densidad = 1.02 g/cm³.**

## 2.8.2 Calor Específico del fluido caloportador.

Para el cálculo del calor específico de una disolución de propilenglicol en función de la temperatura se hará uso del ábaco representado en la figura 30, que se encuentra representada a continuación en este mismo documento.

**Figura 30** – Calor específico de una disolución de propilenglicol en función de la temperatura. Fuente CENSOLAR Tomo III perteneciente al Curso Programado de Instalaciones de Energía Solar capítulo 3.2.2, figura 8, Pág. 10.

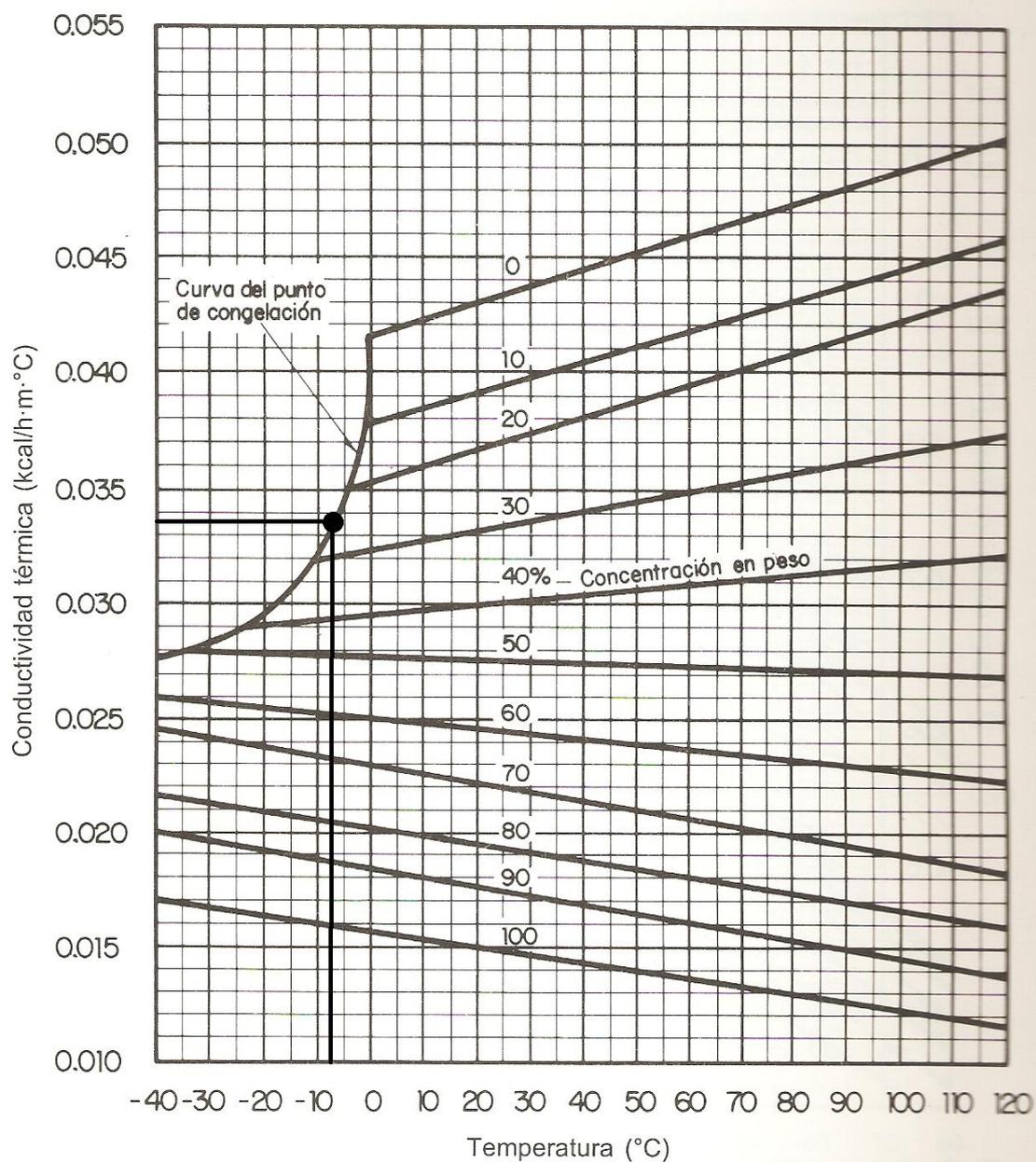


**Calor específico = 0,965 Kcal/Kg\*°C.**

### 2.8.3 Conductividad térmica del fluido caloportador.

Para el cálculo de la conductividad térmica de una disolución de propilenglicol en función de la temperatura se hará uso del ábaco representado en la figura 31, que se encuentra representada a continuación en este mismo documento.

**Figura 31** – Conductividad térmica de una disolución de propilenglicol en función de la temperatura. Fuente CENSOLAR Tomo III perteneciente al Curso Programado de Instalaciones de Energía Solar capítulo 3.2.2, figura 9, Pág. 11.

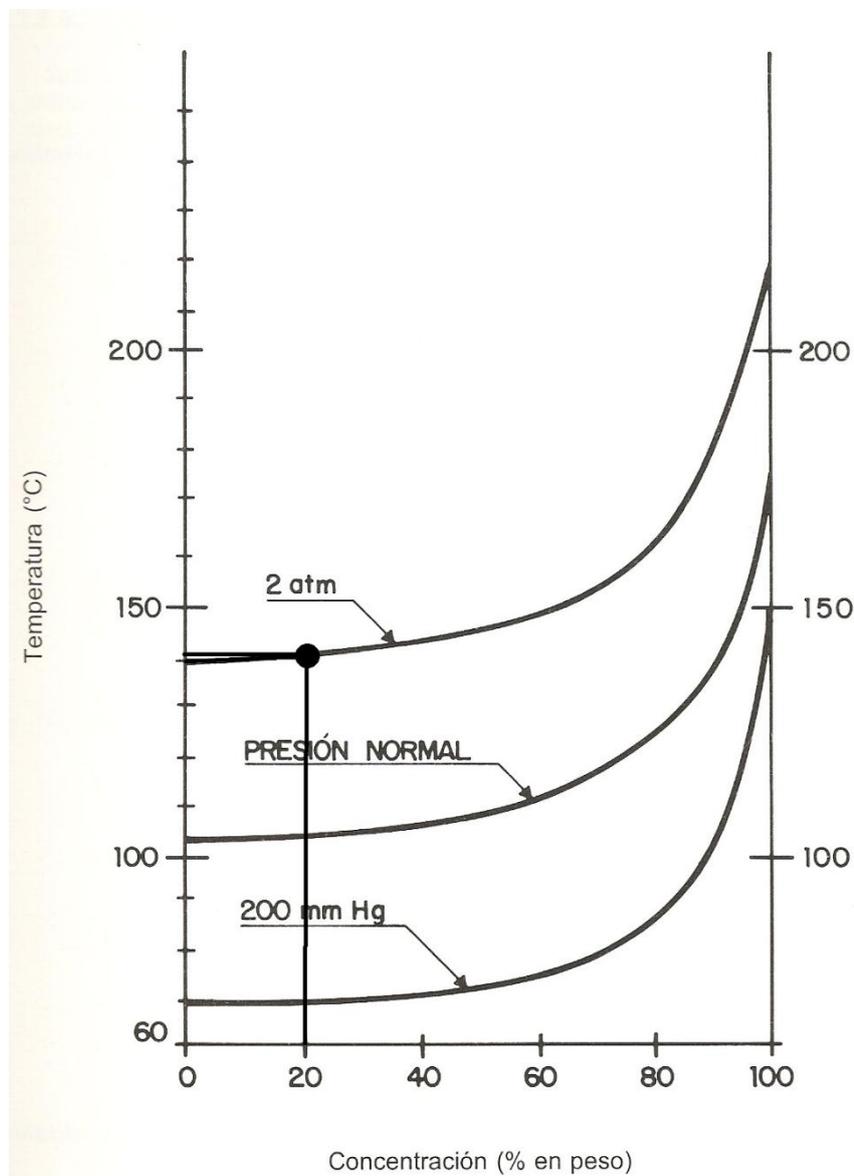


**Conductividad térmica = 0,0335 Kcal/h·m·°C.**

## 2.8.4 Punto de ebullición de la disolución de etilenglicol

En la figura 32 podemos observar el punto de ebullición de una disolución de propilenglicol, en función de la concentración y de la presión a la que está sometida.

**Figura 32** – Punto de ebullición de una disolución de propilenglicol, en función de la concentración y de la presión a la que está sometida. Fuente CENSOLAR Tomo III perteneciente al Curso Programado de Instalaciones de Energía Solar capítulo 3.2.2, figura 10, Pág. 12.



**Temperatura de ebullición de la mezcla a 2 atmósferas: 141°C**

## 2.9 Cálculo del espesor mínimo del aislamiento

Los cálculos del espesor mínimo del aislamiento térmico se realizarán teniendo en cuenta que la temperatura máxima del fluido está comprendida en el rango de 60 a 100 °C y considerando los valores de la tabla 31 y la tabla 32 pertenecientes ambas al “Anexo Cálculos”.

**Tabla 31** – Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios (Esta tabla es una copia de la Tabla 1.2.4.2.1 aprobada por el R.D. 1027/2007, de 20 de julio).

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

**Tabla 32** – Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios (Esta tabla es una copia de la Tabla 1.2.4.2.2 aprobada por el R.D. 1027/2007, de 20 de julio).

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	35	35	40
35 < D ≤ 60	40	40	50
60 < D ≤ 90	40	40	50
90 < D ≤ 140	40	50	60
140 < D	45	50	60

En las tablas 33 y 34 se representarán los cálculos realizados para conocer el

espesor del aislante térmico necesario, siguiendo lo especificado en la Instrucción Técnica 1.2.4.2.1.2. Instrucción que es aprobada por el R.D. 1027/2007, de 20 de julio.

Tabla 33 – cálculos realizados para conocer el espesor del aislante térmico necesario

TRAMO	Diámetro exterior (mm)	Espesor del aislante según Nuevo RITE (mm)	Espesor teórico mínimo del aislante según Nuevo RITE (mm)	Espesor real del aislante según Nuevo RITE (mm)
T01T02	85	¿?	¿?	¿?
T02T05	35	¿?	¿?	¿?
T05T06	35	30	25	25
T06T07	35	30	25	25
T07T08	35	30	25	25
T08T09	35	30	25	25
T09T10	35	40	34	32
T10T17	28	40	33	32
T17T25	22	40	33	32
T10T11	22	40	33	32
T12T13	22	40	33	32
T13T15	22	40	33	32
T13T14	18	40	32	32
T43T16	22	40	33	32
T16T32	22	40	33	32
T17T18	22	40	33	32
T19T20	22	40	33	32
T20T22	22	40	33	32
T20T21	18	40	32	32
T23T24	22	40	33	32
T24T32	22	40	33	32
T26T27	22	40	33	32
T27T28	18	40	32	32
T27T29	22	40	33	32
T30T31	22	40	33	32
T31T33	22	40	33	32
T32T33	28	40	33	32
T33T34	35	40	34	32
T34T35	35	30	25	25
T36T06	35	30	25	25

Tabla 34 – cálculos realizados para conocer el espesor del aislante térmico necesario

TRAMO	Diámetro exterior (mm)	Espesor del aislante según Nuevo RITE (mm)	Espesor teórico mínimo del aislante según Nuevo RITE (mm)	Espesor real del aislante según Nuevo RITE (mm)
T37T38	35	30	25	25
T39T40	35	30	25	25
T41T42	35	30	25	25
T02T03	85	¿?	¿?	¿?
T03T37	64	35	30	32
T37T31	64	35	30	32
T03T04	85	¿?	¿?	¿?
T04T29	64	35	30	32
T29T30	64	35	30	32
T04T48	64	¿?	¿?	¿?
T44T45	64	35	30	32
T45T46	64	35	30	32
T46T48	64	35	30	32
T47T46	64	35	30	32
T49T50	64	35	30	33

Para calcular la columna “Espesor teórico mínimo del aislante según RITE 2007 (mm)” a partir de la columna “Espesor del aislante según RITE 2007 (mm)” se hace uso de la ecuación 38 que expreso a continuación y que aparece en la “IT 1.2.4.2.1.2 Procedimiento simplificado” del “RITE 2007”:

**Ec. 38**

$$d = \frac{D}{2} * \left[ e^{\left( \frac{\lambda}{\lambda_{ref}} * \ln \left( \frac{D+2+d_{ref}}{D} \right) \right)} - 1 \right]$$

Teniendo en cuenta que la conductividad térmica del material empleado es de  $0,036 \left( \frac{W}{m \cdot K} \right)$  a  $10(^{\circ}C)$ .

Los resultados de la columna “Espesor teórico mínimo del aislante según RITE 2007 (mm)” son usados como valor de referencia para escoger entre los valores comerciales y así obtener la columna “Espesor real del aislante (mm)”. El criterio seguido en la selección del espesor real del aislante ha sido que el espesor del aislante seleccionado debe ser igual o mayor que el espesor del aislante calculado en base al R.D. 1027/2007, de 20 de julio.

## 2.10 Dimensionado del vaso de expansión

Este método de dimensionado se basa en el método de SALVADOR ESCODA y está corroborado por su simulador.

**Tabla 35** – Cálculo del volumen de fluido caloportador en los c.p.p. seleccionados.

### Contenido de fluido calo-portador en los c.p.p.

Marca / modelo	Contenido	Número
SOLECO / 2,3 CuS	1,6 Litros *	30 Uds. = 47 Litros

**Tabla 36** – Cálculo del volumen de fluido caloportador en las conducciones.

### Contenido de fluido calo-portador en las tuberías

Tubo de cobre (diámetro interior)	Contenido	Longitud	Contenido
19,939	0,312 Litros/metro *	20,4 metros = 6	Litros
26,035	0,532 Litros/metro *	3 metros = 1	Litros
32,131	0,811 Litros/metro *	76,0 metros = 62	Litros
38,227	1,148 Litros/metro *	0 metros = 0	Litros
50,419	1,997 Litros/metro *	0 metros = 0	Litros
62,611	3,079 Litros/metro *	0 metros = 0	Litros
74,803	4,395 Litros/metro *	0 metros = 0	Litros
99,187	7,727 Litros/metro *	0 metros = 0	Litros
<b>SUBTOTAL</b>			<b>69 Litros</b>

**Tabla 37** – Cálculo del volumen de fluido caloportador en el intercambiador seleccionado.

### Contenido de fluido calo-portador en el intercambiador

Marca / modelo	Contenido	Número	Contenido
DISOL / DISOL ID 4050	4 Litros *	1 Uds. = 4	Litros

**Tabla 38** – Cálculo del volumen de fluido caloportador en los c.p.p., en las tuberías y en el intercambiador de calor.

<u>Suma intermedia</u>			
colectores	Tubería	Intercambiadores	Suma intermedia
47 Litros	+ 69 Litros	+ 4 Litros	= 120 Litros

**Tabla 39** – Cálculo del volumen de fluido caloportador en reserva.

<u>Reserva del fluido calo-portador 5%</u>					
Suma intermedia	Factor				
120	Litros	*	0,05	=	6 Litros
<u>Volumen de dilatación del fluido caloportador</u>					

Para realizar este cálculo se supondrá que se va a emplear agua como fluido caloportador.

Lo primero que se debe conocer para la ejecución del cálculo que nos ocupa es  $\Delta T_{m\acute{a}x}$ .  $\Delta T_{m\acute{a}x}$  se calcula a través del sistema de ecuaciones formado por las ecuaciones: 39 y 40.

**Ec. 39**

$$0 = 0,761 - 4,73 * \frac{(T_{est.} - T_{amb})}{I_1}$$

$$T_{est.} = \frac{0,761 * I_1}{4,73} + T_{amb} = \frac{0,761 * 1000 \left( \frac{W}{m^2 \text{ de c. p. p.}} \right)}{4,73 \left( \frac{m^2 \text{ de c. p. p.}}{W * ^\circ C} \right)} + 27(^{\circ}C) =$$

$$= 188(^{\circ}C)$$

**Ec. 40**

$$\Delta T_{m\acute{a}x} = T_{est.} - T_{red} = 188(^{\circ}C) - 15(^{\circ}C) = 173(^{\circ}C)$$

El volumen que debe absorber el vaso de expansión como mínimo es el calculado a través del sistema de ecuaciones formado por las ecuaciones: 41 y 42.

**Ec. 41**

$$\ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) = A_1 * (T_2 - T_1) - Z * (P_2 - P_1) = A_1 * \Delta T_{m\acute{a}x} - Z * (P_2 - P_1)$$

$$\ln \left( \frac{V_2}{120(L)} \right) = 2,1 * 10^{-4} (^{\circ}C)^{-1} * 173(^{\circ}C) -$$

$$-4,9 * 10^{-10} (Pa)^{-1} * \left( 6 * 10^5 (Pa) - 2 * 10^5 (Pa) \right)$$

$$V_2 = 124(L)$$

**Ec. 42**

$$\Delta V_{12} = V_2 - V_1 = 124(L) - 120(L) = 4(L)$$

**Tabla 40** – Cálculo del volumen de fluido caloportador que es susceptible a evaporarse.

**Volumen de evaporación**

Contenido total en c.p.p.	Factor		Evaporación
47	Litros	+	1
			=
			47 Litros

**Tabla 41** – Cálculo del volumen total de fluido caloportador.

**Suma de volúmenes**

Dilatación		Evaporación		Reserva		Volumen total
4,0	Litros	+	47	Litros	+	6
						Litros
						=
						57
						Litros

**Tabla 42** – Cálculo del volumen del vaso de expansión.

**Tamaño del vaso de expansión**

Volumen total		Factor			
57,0	Litros	:	0,33	=	18,81
					Litros

Por criterios económicos escojo un vaso de expansión de 25 Litros. El vaso de expansión tendrá una presión previa de 3 bar en la cámara de aire y antes del vaso de expansión se colocará una válvula de seguridad tarada con una presión de disparo de 6 bar.

## 2.11 Dimensionado de las válvulas de seguridad.

El dimensionado se realizará siguiendo la NTP 342-94, características técnicas de las válvulas de seguridad, y la NTP 346-94, capacidad de alivio y dimensionado de las válvulas de seguridad.

Datos conocidos para afrontar el dimensionado:

- Se colocará una válvula de seguridad por fila de captadores.
- Se colocará una válvula de seguridad en el acumulador solar.
- Volumen a desalojar del circuito hidráulico, calculado en el apartado anterior 2.10 presente en el “Anexo Cálculos”, el cual resultó ser 6 L.
- El tiempo en el que se produce  $\Delta T_{m\acute{a}x} = 173(^{\circ}\text{C})$ .  $\Delta T_{m\acute{a}x}$  fue calculado a través del sistema de ecuaciones formado por las ecuaciones: 38 y 39. El tiempo se calcula con la resolución del sistema de ecuaciones formado por las ecuaciones: 43, 44, 45, y 46. El tiempo resulta ser de 26 min.

Ec. 43

$$Q_m = \frac{V_{c.p.p.} * \rho_{caloportador}}{t_2} = \frac{47(L) * 1,02 \left(\frac{Kg}{L}\right)}{t_2} = \frac{47,94(Kg)}{t_2}$$

Ec. 44

$$q' = \left(\frac{AS}{m^2 \text{ de c. p. p.}}\right) * n_{real\ cpp} * S_{captadora} * \frac{1(d\acute{a}a)}{9,5(h)} * \frac{1(h)}{3600(s)} * \frac{10^6(J)}{1(MJ)} =$$

$$= 13,97 \left(\frac{MJ}{d\acute{a}a * m^2 \text{ de c. p. p.}}\right) * 30(\text{colectores}) *$$

$$* 2,17 \left(\frac{m^2 \text{ de c. p. p.}}{\text{colector}}\right) * \frac{1(d\acute{a}a)}{9,5(h)} * \frac{1(h)}{3600(s)} * \frac{10^6(J)}{1(MJ)} = 26592 \left(\frac{J}{s}\right)$$

Ec. 45

$$Cp_{C_7H_{16}O_2-H_2O} = 0,965 \left(\frac{Kcal}{Kg * ^{\circ}C}\right) * \frac{4184(J)}{1(Kcal)} = 4037 \left(\frac{J}{Kg * ^{\circ}C}\right)$$

**Ec. 46**

$$q' = Q_m * C_{p_{C_7H_{16}O_2-H_2O}} * \Delta T_{m\acute{a}x}$$

$$\left( \frac{AS}{m^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * n_{real \text{ cpp}} * S_{captadora} * \frac{1(d\acute{a}a)}{9,5(h)} * \frac{1(h)}{3600(s)} * \frac{10^6(J)}{1(MJ)} =$$

$$= \frac{V_{c.p.p.} * \rho_{caloportador}}{t_2} * C_{p_{C_7H_{16}O_2-H_2O}} * \Delta T_{m\acute{a}x}$$

$$t_2 = \frac{47,94(Kg) * 4037 \left( \frac{J}{Kg * ^\circ C} \right) * 173(^{\circ}C)}{26592 \left( \frac{J}{s} \right)} * \frac{1(min)}{60(s)} =$$

$$= 1259(s) * \frac{1(min)}{60(s)} = 21(min)$$

- el caudal con el que se ha de evacuar el fluido caloportador a través de las válvulas de seguridad sera el establecido por la ecuación 47.

**Ec. 47**

$$Q_v = \frac{V_3}{t_2} = \frac{4(L)}{21(min)} = 0,19 \left( \frac{L}{min} \right)$$

En nuestro caso tras realizar los cálculos descritos determinamos que el caudal con el que se ha de evacuar el fluido caloportador a través de las válvulas de seguridad es de 0,190 (L / min).

**2.11.1 Dimensionado de la válvula de seguridad para líquidos según norma NTP 346-94.**

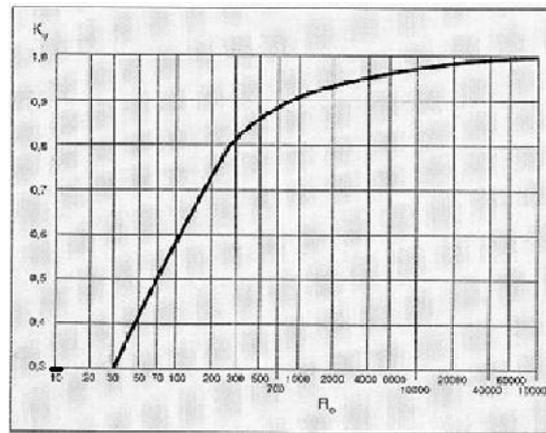
El % contrapresión calculado en la ecuación 48 es del 15,2%.

**Ec. 48**

$$\% \text{ Contrapresión} = \frac{P_3 * 100}{P_c} = \frac{1(\text{bar}) * 100}{6,6(\text{bar})} = 15,2\%$$

Con la figura 33 del “Anexo Cálculos” obtenemos un valor para  $K_v$  de 0,3.

**Figura 33** – Coeficiente de corrección de viscosidad. Fuente NTP 546-94 figura 3.



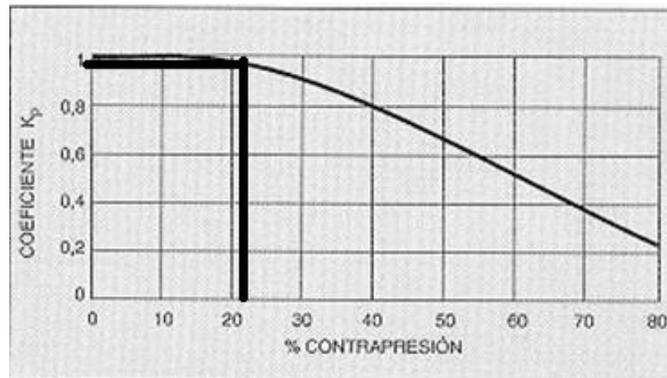
**Ec. 49**

$$\text{Re} = 0,35367 * \frac{Q_v}{D_i * \mu * P} = 0,35367 * \frac{0,0114 \left(\frac{m^3}{h}\right)}{1,8(\text{cm}) * 1(\text{cP}) * 6(\text{bar})} = 3$$

$\text{Re} < 30 \rightarrow$  según figura 34  $\rightarrow K_v = 0,3$

Con la figura 34 del “Anexo Cálculos” obtenemos un valor para  $K_p$  de 0,96.

**Figura 34 – Coeficiente de contrapresión. Fuente NTP 546-94 figura 5.**



**Ec. 50**

$$d_{r0} = \frac{\rho_{\text{caloportador}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{0,998 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{L}}\right)}{0,967 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{L}}\right)} = 1,032$$

**Ec. 51**

$$A_2 = \frac{1}{3,642} * \frac{Q_v \sqrt{d_{r0}}}{k_v k_p \sqrt{P_3 - P_c}} = \frac{1 \left(\text{bar}^{\frac{1}{2}} * h * \text{cm}^2\right)}{3,642 \left(\text{m}^3\right)} *$$

$$* \frac{0,0114 \left(\frac{\text{m}^3}{h}\right) * \sqrt{1,032}}{0,3 * 0,96 \sqrt{6,6 \left(\text{bar}\right) - 1 \left(\text{bar}\right)}} = 2,2 * 10^{-3} \text{cm}^2$$

Tras realizar los cálculos de las ecuaciones 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50 y 51 se decide colocar una válvula de seguridad de conexión roscada de ¾”, tarada a 6 bar de presión absoluta y un paso de  $2,2 * 10^{-3} \text{cm}^2$  como mínimo, en la boca inferior del captador en el extremo opuesto al de la entrada de agua a baja temperatura en la primera batería de cada una de las filas ubicadas en el campo de captación. La situación de estas válvulas de seguridad las podemos observar en el plano 12 del presente proyecto. También se colocará una válvula de seguridad de estas mismas características antes del vaso de expansión. Observar el plano 8 del presente proyecto.

Una válvula de seguridad en el acumulador de energía auxiliar y otra en el acumulador de energía solar. Estas válvulas de seguridad serán de conexión roscada de 1”, tarada a 10 bar de presión absoluta y un paso de  $4,2 * 10^{-3} \text{cm}^2$  como mínimo.

La situación de estas válvulas de seguridad las podemos observar en el plano 8 del presente proyecto.

No se habla del dimensionado de la válvula de seguridad de la caldera puesto que ésta es dimensionada por el fabricante y será el fabricante quien responda de su correcto dimensionado.

## 2.12 Cálculo del calentador acumulador centralizado

### 2.12.1 Cálculo del volumen de acumulación del sistema de energía auxiliar

Ec. 52

$$V_{aux} = V_{\text{acumulación real}} = 4000L$$

Para determinar este volumen nos basamos en los mismos criterios que en la selección del volumen de acumulación solar. Al ser los cálculos idénticos no los repetiremos.

No obstante si se quieren revisar estos cálculos se encuentran en el apartado 2.4 “Dimensionado del volumen a almacenar en el acumulador” que se encuentra inserto en el “Anexo Cálculos”.

El razonamiento seguido para seleccionar este volumen de acumulación de entre los distintos cálculos de volúmenes de acumulación lo podemos encontrar en el apartado 1.8 “Subsistema de acumulación” que localizamos en el Documento “Memoria”.

### 2.12.2 Cálculo de la potencia del sistema de energía auxiliar

La potencia del equipo de energía solar se determinará a través de la ecuación 53.

Ec. 53

$$\begin{aligned} P_{\text{inst sola}} &= K_5 * n_{\text{real cpp}} * S_{\text{captadora}} = \\ &= 0,7 \left( \frac{\text{KW}}{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}} \right) * 30(\text{colectores}) * 2,17 \left( \frac{\text{m}^2 \text{ de c. p. p.}}{\text{colectores}} \right) = \\ &= 45,6\text{KW} \end{aligned}$$

$$\text{Si } V_{aux} = V_{\text{acumulación real}} = 4000L \rightarrow P_{\text{inst sola}} \approx P_{\text{caldera}}$$

La potencia de la instalación de energía auxiliar se calcula para que en las condiciones más desfavorables en unas 9 horas se eleve la temperatura del acumulador solar desde una temperatura igual a 12,3 °C, según la de la tabla 12 “Temperatura media del agua de la red general” del “Anexo Cálculos”, a una temperatura de 70 °C lo que implica un  $\Delta T \approx 58$  °C.

Debido al uso del edificio, centro penitenciario, estamos seguros de un desfase horario entre los consumos de un tiempo mínimo de 12 horas. El salto térmico que se produce en estas 12 h debe ser de  $\Delta T \approx 58$  °C.

De esta manera en el caso en que se produzca una aportación solar nula el sistema de energía auxiliar debe ser capaz de soportar la carga térmica del edificio.

Además debemos de tener en cuenta el “RD 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis” (en adelante RD 865/2003, del 04 de julio), concretamente atendiendo lo que se indica en el art.7.1.i).

Teniendo en cuenta todo esto la caldera se dimensionará para que en un tiempo aproximado de 8 a 12 horas se alcance un salto térmico de  $\Delta T \approx 58$  °C en un volumen igual al del sistema de energía solar, es decir, 4000 L.

Con ello nos aseguramos una temperatura en el acumulador auxiliar en el caso más desfavorable de 70°C. Además suponiendo que nos encontramos en el caso más desfavorable de pérdidas térmicas en el circuito de distribución aceptado por el “R.D. 1027/2007, de 20 de julio”, la temperatura en el último punto de consumo durante el tratamiento térmico anti-*legionella* será igual o superior a 67°C con lo que se cumple ampliamente los establecido por el “RD 865/2003, del 04 de julio”.

La caldera seleccionada debe ser capaz de producir un caudal de 1000 a 667 (L/h) produciendo en ellos un salto térmico de  $\Delta T \approx 30$  °C. Cosa que se corrobora con la ecuación 54 cuyo resultado indica que el caudal de agua caliente que la caldera del sistema de energía auxiliar producirá es de 889 L/hora.

#### Ec. 54

$$Q_{Aux} = \frac{(2 * V_{aux})}{t_3} = \frac{2 * 4000(L)}{9(h)} = 889 \left( \frac{L}{h} \right)$$

El combustible seleccionado será propano por la facilidad de suministro y su precio.

Según estos datos se selecciona la caldera del modelo “DOMIproject F 32 G.L.P.”, de la marca “FERROLI”. Las características técnicas de la caldera escogida se pueden localizar en el “Anexo B.”, en el apartado 4.4.

La caldera escogida es capaz de producir un caudal de agua con un salto térmico igual a  $\Delta T \approx 30$  °C de 912 L / h y posee una potencia nominal útil máxima de 32 KW. Se necesitan, según la ecuación 55,  $t_4 = 8,8(h)$  para producir un  $\Delta T \approx 60$  °C en el agua del acumulador de 4000 L.

#### Ec. 55

$$t_4 = \frac{\Delta T_2 * V_{Aux}}{\Delta T_1 * Q_{Aux}} = \frac{60(^{\circ}C) * 4000(L)}{30(^{\circ}C) * 912 \left(\frac{L}{h}\right)} = 8,8(h)$$

Con lo cual cumple todas las restricciones impuestas por el perfil de cargas del edificio.

Además suponiendo que nos encontramos en el caso más desfavorable de pérdidas térmicas en el circuito de distribución aceptado por el “R.D. 1027/2007, de 20 de julio”, podemos asegurar que se cumple lo establecido en el “RD 865/2003, 4 de julio” que requería en el último punto de consumo una temperatura igual o superior a 50°C.

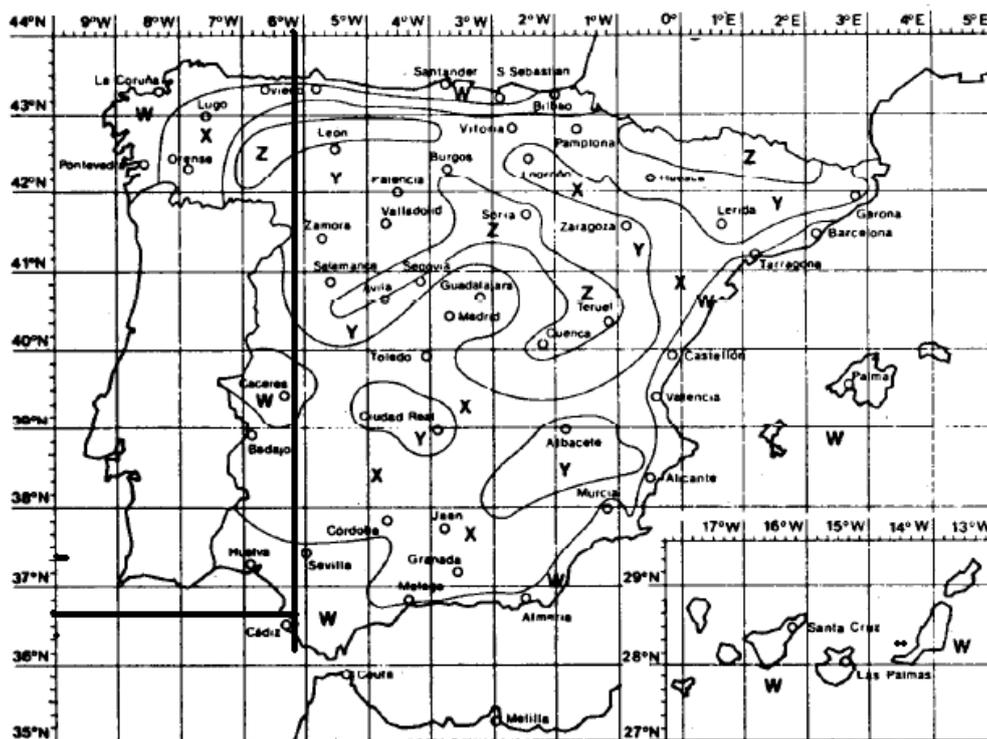
### 2.12.3 Cálculo de la instalación de almacenamiento de propano

Para realizar este cálculo nos basaremos en la NTE-IDG 1973.

Reúno, a continuación, cierta información que será útil para nuestro dimensionamiento.

- ❖ Plano altimétrico del lugar de ubicación de la zona de depósitos. Documento “Planos”, plano número 15
- ❖ Localización de las instalaciones prevista de fontanería, salubridad, gas y electricidad. Visualizar documento “Planos”, planos número 4, 11, 14 y 15.
- ❖ La superficie construida es de 2863.5 m<sup>2</sup>.
- ❖ Se considera para el cálculo la instalación de un equipo de A.C.S. de una potencia de 32KW. Luego cuando se requiera la información sobre el equipo instalado se considerarán las siglas KA.
- ❖ El edificio se ubica en la zona climatológica W según la figura 35.

**Figura 35 – Zonas climáticas.** Procedente de la NTE-IDG 1973.



Para establecer el nº de botellas y las dimensiones de la caseta donde se ubicarán las botellas de propano se usará la tabla 43 que observamos a continuación:

**Tabla 43** – Tabla para el establecimiento del nº de botellas y las dimensiones de la caseta donde se ubicarán las botellas de propano. Se obtiene a partir de la tabla 1 que encontramos en la NTE-IDG 1973.

Tipo de edificación → Zona climática → Equipo instalado → Superficie construida  
 ↓  
 Número de botellas G  
 ↓  
 Sistema de colocación → Longitud de la caseta A

Tipo de edificación	Zona climática	Equipo instalado	Superficie construida en m <sup>2</sup>										
			2.000	4.000	6.000	8.000	10.000	12.000	16.000	20.000	24.000	28.000	
Cualquiera	KA	KAC	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000	12.000	16.000	20.000	24.000	28.000	
			110	190	190	270	270	350	430	↓	↓	↓	
			110	190	190	270	270	350	430	↓	↓	↓	
			110	190	190	270	270	350	430	↓	↓	↓	
Bloque abierto	KAC	W	126	253	379	506	632	759	1.012	1.265	1.518	1.772	
		X	114	229	344	459	574	689	919	1.149	1.379	1.609	
		Y	102	204	306	403	500	612	816	1.020	1.224	1.428	
		Z	93	183	275	366	458	550	733	917	1.100	1.284	
Manzana cerrada	KAC	W	158	348	500	655	810	960	1.272	1.581	1.890	2.200	
		X	140	281	422	563	704	845	1.126	1.408	1.690	1.971	
		Y	121	243	365	487	609	731	975	1.219	1.463	1.707	
		Z	107	215	322	430	537	645	860	1.075	1.290	1.505	
Número de botellas G			2	4	6	8	10	12	16	20	24	28	
Sistema de colocación													
Sistema de colocación			A	110	190	190	270	270	350	430	↓	↓	↓
Sistema de colocación			A	^	110	190	190	270	270	350	430	↓	↓
Sistema de colocación			A	^	^	^	^	190	190	270	↓	↓	↓
Sistema de colocación			A	^	^	^	^	^	^	^	270	350	430

↙ ↘ Pasar al siguiente sistema de colocación.

1.El volumen de almacenamiento es de:

**Ec. 56**

$$V_{al} = N_b * C_b = 10 \text{ (botella)} * 83 \left( \frac{\text{L de propano}}{\text{botella}} \right) = 830 \text{ (L)}$$

2.El volumen del almacenamiento equivale a una masa de combustible de:

**Ec. 57**

$$M_c = V_{al} * \rho_{Pro} = 830 \text{ (L de propano)} * 0,505 \left( \frac{\text{Kg de propano}}{\text{L de propano}} \right) =$$

$$= 419,15 \text{ (Kg de propano)}$$

3.Se estima tiempo de funcionamiento en horas de la instalación sin necesidad de recargar el aprovisionamiento de gas propano de:

**Ec. 58**

$$t_f = \frac{M_c}{m_c} = \frac{419,15 \text{ (Kg de propano)}}{2,69 \left( \frac{\text{Kg de propano}}{\text{h}} \right)} = 155,81 \text{ (h)}$$

4.Por último calcularemos los días de autonomía de la instalación:

**Ec. 59**

$$t_A = \frac{t_f}{t_{f \text{ máx}}} = \frac{155,81 \text{ (h)}}{8,8 \left( \frac{\text{h}}{\text{día}} \right)} = 17,7 \text{ (día)} \approx 18 \text{ (día)}$$

Como el mínimo tiempo de autonomía de la instalación estipulado por la NTE-IDG 1973 es de 15 días al tener mi instalación una autonomía de 18 días considero

que la instalación ha sido correctamente dimensionada. No corrijo el volumen de almacenamiento ( $V_{al}$ ) para ajustarlo al mínimo exigido por la norma citada porque de esta forma si se produjese algún retraso en la entrega tendré un margen de seguridad.

#### 2.12.4 Cálculo de la instalación de gases licuados del petróleo

Para realizar este cálculo nos basaremos en la NTE-IGL 1973.

Reúno, a continuación, cierta información que será útil para el dimensionamiento de la instalación de gases licuados del petróleo.

- ❖ Caudal de consumo de combustible de la caldera seleccionada  $Q = 3,64 \left(\frac{m^3}{h}\right)$ .
- ❖  $L_{ext} \approx 54 \text{ (m)}$
- ❖  $L_{int} = 0 \text{ (m)}$
- ❖ Localización de las instalaciones prevista de fontanería, salubridad, gas y electricidad. Visualizar documento “Planos”, planos número 4, 11, 14 y 15.

Entrando con  $Q = 3,64 \left(\frac{m^3}{h}\right)$ . y  $L_{ext} \approx 54 \text{ (m)}$  en la tabla 44 obtenemos el diámetro para la tubería de cobre, que en los tramos aéreos irá por superficie, es de **8mm**. El diámetro de la tubería enterrada será de **20 mm**, que es el mínimo permitido por la norma:

**Tabla 44** – Tabla para el establecimiento del diámetro para la tubería de cobre. Se obtiene a partir de la tabla 4 que encontramos en la NTE-IDG 1973.

D-Red exterior		Longitud de cálculo L en m																		
	1	330	1323																	
	2	93	375	1097																
	3	44	179	525																
	4	26	106	311	2197															
	5	17	71	207	1464															
	6	12	50	148	1050															
	7	9	38	112	793															
	8	7	30	88	622															
	9	6	24	71	502	2000														
	10	5	20	58	414	1650														
	12	3	14	42	297	1190														
	14	2	10	31	224	899														
	16	2	8	24	176	705	2067													
	18	1	6	20	142	569	1668													
	20	1	5	16	117	469	1377													
	25	1	3	11	78	303	917	2210												
	30	>	2	7	56	224	658	1585												
	40	>		4	33	133	390	939												
	50	>		3	22	88	259	625	2504											
	60	>		2	15	63	186	449	1797											
	70	>		1	12	48	140	339	1357											
	80	>		1	9	37	110	266	1064											
	90	>		1	7	30	89	214	859											
	100	>		>	6	25	73	175	709	2079										
	120	>		>	4	18	52	127	509	1492										
	140	>		>	3	13	39	96	384	1127										
	160	>		>	2	10	31	75	301	884	2128									
	180	>		>	2	8	25	60	243	713	1718									
	200	>		>	1	7	20	50	200	588	1418									
	220	>		>	1	6	17	42	168	495	1192									
	240	>		>	1	5	14	36	144	422	1017									
	260	>		>	1	4	12	31	124	365	879									
	280	>		>	>	4	11	27	108	319	763									
	300	>		>	>	3	9	24	96	281	678									
	Acero	6	8	10	15	20	25	30	40	50	60									
	Cobre	6	8	10	15	15	20	25	30	40	50									

> Diámetro insuficiente

Las conducciones enterradas tendrán un diámetro mínimo de 20 mm.

## 2.13 Glosario

**a:**

Ganancia teórica del colector teniendo en cuenta que los rayos siempre inciden perpendicularmente sobre él.

$$\left(\frac{AS}{\text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right):$$

Aportación solar que podemos esperar que incida en una día medio del mes considerado por unidad de superficie de c.p.p.  $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{día} \cdot \text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$ .

**A<sub>1</sub>:**

Coeficiente de dilatación térmica del agua cuyo valor es  $2,57 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ . Dato obtenido a través de: [http://www.fisicanet.com.ar / física / gases / /tb02\\_gases\\_reales\\_calculos.php](http://www.fisicanet.com.ar/fisica/gases/tb02_gases_reales_calculos.php)).

**A<sub>2</sub>:**

Sección neta de descarga de la válvula, en cm<sup>2</sup>.

**b:**

Factor de pérdidas del colector  $\left(\frac{W}{\text{°C} \cdot \text{m}^2 \text{ dec.p.p.}}\right)$ .

**C<sub>b</sub>:**

Capacidad de una botella en litros. En este caso el volumen de gas propano almacenado en una botella del tipo I-350 es  $C_b = 83 \left(\frac{\text{L}}{\text{botella}}\right)$ .

**C<sub>p</sub>:**

Calor específico del agua 1  $\left(\frac{\text{termia}}{\text{m}^3 \cdot \text{°C}}\right)$ .

**C<sub>p</sub><sub>C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>O<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O</sub>:**

Calor específico de la mezcla **20% C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>O<sub>2</sub> – 80% H<sub>2</sub>O** en volumen seleccionada como fluido caloportador  $C_{p_{C_7H_{16}O_2-H_2O}} = 0,965 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot \text{°C}}\right)$ .

**$C_s$ :**

Porcentaje de las necesidades energéticas mensuales para producción de A.C.S. del edificio cubierto por energía solar.

**$C_s$  anual:**

Fracción porcentual cubierta por la energía solar al año en el simulador. Es el equivalente de %FS. Su valor debe ser igual o superior al establecido por la normativa.

**$d_{ref}$ :**

Espesor mínimo de referencia (mm).

**$d$ :**

Espesor mínimo del material empleado (mm).

**$D$ :**

Diámetro interior del material aislante, coincidente con el diámetro exterior de la tubería (mm).

**$D_i$ :**

Diámetro de la sección de paso = 1,8 cm.

**$d_{r0}$ :**

Densidad relativa del fluido respecto al agua a la temperatura de trabajo que en este caso es de 80°C.

**$e$ :**

Número  $e=2,7183\dots$

**$E$ :**

Energía total teórica que podemos esperar que incida en un día medio del mes considerado en cada m<sup>2</sup> de cada c.p.p.  $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{día}\cdot\text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$ .

**EMJ<sub>día</sub>:**

Necesidad energética diaria en el edificio  $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{día}}\right)$ .

**EMJ:**

Necesidad energética mensual en el edificio  $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{mes}}\right)$ .

**EMJ<sub>máx</sub>:**

Es la energía necesaria para cubrir las necesidades del edificio en el mes de máxima energía neta con la que se alcanzaría un cubrimiento del 110% de las necesidades energéticas del edificio. En este caso esta energía tiene un valor de 21012  $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{mes}}\right)$ .

$\left(\frac{E_{\text{neta día}}}{\text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$ :

Energía útil o neta que podemos esperar que incida en una día medio del mes considerado por unidad de superficie de c.p.p.  $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{día} \cdot \text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$ .

$\left(\frac{E_{\text{neta máx mes}}}{\text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$ :

Es el 90,9% de la energía útil o neta que podemos esperar que incida por unidad de superficie de c.p.p. en el mes en el que se produce el máximo de la mencionada energía útil sus unidades son  $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{mes} \cdot \text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$ . Se calcula a través de la ecuación 19.

$\left(\frac{E_{\text{neta mes}}}{\text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$ :

Energía útil o neta que podemos esperar que incida en el mes considerado por unidad de superficie de c.p.p.  $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{mes} \cdot \text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$ .

**E<sub>solar</sub>:**

Energía solar total mensual disponible en la instalación  $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{mes}}\right)$ .

**ET:**

Necesidades energéticas mensuales  $\left(\frac{\text{Termia}}{\text{mes}}\right)$ .

**f:**

Máxima pérdida de carga por metro de tubo permitida por el R.D. 1027/2007, de 20 de julio. Su valor es de  $40 \left(\frac{\text{mm.c.a.}}{100 \text{ m de tubo}}\right)$ . (Ecuación 35, “Anexo Cálculos”).

**Fc<sub>1</sub>:**

Factor de corrección de la irradiancia que depende de la limpieza de la atmósfera en la zona de la instalación. Si la atmósfera es limpia  $F_{c1}=1.05$ , si la atmósfera no está muy sucia  $F_{c1}=1$ , y si nos encontramos en grandes núcleos urbanos con atmósferas muy contaminadas  $F_{c1}=0,95$ .

**Fc<sub>2</sub>:**

Factor de corrección. Este factor de 0.94 pretende tener en cuenta que un 6% de la energía total teórica que podemos esperar que incida en una día medio del mes considerado en cada  $\text{m}^2$  no es aprovechada por incidir sobre el c.p.p. en momentos en que la intensidad de radiación es inferior al valor umbral. Esto es debido a la poca altura del Sol y tiene poca variación en las distintas épocas del año. El valor de 0.94 es un valor empírico.

**Fc<sub>3</sub>:**

Factor de conversión de unidades para pasar de  $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{día} \cdot \text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$  a  $\left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$ , su valor es de  $277,778 \left(\frac{\text{W} \cdot \text{hora}}{\text{MJ}}\right)$ .

**Fc<sub>4</sub>:**

Factor empírico que adopta los valores de 50 litros/m<sup>2</sup> de c.p.p. como mínimo y de 180 litros/m<sup>2</sup> de c.p.p. como máximo.

**FS%:**

Fracción porcentual cubierta por la energía solar.

**g<sub>1</sub>:**

Factor de conversión de unidades.  $g_1 = 1 * 10^{-5} \left( \frac{m^3}{\% * L} \right)$

**$h_f$ :**

Pérdidas de carga del circuito (*m. c. a.*).

**H:**

Irradiancia  $\left( \frac{MJ}{día * m^2 de c.p.p.} \right)$ .

**Hc:**

Irradiancia corregida  $\left( \frac{MJ}{día * m^2 de c.p.p.} \right)$ .

**$h_{sol}$ :**

Número medio de horas diarias de sol útiles para colectores orientados aproximadamente hacia el ecuador e inclinados con un ángulo igual a la latitud ( $\pm 15$ ) (horas).

**I:**

La intensidad de radiación  $\left( \frac{W}{m^2 de c.p.p.} \right)$ .

**$I_1$ :**

Intensidad de radiación durante el ensayo según UNE-EN 12975-2.

**$k_1$ :**

Factor de conversión 4,18  $\left( \frac{MJ}{Termia} \right)$ .

**$k_2$ :**

Factor de corrección para superficies inclinadas. Representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal.

**$k_3$ :**

Factor de la potencia intercambio por unidad de superficie de captador que debe tener el intercambiador  $\left(\frac{W}{m^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$ . Según lo establecido en el Código Técnico de la Edificación 2006 Documento Básico Ahorro Energético capítulo 4 este factor tiene un valor de  $k_3 = 500 \left(\frac{W}{m^2 \text{ dec.p.p.}}\right)$ .

**k<sub>4</sub>:**

Factor empírico que hallamos haciendo uso de la figura 13 del “Anexo Cálculos”, una vez hemos establecido una temperatura de servicio de 45°C.

**K<sub>5</sub>:**

Factor de la potencia de la instalación solar por unidad de superficie de captador. Según el R.D. 1027/2007, de 20 de julio en el artículo 10.1.3  $K_5 = 0,7 \left(\frac{KW}{m^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$ .

**k<sub>p</sub>:**

Coefficiente de contrapresión. Se obtiene de la figura 34 perteneciente al “Anexo Cálculos”. En este caso  $K_p = 0,3$ .

**k<sub>v</sub>:**

Coefficiente de corrección de viscosidad. Se obtiene de la figura 33 perteneciente al “Anexo Cálculos”. En este caso  $K_v = 0,3$ .

**Le:**

Longitud virtual del circuito (*m de tubo*).

**L<sub>ext</sub>:**

Longitud teórica de la línea exterior seleccionada. Para este caso en concreto su valor es  $L_{ext} = 54,119 \text{ (m)} \approx 54 \text{ (m)}$ .

**L<sub>int</sub>:**

Longitud teórica de la línea interior. Para este caso en concreto su valor es  $L_{int} = 0 \text{ (m)}$ .

**$ln$ :**

Logaritmo neperiano (base  $e = 2,7183\dots$ ).

**m.c.a.:**

Metros de columna de agua.

**$m_c$ :**

Caudal másico de consumo máximo la caldera seleccionada. En este caso resulta ser de  $m_c = 2,69 \left( \frac{\text{Kg de propano}}{\text{h}} \right)$ .

**$M_c$ :**

Masa de combustible (Kg de propano).

**MCD:**

Módulo de control diferencial o termostato diferencial.

**$N_b$ :**

Número de botellas de la instalación. En este caso asciende a la cantidad de  $N_b = 10$  (botella).

**$n_{cap}$ :**

Número de captadores de una batería, que en este caso es de 5 c.p.p.

**$n_{cpp}$  calculado:**

Número teórico de c.p.p. calculado a través de la ecuación 23.

**$n_i$ :**

Número de aparatos de consumo del mismo tipo existentes en la instalación bajo estudio.

**$n_{mes}$ :**

Factor de conversión. Es igual al número de días del mes en estudio  $\left( \frac{\text{día}}{\text{mes}} \right)$ .

**$n_{n^\circ}$  per:**

Número de usuarios (usuarios).

**$n_{\text{real cpp}}$ :**

Número de c.p.p. que considera oportuno el proyectista teniendo en cuenta factores tales como equilibrio hidráulico del sistema, recomendaciones del fabricante, peculiaridades de la instalación, etc., en definitiva los aspectos no recogidos en el programa de cálculo creado (colectores).

**$O_c$ :**

Ocupación del edificio en tanto por uno.

**$P_1$ :**

Presión del circuito primario en el lleno. En este caso  $P_1 = 2 * 10^5$  (Pa).

**$P_2$ :**

Presión de disparo de las válvulas de seguridad.  $P_2 = 6 * 10^5$  (Pa).

**$P_3$ :**

Presión de disparo de la válvula de seguridad,  $P_c = 6,6$ (bar) efectivos.

**$P_c$ :**

Contrapresión del recipiente,  $P_c = 1$ (bar) efectivo.

**$P_{\text{ér}}$ :**

Coefficiente de eficiencia térmica en el acumulador.  $P_{\text{ér}} = 0,85$ .

**$P_{\text{instsola}}$ :**

Potencia de la instalación de energía solar, Según el R.D. 1027/2007, DE 20 DE JULIO en el artículo 10.1.3.

**$P_{\text{min CTE}}$ :**

Potencia mínima del intercambiador de calor para la instalación (W), según lo establecido en el Código Técnico de la Edificación 2007 Documento Básico Ahorro Energético capítulo 4 y considerando que se trata de un intercambiador de placas a contracorriente.

**$q'$ :**

Flujo de calor en la instalación de energía solar.

**Q :**

Caudal de consumo de combustible de la caldera seleccionada para este caso su valor es  $Q = 3,64 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$ . Se obtiene del “Anexo B”, en concreto en el apartado “4.4 Hoja de especificaciones de caldera DOMIproject F 32”.

**$Q_{\text{ACS mes}}$ :**

Consumo mensual de ACS a 60°C  $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{mes}}\right)$ .

**$Q_{\text{Aux}}$ :**

Caudal de producción de la caldera para producir un salto térmico igual a  $\Delta T \approx 60 \text{ °C}$  en un volumen de 4000 L.

**$Q_{\text{cap}}$ :**

Caudal en litros por hora por unidad de superficie del c.p.p. Por recomendaciones del fabricante de los c.p.p. utilizados en la instalación, se harán circular  $60 \left(\frac{\text{L}}{\text{h} \cdot \text{m}^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$ .

**$Q_{\text{fila}}$ :**

Caudales en los tramos pertenecientes a las filas de captadores  $\left(\frac{\text{L}}{\text{hora}}\right)$ .

**$Q_i$ :**

Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato  $\left(\frac{\text{L}}{\text{h}}\right)$ .

**$Q_{\frac{\text{L}}{\text{usuario} \cdot \text{día}}}$ :**

Consumo medio diario por persona en litros de ACS a temperatura de  $60^\circ \left(\frac{\text{L}}{\text{usuario} \cdot \text{día}}\right)$ . Este dato se obtiene de la tabla 10, “Anexo Cálculos”. Se selecciona este dato tras consultar varias fuentes: CENSOLAR (tabla 9, “Anexo Cálculos”), CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, DB HE4 (tabla 10, “Anexo Cálculos”).

**$Q_m$ :**

Caudal másico de fluido caloportador a evacuar.

**$Q_{\text{máx}}$ :**

Caudal de consumo punta en el circuito de distribución  $\left(\frac{\text{L}}{\text{h}}\right)$ .

**$Q_v$ :**

Caudal volumétrico de fluido caloportador a evacuar.  $Q_v = 0,0114 \left( \frac{m^3}{h} \right)$ .

**$Q_{v T04T48}$ :**

Caudal del tramo T04T48 de agua a 16°C  $\left( \frac{L}{s} \right)$ .

**$Q_{v T47T48}$ :**

Caudal del tramo T46T48 de agua a 90°C  $\left( \frac{L}{s} \right)$ .

**$Q_{v T48T49}$ :**

Caudal del tramo T48T49 de agua a 52°C  $\left( \frac{L}{s} \right)$ .

**Re:**

Número de Reynolds.

**$S_{captadora}$ :**

Superficie útil del c.p.p. seleccionado  $\left( \frac{m^2 \text{ de c.p.p.}}{\text{colector}} \right)$ . En este caso  $2,17 \left( \frac{m^2 \text{ de c.p.p.}}{\text{colector}} \right)$ .

**$t_1$ :**

Tiempo de residencia del agua en el acumulador solar (día).

**$t_2$ :**

Tiempo que se tarda en evacuar del sistema el volumen de mezcla al 20% en volumen de  $C_7H_{16}O_2 - H_2O$  que se encuentra en los captadores. (s).

**$t_3$ :**

Tiempo en el que se desea se produzca el salto térmico deseado (h).

**$t_4$ :**

Tiempo en el que se desea se produzca el salto térmico deseado (h).

**$t_5$ :**

Tiempo de retorno de la inversión (años).

**$t_A$ :**

Tiempo de autonomía de la instalación (días).

**$t_f$ :**

Tiempo de funcionamiento en horas de la instalación sin necesidad de recargar el aprovisionamiento de gas propano (h). Según ecuación 58, “Anexo Cálculos”,  $t_f = 155,81$ (h).

**$t_{f \text{ máx}}$ :**

Tiempo máximo de funcionamiento diario de la caldera. En este caso  $t_{f \text{ máx}} = t_4 = 8,8$  horas diarias en el caso más desfavorable para que se produzca un  $\Delta T \approx 60$  °C en el acumulador de energía auxiliar de volumen 4000 L.

**$T_1$ :**

Temperatura media del agua de red.  $T_1=283$ (K).

**$T_2$ :**

Temperatura estática del colector solar.  $T_2=396$ (K).

**$T_{\text{acum}}$ :**

Temperatura estimada del agua en el acumulador solar: 60(°C).

**$T_{\text{amb}}$ :**

Temperatura ambiente media durante las horas de sol (°C).

**$T_{AS i}$ :**

Temperatura media real diaria del agua en el acumulador solar en la fila de cálculo número i (°C).

**$T_{AS (i-1)}$ :**

Temperatura media real diaria del agua en el acumulador solar en la fila anterior a la fila de cálculo número i (°C).

**$T_c$ :**

Temperatura del agua que circula por el tramo T04T48 se estipula en 90°C.

**$T_{est}$ :**

Temperatura de estancamiento del captador. Corresponde a la máxima temperatura del fluido que se obtiene cuando, sometido el captador a altos niveles de radiación y temperatura ambiente y siendo la velocidad del viento despreciable, no existe circulación en el captador y se alcanzan condiciones cuasi-estacionarias. Se calcula a través de la ecuación de rendimiento del captador suponiendo un rendimiento nulo.

**$T_f$ :**

Temperatura del agua que circula por el tramo T04T48 se estipula en 16°C.

**$T_{fcmin}$ :**

Temperatura de congelación del fluido caloportador (°C).

**$T_{Hmin}$ :**

Temperatura mínima histórica (°C). Determinada por la temperatura mínima histórica en la zona determinada a través de la tabla 28 perteneciente al “Anexo Cálculos”.

**$T_m$ :**

Temperatura del agua que circula por el tramo T04T48 se estipula en 52°C.

**$T_{m1}$ :**

Temperatura media de trabajo en la primera batería c.p.p. (°C).

**$T_{m2}$ :**

Temperatura media de trabajo en un c.p.p. de la segunda batería (°C).

**$T_{red}$ :**

Temperatura del agua potable procedente de la red de distribución (°C). Tabla 12, “Anexo Cálculos”, en la fila de Cádiz están los datos.

**$T_{s1bat}$ :**

Temperatura del agua en la salida de la 1ª batería (°C).

**$V_1$ :**

Volumen del circuito primario cuando se llena. En este caso  $V_1 = 223(L)$ .

**V<sub>2</sub>:**

Volumen del circuito primario tras la expansión del fluido (L).

**V<sub>3</sub>:**

Volumen de mezcla al 20% en volumen de C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>O<sub>2</sub> – H<sub>2</sub>O que se evacua debido a la dilatación térmica experimentado por el fluido caloportador.

**V<sub>acumulación cálculo</sub>:**

Volumen de acumulación solar óptimo para una temperatura de servicio(L). Calculado a través de la ecuación 24.

**V<sub>acumulación óptimo máx</sub>:**

Volumen máximo aceptado por CENSOLAR para la acumulación solar cuando el desfase horario entre captación y consumo no supera las 24 horas(L). Se calcula estableciendo F<sub>c4</sub>= 90 en la ecuación 32 del “Anexo Cálculos”.

**V<sub>acumulación máx</sub>:**

Volumen máximo admitido por el CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, para la acumulación solar(L). Se calcula estableciendo F<sub>c4</sub>= 180 en la ecuación 32 del “Anexo Cálculos”.

**V<sub>acumulación min</sub>:**

Volumen mínimo admitido por el CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo, para la acumulación solar(L). Se calcula estableciendo F<sub>c4</sub>= 50 en la ecuación 32 del “Anexo Cálculos”.

**V<sub>acumulación óptimo min</sub>:**

Volumen mínimo aceptado por CENSOLAR para la acumulación solar cuando el desfase horario entre captación y consumo no supera las 24 horas (L). Se calcula estableciendo F<sub>c4</sub>= 60 en la ecuación 32 del “Anexo Cálculos”.

**V<sub>acumulación óptimo medio</sub>:**

Volumen medio aceptado por CENSOLAR para la acumulación solar cuando el desfase horario entre captación y consumo no supera las 24 horas (L). Se calcula estableciendo F<sub>c4</sub>= 75 en la ecuación 32 del “Anexo Cálculos”.

**V<sub>acumulación real</sub>:**

Capacidad real del acumulador solar escogido por el proyectista de entre los admitidos por el CTE aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo(L).

**V<sub>al</sub>:**

Volumen del almacenamiento (L).

**V<sub>c.p.p.</sub>:**

Volumen de mezcla al 20% en volumen de propilenglicol-agua (C<sub>3</sub>H<sub>9</sub>O<sub>2</sub> – H<sub>2</sub>O) que se encuentra en los captadores.

**V<sub>s</sub>:**

Volumen de acumulación solar óptimo para una temperatura de servicio dada por m<sup>2</sup> de c.p.p.  $\left(\frac{L}{m^2 \text{ de c.p.p.}}\right)$ .

**V<sub>acumulación teórico 1</sub>:**

Volumen de acumulación solar en base a la temperatura de uso del agua caliente producida (L). Calculado a través de la ecuación 31.

**V<sub>acumulación teórico 2</sub>:**

Volumen de acumulación solar en base a la superficie captadora y teniendo en cuenta desfases entre producción de ACS y consumo no superiores a 24 horas.(L). Calculado a través de la ecuación 32.

**V<sub>Aux</sub>:**

Volumen del acumulador auxiliar. V<sub>Aux</sub>= 4000 (L).

**Z:**

El coeficiente de compresibilidad del agua que es 4,43\*10<sup>-10</sup> Pa<sup>-1</sup>. Dato obtenido a través de: <http://www.fisicanet.com.ar> / física / gases / /tb02\_gases\_reales\_calculos.php).

**€:**

Factor de corrección de la ganancia teórica del colector. Se debe aplicar ya que los rayos siempre no siempre inciden perpendicularmente sobre el c.p.p. y además se debe tener en cuenta el efecto de la suciedad y el envejecimiento de la cubierta. Este valor se toma del método de cálculo de CENSOLAR €=0,94.

**ε:**

Error cometido. El error cometido lo localizamos en la columna 22 de la tabla 19 del “Anexo Cálculos”.

$\lambda_{ref}$ :

Conductividad térmica del material de referencia,  $\lambda_{ref} = 0,04 \left( \frac{W}{(m \cdot K)} \right)$ .

$\lambda$ :

Conductividad térmica del material empleado  $\left( \frac{W}{(m \cdot K)} \right)$ .

$\Delta T$ :

Incremento de temperatura o salto térmico ( $^{\circ}C$ ).

$\Delta T_1$ :

Salto térmico producido en un paso en la caldera ( $^{\circ}C$ ).

$\Delta T_2$ :

Salto térmico deseado ( $^{\circ}C$ ).

$\Delta T_{real}$ :

Incremento de temperatura o salto térmico ( $^{\circ}C$ ).

$\Delta T_{m\acute{a}x}$ :

Incremento de temperatura máximo en el captador seleccionado en el mes de máxima intensidad de radiación.

$\Delta T_{MCD\ marcha}$ :

Diferencial de temperaturas ( $T^a$  en los c.p.p. –  $T^a$  en el acumulador solar) programado en el MCD.

$\Delta V_{12}$ :

Incremento de Volumen (L).

$\mu$ :

Viscosidad del fluido a la temperatura de trabajo = 1 cP.

$\eta_{1bat\ cpp}$ :

Rendimiento medio mensual de los captadores de la primera batería en %.

$\eta_{2bat\ cpp}$ :

Rendimiento medio mensual de los captadores de la segunda batería en %.

$\rho_{caloportador}$ :

Densidad de la mezcla al 20% en volumen de propilenglicol-agua ( $C_3H_9O_2 - H_2O$ ).  $\rho_{C_3H_9O_2 - H_2O}^{T=-7^\circ C} = 1,02 \left(\frac{Kg}{L}\right)$ .  $\rho_{C_3H_9O_2 - H_2O}^{T=80^\circ C} = 0,998 \left(\frac{Kg}{L}\right)$ .

$\rho_{H_2O}$ :

Densidad del agua ( $H_2O$ ).  $\rho_{H_2O}^{T=80^\circ C} = 0,967 \left(\frac{Kg}{L}\right)$ . Fuente “Transferencia de calor–MC Graw Hill”.

$\rho_{Pro}$ :

Densidad del combustible comercial a 20 °C a emplear en la instalación que resulta ser en este caso es de  $\rho_{Propano} = 0,505 \left(\frac{Kg\ de\ propano\ (C_3H_8)}{L}\right)$ .



# 3. ANEXO A

## ESTUDIO DE LA CORROSIÓN EN LA INSTALACIÓN

## **ÍNDICE DESGLOSADO “ANEXO A”**

3	ESTUDIO DE LA CORROSIÓN EN LA INSTALACIÓN.....	1
3.1	Introducción .....	1
3.2	Subsistema de distribución y red de fontanería interior .....	2
3.2.1	Penetración de suciedad.....	2
3.2.2	Instalación de tuberías .....	2
3.2.3	Agua caliente sanitaria (ACS).....	3
3.2.4	Materiales y equipos de la red interior (problemas y soluciones).....	5
3.2.5	Tubería de acero .....	5
3.2.6	Tubería de cobre .....	6
3.2.7	Tubería de acero inoxidable .....	8
3.2.8	Tubería de plástico.....	8
3.2.9	PVC y PE.....	9
3.3	Subsistema de captación .....	11
3.3.1	Implicaciones de la corrosión de los captadores .....	11
3.3.2	Corrosión electroquímica .....	12
3.3.3	Corrosión galvánica.....	16
3.3.4	Materiales y soluciones en los colectores.....	17
3.4	Implicaciones de la corrosión de los captadores.....	24
3.4.1	Degradación del recubrimiento selectivo del absorbedor.....	25
3.4.2	Modificación de la velocidad del fluido .....	25
3.5	Subsistema de acumulación .....	26

## **3 ESTUDIO DE LA CORROSIÓN EN LA INSTALACIÓN**

### **3.1 Introducción**

Los recursos de agua naturales ya desde hace mucho no cubren la demanda de agua potable. Para el abastecimiento de agua se utilizan cada vez más aguas ácidas y saladas. Particularmente en las grandes aglomeraciones urbanas de los países industrializados, el agua es cada vez más agresiva.

El diseño y dimensionado de las instalaciones que corresponda a las necesidades incluye también, aparte de la elección de materiales, la ejecución adecuada de la instalación, la consideración de las condiciones de funcionamiento y una correcta entrega al usuario.

Los materiales como, por ejemplo, cobre y tubos galvanizados están sometidos a la corrosión que, sin embargo, no necesariamente debe causar un daño. Un daño por corrosión se produce cuando el metal en el agua no forma ninguna capa protectora. Las capas protectoras se producen, por ejemplo, por la interacción de las sustancias contenidas en el agua y la superficie del material. Dichas capas protegen el metal contra posteriores ataques del agua. Sin embargo, las capas protectoras que se hayan formado pueden ser destruidas por un cambio en las propiedades del agua.

En el caso del acero inoxidable ya existe una protección permanente en forma de capa pasiva debido al Cromo de la aleación (a partir de un 12% en peso se forma óxido de cromo en toda su superficie) por lo que no se requiere ninguna capa protectora producida por la interacción del metal con el agua.

## **3.2 Subsistema de distribución y red de fontanería interior**

### **3.2.1 Penetración de suciedad**

Las partículas sólidas en el agua pueden influenciar negativamente la higiene del agua y además provocar corrosión. Algunas tuberías de alimentación llevan partículas de óxido y suciedad que penetran en las acometidas de las instalaciones (domésticas o industriales). Este peligro es particularmente importante cuando las viejas redes de alimentación, debido a la demanda de agua adicional en urbanizaciones nuevas, son operadas con una mayor velocidad de flujo. Se desprenden las sedimentaciones en la red y ensucian la instalación. Por este motivo es importante instalar en la línea de alimentación de agua fría inmediatamente después del contador de agua un filtro de agua potable. Dicho filtro debe limpiarse en intervalos regulares según las instrucciones de mantenimiento del fabricante. El filtro de agua sanitaria protegerá la red de tuberías completa contra la penetración de partículas. Además, previene la obstrucción de las alcachofas y la valvulería y mantiene la capacidad de funcionamiento de los aparatos acoplados a dicha red (lavadoras, lavavajillas, calderas, calentadores...).

Según la normativa vigente hay que instalar por esta razón, en caso de tuberías metálicas, un filtro inmediatamente después del contador de agua; en caso de tuberías de plástico es recomendable hacerlo.

### **3.2.2 Instalación de tuberías**

Como materiales metálicos para tuberías se utilizan acero galvanizado, cobre, cobre galvanizado y acero inoxidable que más adelante concretaremos más.

También se utilizan plásticos y tubos sintéticos de unión.

Dentro de los valores límite de las prescripciones de agua sanitaria, ésta puede diferenciarse, según la zona de alimentación, de un lugar a otro, o mostrar variaciones temporales debidas, p.ej., al uso de diferentes fuentes. A pesar de los límites de uso generalmente conocidos de los diferentes materiales, es difícil decidir las circunstancias en las que se puede usar cada material. Los conocimientos que el instalador o el responsable del abastecimiento de agua tengan sobre la zona resultan ser entonces de gran valía y se deben tener en cuenta.

La protección de nuevas tuberías de agua depende, aún en caso de aguas que forman una capa protectora, esencialmente de la primera fase de funcionamiento después del montaje. Los filtros de agua sanitaria deben estar instalados desde el inicio. Durante la puesta en funcionamiento hay que enjuagar primero las tuberías para eliminar las partículas condicionadas por el montaje. Los requisitos tecnológicos para el proceso de enjuague se describen en la normativa correspondiente. El agua corriente es más conveniente para la formación de la capa protectora que el agua estacionaria. Inmediatamente después del primer llenado del sistema de tuberías hay que procurar que haya un consumo de agua continuo.

Así mismo hay que tener en cuenta que no debe pasar mucho tiempo entre el primer llenado para la prueba hidráulica (con agua filtrada) y la puesta en funcionamiento definitiva para evitar la formación de capas de recubrimiento distintas debido al llenado parcial de los tubos.

### 3.2.3 Agua caliente sanitaria (ACS)

Las instalaciones de agua caliente sanitaria son una parte de la instalación de fontanería, íntimamente ligada a la red de agua fría. El objeto de la misma es dotar del servicio de agua caliente a los aparatos sanitarios que la demanden.

Las temperaturas del agua caliente sanitaria en función de su uso las podemos visualizar en la tabla 45 en este mismo anexo:

**Tabla 45** –Temperaturas del agua caliente sanitaria en función de su uso. Fuente: Guía del instalador de ACS, Robert Bosch España, S.A; Depósito Legal: GU-2-2006

Lugar o máquina de uso del agua	Temperatura [°C]
Lavabos, baños, duchas, bidés...	40-50
Cocinas (fregaderos)	55-60
Lavadoras	55-80
Lavavajillas	50-70

En esta tabla debemos tener en cuenta que en su uso el agua caliente sanitaria es mezclada con agua fría con lo que la temperatura de uso es inferior.

El gasto de agua caliente suele presentar variaciones de consumo mucho más acusadas que las de agua fría, lo cual obliga en ocasiones a disponer de una reserva acumulada que sea capaz de compensar la demanda de un determinado momento, de un caudal punta elevado, que por otro sistema, obligaría a un foco calorífico excesivamente potente para poder servir dicha demanda. Más acusada se hace esta acumulación en los sistemas con energía solar, ya que normalmente, será la energía obtenida por la radiación del día anterior la que almacenaremos y tendremos a disposición para el día actual.

El diseño de los circuitos en instalaciones solares evitará cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. En particular, se debe prestar especial atención a una eventual contaminación del agua potable por el fluido del circuito primario. Para el circuito primario, como medio caloportador puede utilizarse: agua de red, agua desmineralizada o agua con aditivos (anticongelantes, anticorrosivos).

En cualquier caso y según el CTE HE4:

- 1 El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada. En caso de utilización de otros fluidos térmicos se incluirán en el proyecto su composición y su calor específico.
- 2 El fluido de trabajo tendrá un pH a 20 °C entre 5 y 9, y un contenido en sales que se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:
  - a) la salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ;
  - b) El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l, expresados como contenido en carbonato cálcico;
  - c) El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.
- 3 Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

La instalación se puede hacer con retornos o sin ellos, lo cual tiene una importancia capital en el buen funcionamiento de ésta. Las tuberías de retornos permiten un reparto equitativo de las pérdidas de calor en las tuberías, manteniendo sensiblemente las tomas de los usuarios a la misma temperatura, y al mismo tiempo permiten la disponibilidad rápida del agua caliente en los puntos más alejados de la caldera, lo cual, si no lleva retornos hace que esté saliendo un tiempo agua fría (enfriada en las tuberías), hasta que llegue caliente, lo que implica un gran desperdicio de agua y un grado de insatisfacción en el cliente elevado.

### **3.2.4 Materiales y equipos de la red interior (problemas y soluciones)**

Pasando a estudiar el subsistema de distribución del sistema de ACS por energía solar como parte de la red interior de fontanería, podemos decir que básicamente está formado por las tuberías, la valvulería y grifería y los aparatos sanitarios.

Se enumeran a continuación los materiales más utilizados así como sus características para las tuberías, valvulería y grifería y acumuladores.

### **3.2.5 Tubería de acero**

Es un acero dulce, con bajo contenido en carbono, para que tenga gran soldabilidad, cuya resistencia a tracción ha de ser de un mínimo de  $37 \frac{kg}{mm^2}$ .

Suele ser de clase rugosa, debido a una mayor pérdida de carga comparada con otras tuberías de otros materiales.

Posee gran resistencia mecánica, para instalaciones muy duraderas, sin embargo por si solo no es muy resistente a la corrosión, por lo que se suele proteger con cinc (acero galvanizado), realizándose un galvanizado por inmersión en baños de cinc fundido (recubrimiento de 0,10-0,15 mm) y así soportar perfectamente el ataque del oxígeno.

Además se deben tener en cuenta los límites de empleo determinados por las propiedades del agua a utilizar para la formación de la capa protectora (pasivante). Se pueden denominar como formadoras de dicha capa sobre acero galvanizado aquellas aguas que están en equilibrio de cal/ácido carbónico. En cambio tienen un efecto agresivo las aguas que contengan ácido carbónico en exceso y/o un elevado contenido en sales. A menudo, las aguas blandas también atacan al material.

---

Aún en el caso de las aguas que formen una capa protectora, la galvanización protege la superficie de acero de forma segura contra la corrosión sólo hasta 60°C. A temperaturas superiores se impide la formación de la capa protectora en superficies galvanizadas ya que el hierro pasa a ser anódico en relación al cinc. Particularmente arriesgados son los tubos con costura de soldadura longitudinal que no hayan sido desbarbados.

Los golpes de ariete pueden provocar el desprendimiento de la capa protectora.

Las uniones y/o empalmes se pueden hacer de tres formas diferentes:

- Por manguitos roscados (para evitar fugas se utiliza estopa [fibra vegetal] o teflón).
- Por Soldadura (adecuado para tubería negra pero inadecuado para la galvanizada).
- Por racores, método +GF+ (concebido para tubos con racores roscados, basado en la idea de empalmar el máximo de tubos en el taller, en lugar de en la obra para conseguir una mayor calidad y economía).

El tubo de acero tiene que procurarse que no esté nunca en contacto con el yeso húmedo, los oxiclорuros y las escorias (sulfuros) pueden atacar al tubo y perforarlo. Cuando vaya enterrado directamente en el terreno, se debe proteger con vendas bituminosas. Es atacable también por aguas ácidas. En obra, se debe cubrir con mortero de cemento y arena de río.

### **3.2.6 Tubería de cobre**

La materia prima es cobre desoxidado al fósforo, con una pureza del 99,9% y encontrándose en dos estados de suministro: el rígido (sin tratamiento térmico, de buen aspecto y acabado y excelentes resistencias mecánicas) y el recocido (calentado hasta 500°C y enfriado para obtener un material más maleable y más apto para recorridos largos y sinuosos).

Posee una gran resistencia a la corrosión ya que se oxida rápidamente al contacto con el aire o agua, formándose una finísima capa de óxido que autoprotege el resto de la tubería de la posterior oxidación (la creación de esta capa se denomina pasivación). Sin embargo hemos de asegurar la correcta formación de dicha capa, ya

que con aguas blandas con ácido carbónico y un alto contenido en sulfatos puede haber problemas de corrosión.

Las pérdidas de carga son sumamente reducidas ya que tiene un acabado interior totalmente liso. Además permite una fácil instalación y mecanizado así como una gran facilidad en su manipulación y ofrece una buena seguridad de funcionamiento.

Sin embargo tiene un elevado coeficiente de dilatación y su coste es algo superior a otros materiales y los golpes de ariete pueden provocar el desprendimiento de la capa protectora.

Las uniones se hacen principalmente por soldadura y por manguitos mecánicos.

El tubo de cobre no necesita ninguna protección especial contra el agua, ni contra los materiales clásicos de construcción (cemento, yeso...). Sin embargo materiales que contengan sustancias amoniacales pueden crear problemas por lo que hay que proteger del contacto con pinturas bituminosas o fundas plásticas.

El mayor problema de incompatibilidad de la tubería de cobre radica en los circuitos mixtos, es decir, cuando en una instalación se combinan el cobre y el hierro. En estos casos, como el cobre es un material electropositivo (potencial de +0,35v) y el hierro electronegativo (-0,44v), se produce corrosión galvánica, actuando el hierro de ánodo, el cobre de cátodo y el agua de electrolito que acaba picando la tubería de hierro aunque esté galvanizada.

Igualmente y con un efecto mayor sucede en los circuitos de ACS, con los depósitos de acumulación, calderas de acero, etc.

Por todo ello se precisan unas reglas para evitar esos procesos de oxidación que pueden ser las siguientes:

- Interposición de un manguito aislante (plástico) en el punto de unión de los tubos de cobre y de hierro.
- Colocación primeramente de la tubería de hierro y después la de cobre en el sentido de circulación del agua (si es posible).
- Recubrimiento interno de depósitos o de elementos que aislen del contacto con el agua (resinas epoxi, poliéster, etc)

- Protección catódica mediante la colocación de ánodos de sacrificio de otro material (manganeso por ejemplo) más electronegativo que el hierro.
- Añadiendo dispersantes que haga que los iones de cobre floculen y no precipiten.

### **3.2.7 Tubería de acero inoxidable**

El acero inoxidable es prácticamente ideal para el contacto con el alimento más importante, el agua, gracias a sus propiedades higiénicas y anticorrosivas. Dependiendo de la agresividad del agua podemos escoger el tipo de acero inoxidable más conveniente económicamente; se presenta en tres estructuras:

- Martensítica. Son magnéticos, pueden endurecerse por medio de temple. Son los más duros al tener mayor contenido de carbono pero a la vez presentan menor resistencia a la corrosión.

- Ferrítica. Magnéticos. No pueden templarse. Presentan menor contenido de C que los martensíticos (menos dureza, más resistencia a la corrosión).

- Austenítica. No magnéticos y no pueden templarse. Aun menor contenido de C que los anteriores (menos dureza y mayor resistencia a la corrosión).

También existen estructuras dúplex (magnéticos, sin temple) que son idóneas para determinadas ocasiones.

En el caso del acero inoxidable aleado con molibdeno (tipo AISI 316), no está definido ningún límite de empleo respecto a las sustancias admisibles y usualmente existentes en el agua.

Para aguas poco agresivas y a poca temperatura se pueden utilizar aceros ferríticos tipo AISI 430.

De forma general, el acero inoxidable con fase austenítica es totalmente pasivo en aguas no muy agresivas con pH entre 4 y 10.

### **3.2.8 Tubería de plástico**

La materia prima utilizada suelen ser materiales termoplásticos que permitan ser adaptados a cualquier trazado mediante su calentamiento y quedar con la forma

adecuada tras enfriarse (PVC y PE) por tanto para conducciones de agua fría son aptos, pero no para el agua caliente.

Se suelen utilizar tres clases de tubos para instalaciones interiores:

- Tubos de policloruro de vinilo (PVC)
- Tubos de polietileno (PE)
- Tubos de polipropileno random copolimero (PPr)

### 3.2.9 PVC y PE

El PVC suele ser más rígido mientras que el PE más resistente y flexible. Por lo general se fabrican para una gama de presiones de:

- PVC: 4 – 6 – 10 – 16  $\left(\frac{Kgf}{cm^2}\right)$ .

- PE: 2,5 – 4 – 6 – 10  $\left(\frac{Kgf}{cm^2}\right)$ .

Las características más destacables de estos tubos son su gran ligereza y conformabilidad en caliente, su gran lisura interior, un buen comportamiento frente a las presiones usuales, gran resistencia a los agentes químicos y a las incrustaciones de las impurezas, un buen aspecto con un acabado externo agradable y pueden ser fabricados con pigmentos de color que evita el tener que pintarlos.

Por el contrario, carecen de buena resistencia a temperaturas superiores a 60°C, en determinados medios presentan un envejecimiento prematuro y tienen un elevado coeficiente de dilatación.

Las uniones de estos tubos se realizan por machihembrado cilíndrico encolado normalmente.

Los tubos de plástico suelen ser muy resistentes a todos los materiales de obra normales: cal, cemento, yeso, etc. Tampoco tienen los problemas de los tubos metálicos en que se puedan ver afectados por fenómenos electrolíticos ni agresividad de las tierras, no precisando protecciones especiales; sin embargo les atacan los aldehídos, los éteres y los hidrocarburos.

### 3.2.9.1 PPr

El Polipropileno Random es un copolímero propileno-etileno. Al tener un elevado peso molecular posee unas excelentes propiedades mecánicas para ser utilizado en instalaciones hidrosanitarias (suministro de agua caliente y fría).

La vida media de estas conducciones sometidas a 5,9 bares con agua a 80°C se garantiza por 50 años.

Estas tuberías son rígidas lo que minimiza el número de soportes para las conducciones. Esta rigidez sin embargo no es un obstáculo para que puedan absorber la expansión del agua al solidificarse.

Al ser conducciones plásticas se evita el problema de la corrosión. No obstante se debe de proteger de la luz solar directa ya que esta puede vitrificar el material y debilitarlo.

### 3.2.9.2 Valvulería y grifería

Para describir las válvulas se deben señalar las siguientes características:

- Clase de válvula (de paso, de retención, etc.)
- Tipo de cierre (de soleta, de compuerta, etc.)
- Si es para soldar o roscar, o de bridas.
- Diámetro o calibre de la misma

Se fabrican en bronce fundido, latón fundido, latón estampado, acero inoxidable y plásticos. Lo más importante es que la válvula tenga gran durabilidad, para lo cual sus componentes deben ser de buena calidad, sus ajustes precisos y su mecánica sencilla y eficaz. No deben producir pérdidas de presión excesivas cuando estén totalmente abiertas.

Los grifos son las válvulas de salida del agua a los aparatos sanitarios; se fabrican en latón, bronce, acero, etc., y se les da un revestimiento que, por lo general, es cromado, niquelado, latonado, etc.

### **3.3 Subsistema de captación**

#### **3.3.1 Implicaciones de la corrosión de los captadores**

Los captadores solares extraen la energía radiante del sol para que se almacene, en forma de incremento de temperatura, en un medio fluido (fluido caloportador). En el caso que nos ocupa, ACS, el medio suele ser una mezcla de agua con anticongelantes, si bien dependiendo de la aplicación podría ser agua simplemente, líquidos orgánicos, o agua marina en el caso de desalinizadoras.

Desde el punto de vista del rendimiento energético de la instalación, el captador es la parte más importante ya que se encarga de la obtención de la energía. Por tanto la durabilidad de ellos constituye un factor decisivo en la rentabilidad de este tipo de instalaciones.

Existen diversos tipos de captadores dependiendo de cada tipo de aplicación. Nos basaremos en los captadores planos, muy utilizados e idóneos para la aplicación que nos ocupa. Un captador solar plano consta de los siguientes elementos:

- 1- Junta hermetizante
- 2- Cubierta
- 3- Tubos del captador
- 4- Absorbedor
- 5- Aislante
- 6- Carcasa

Los puntos más sensibles a la corrosión son la carcasa, el absorbedor y los tubos del colector, que suelen ser metálicos. El vidrio presenta otro tipo de problemas que básicamente son de deposición de partículas, impactos y otros problemas ópticos.

Cada uno de los elementos está sujeto a entornos singulares que determinan el tipo de corrosión y las medidas a tener en cuenta para que ésta no se produzca, que se deben analizar en cada caso concreto.

### 3.3.2 Corrosión electroquímica

#### 3.3.2.1 Carcasa

La carcasa es el medio de soporte de todo el captador, constituye el bastidor de la estructura. Las cualidades más importantes que debe tener la carcasa son las citadas a continuación:

- ❖ Ser capaz de soportar el resto de elementos del colector.
- ❖ Ser ligera (los captadores suelen colocarse en los tejados de los edificios).
- ❖ Resistir a las condiciones de corrosión ambiental.

Las condiciones de corrosión ambiental dependen de forma muy concreta de la zona en la que se esté diseñando el sistema de ACS basado en energía solar. Cada zona tiene una forma singular de afectar a los diversos materiales, debido al diferente tipo de composición de cada ambiente. Los factores que más influyen son:

- a) humedad relativa
- b) contaminación atmosférica
- c) temperatura
- d) orientación

La presencia de un electrolito es necesaria para que la velocidad de corrosión sea apreciable. Es aquí donde interviene la humedad. A partir de un cierto valor de humedad la velocidad de corrosión crece de modo significativo, si bien depende del resto de factores.

De la contaminación atmosférica se destacan tres tipos:  $SO_2$ ,  $Cl^-$ , y partículas en suspensión.

De hecho los  $Cl^-$  no se deberían calificar como contaminación, ya que se refiere al tipo de atmósfera que existe en las proximidades del mar, y cómo la presencia de  $Cl^-$  no es de origen antropogénico, sino natural, no se debería denominar así. De todos modos se incluye en este apartado porque la bibliografía consultada así lo suele hacer.

Los cloruros suelen aparecer en zonas próximas al mar, y producen corrosión en forma de picadura.

El  $SO_2$  produce una corrosión homogénea sobre la superficie del metal, y es más habitual en zonas donde se queman combustibles fósiles.

Las partículas en suspensión pueden aparecer en cualquier ambiente, si bien las zonas ventosas y arenosas, o bien zonas con altos niveles de polución, son las que registran mayores valores. Las partículas en sí no provocan corrosión, pero al depositarse sobre superficies metálicas lo que sucede es que las partículas absorben la humedad ambiental y por lo tanto las superficies sucias son más propensas al ataque corrosivo.

La temperatura también es un factor importante y está regulada por la difusión del oxígeno. A partir de valores superiores de  $80^{\circ}C$ , está ligada con la disminución de la solubilidad del oxígeno en agua.

La orientación e inclinación afecta en el proceso corrosivo ya que afecta el tiempo de insolación, el régimen de aportación de contaminantes, el tiempo de humectación, la acumulación de contaminantes, la acción de lavado de la lluvia, etc.

Respecto a los diferentes factores analizados, las atmósferas en las que se pueden encontrar los captadores solares se pueden dividir en cuatro tipos, dependiendo de la localización:

- i. Atmósfera marina
- ii. Atmósfera industrial
- iii. Atmósfera urbana
- iv. Atmósfera rural

La atmósfera marina se caracteriza por la presencia de cloruros, y como su nombre indica, se encuentra en las zonas próximas a la costa.

Las atmósferas industrial y urbana se caracterizan porqué se encuentran cantidades importantes de  $SO_2$ , que tienen su origen principalmente en la combustión de combustibles del carbón, fuel e hidrocarburos.

### **3.3.2.2 Absorbedor**

El absorbedor también está expuesto a corrosión electroquímica del tipo ambiental, pero en este caso sometido a una serie de peculiaridades.

El funcionamiento de un captador solar plano se basa en el efecto invernadero que se forma entre la cubierta de vidrio y el absorbedor, tal y como se muestra:

La radiación solar atraviesa la cubierta e incide sobre el absorbedor, que a su vez transmite la energía a los colectores. De la energía entrante tan solo un 10% es reflejado.

En el momento en que entra en funcionamiento el captador, el sistema es muy favorable a la absorción de energía, pero llega un momento en que se llega al equilibrio del sistema y es cuando la placa absorbidora se convierte a su vez en un emisor de calor. Es en este momento en que la cubierta deja reflejar tan solo una pequeña parte de radiación y se produce el efecto invernadero.

Es en esta situación en la que se encuentra el absorbedor. Dentro de la cubierta, dependiendo del tipo de captador se puede dar el caso en que la temperatura del absorbedor llegue hasta los 200 °C. Además, dependiendo del entorno en que se encuentre, es posible también la presencia de contaminantes, de humedad ambiental o de rocío. El captador en funcionamiento actúa en las temperaturas anteriormente dichas, pero de noche y especialmente a las primeras horas de la mañana cuando el absorbedor aún no ha alcanzado esas temperaturas la humedad que haya podido entrar en la carcasa puede condensarse en las placas absorbedoras.

### **3.3.2.3 Tubos del colector**

El tipo de corrosión que afecta a los tubos del colector depende del tipo de fluido caloportador al que se transfiere la energía. De modo general existen cuatro tipos:

- i) Agua natural
- ii) Agua con adición de anticongelantes
- iii) Líquidos orgánicos sintéticos derivados del petróleo

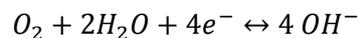
#### iv) Aceites de silicona

Para aplicaciones de ACS, se utilizan los dos primeros, el cuál al segundo tipo se le suma los problemas del primero más el posible efecto de los aditivos anticongelantes.

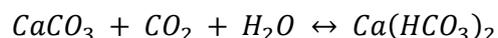
### 3.3.2.4 Agua natural

Se suele utilizar en el caso de que el circuito sea abierto y el agua sanitaria pasa directamente por los conductos. En este caso es preceptiva la utilización de materiales permitidos para la conducción de agua potable. Algunas legislaciones prohíben este sistema.

El factor que determina la corrosión en este caso es la composición del agua y su temperatura. Las sales disueltas determinan de forma muy importante la corrosión. Debido a que esta agua ya ha sido previamente tratada en estaciones de tratamiento de agua potable, los parámetros más importantes son la dureza y la temperatura. En general la reacción catódica que se produce es la siguiente:



Si el agua es dura, se produce una capa incrustante de  $CaCO_3$  que protege los conductos de la corrosión. La formación de esta capa depende del equilibrio carbonato-bicarbonato, en el cual la presencia de  $CO_2$  determina el equilibrio:



Donde el bicarbonato es soluble en agua.

Igualmente la temperatura influye en la constante de equilibrio de la reacción. La solubilidad del carbonato de calcio disminuye con el aumento de la temperatura, y esto provoca que en las zonas de salida de los captadores (una vez el agua se ha calentado, temperaturas de hasta  $80^\circ C$  en funcionamiento normal) se forme esta capa protectora. Sin embargo la zona de entrada de agua de los captadores puede estar a temperaturas de  $10^\circ C$  o inferiores (en el caso de ser un circuito abierto), con lo que la protección es menor.

Pero el uso de agua dura o que se puedan añadir sales no presentan una

---

solución, porque si bien se puede inhibir la corrosión, la formación de depósitos calcáreos provoca otra serie de inconvenientes. Estos inconvenientes son principalmente que se empeora la transferencia de calor entre los tubos y el agua, además del estrechamiento del paso del agua, que en este caso no tan solo influye en la pérdida de rendimiento del sistema, si no que puede provocar la rotura de los tubos por el aumento de presión provocado.

### **3.3.2.5 Agua con anticongelantes**

Además de los problemas que se encuentran con el uso del agua, en caso de que se utilicen anticongelantes hay una serie de inconvenientes añadidos.

En este caso tratamos de instalaciones con el circuito primario cerrado, ya que no es posible la adición de anticongelantes en el agua potable debido a su toxicidad. Los captadores no trabajan cuando no incide la radiación solar suficiente, y esto suele ser precisamente cuando son las horas más frías del día. Dado que esas horas el agua del circuito primario no circula, si la temperatura es suficientemente baja se puede producir su congelación y, por lo tanto, los problemas que de ello se derivan (incluido la rotura de tuberías). Por lo tanto el uso de anticongelantes es prácticamente de uso obligatorio en zonas de clima templado y de clima frío.

Los anticongelantes más comunes son el etilenglicol, y últimamente el propilenglicol debido a que éste es menos tóxico.

El problema añadido de los anticongelantes es producido no por la naturaleza intrínseca de estos compuestos, si no que a temperaturas elevadas estos productos se descomponen en productos corrosivos. Estos productos suelen ser ácidos carboxílicos. Los más comunes son el ácido fórmico, ácido acético y ácido glicólico, si bien también hay presencia de ácido oxálico, ácido glicoxálico y productos polimerizados a partir de estos (propionatos).

### **3.3.3 Corrosión galvánica**

Además de la corrosión que se puede producir por el ambiente en que se sitúan cada una de las partes que componen el captador solar, hay que señalar que también es importante la posible corrosión que se pudiese ocasionar por el contacto entre los diferentes materiales que lo componen.

### **3.3.3.1 Contacto entre materiales**

Si bien el contacto entre la carcasa y el resto de los componentes puede ser el de un material dieléctrico habitual, el contacto entre absorbedor y los tubos ha de ser directo para obtener una transferencia de calor óptima.

El modo de contacto entre dichos materiales depende del tipo de configuración del colector. En algunos casos los perfiles son extrusionados y por lo tanto el metal del absorbedor y los tubos son la misma pieza. Sin embargo en el caso en que los tubos estén fijados o soldados al absorbedor, la elección de los materiales ha de tener en cuenta la corrosión.

### **3.3.3.2 Sin contacto físico directo**

Una corrosión local de un metal puede originar productos de corrosión solubles que se depositan por una reacción de desplazamiento sobre metales menos nobles que estén en la misma solución formando celdas locales. Esto sucede en los circuitos de circulación de agua.

En las instalaciones habituales de agua, en el caso de haber varios materiales el orden es de menos noble a más noble, ya que los productos derivados de los primeros, al seguir la dirección del flujo, se depositan sobre el metal más noble y no se provoca la corrosión de este. Sin embargo, dado que los circuitos en el absorbedores son cerrados (habitualmente), el fluido circula de forma cíclica y por lo tanto no existe un “antes” y un “después”. Esto hace que no sea posible la utilización de materiales diferentes en el circuito primario.

## **3.3.4 Materiales y soluciones en los colectores**

### **3.3.4.1 Carcasa**

La elección del material para la carcasa, cómo se indicó, se debe basar principalmente en los factores de capacidad para soportar el resto de elementos del colector, ligereza para su colocación en tejados y capacidad para soportar las condiciones atmosféricas.

El material que más se ajusta a estas características es el aluminio. Existirían otras soluciones de metales ligeros y resistentes, pero de mayor coste. De hecho es el

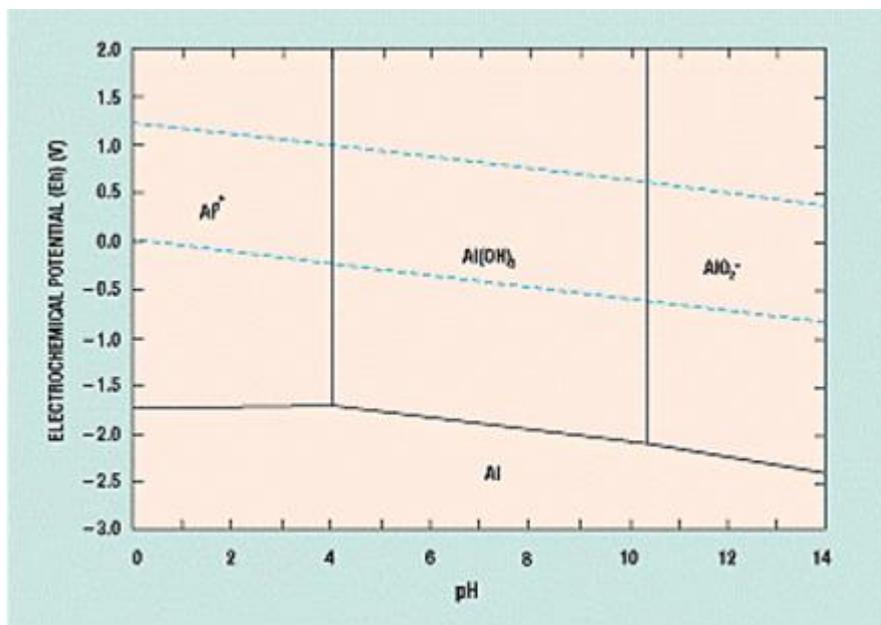
---

material más habitual.

El aluminio debe su buena resistencia a la corrosión gracias a la capa pasivante de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  que se forma. Aunque la capa que se forma instantáneamente en una superficie de aluminio es extremadamente fina (1nm), ésta es extremadamente eficaz. La capa ofrece una protección razonable a temperaturas altas, si bien es más efectiva a temperaturas más bajas y en condiciones de corrosión ambiental. Dado que la capa de óxido se auto-renueva, la abrasión accidental de la superficie se repara rápidamente.

La mayor resistencia del aluminio se encuentra en aluminio puro. Como muchos materiales, la presencia de impurezas provoca una mayor corrosión del material.

Cómo se puede apreciar en el diagrama de Pourbaix del aluminio, figura 36, se observa que se presenta inmunidad o pasividad en un rango de pH que va desde 4,0 hasta 10,5. Dentro de ese pH, pero, puede presentar ataque por picadura, debido al ataque localizado de aniones en el medio.



**Figura 36** – Diagrama de Pourbaix del aluminio. Fuente [www.ct.ufrgs.br](http://www.ct.ufrgs.br).

Las aleaciones de aluminio más habituales para este tipo de instalaciones son las siguientes:

- Aluminio 1100: Cu 0.05-0.2%, Si+Fe 1%, Mn 0.05, Zn 0.1%, Al 99.00% min. Esta clase es el aluminio comercial puro. Tiene excelentes propiedades para la corrosión y es el más barato.

- Aluminio 3003: Cu 0.25-0.30 %, Si 0.6%, Fe 0.7%, Mn 1.0-1.5%, Zn, 0.1%. Es una de las aleaciones de aluminio más usadas. Es esencialmente aluminio puro comercial con el añadido de manganeso que le aumenta la resistencia a la tracción un 20% sobre la aleación 1100. Tiene las mismas características que éste, con su mejora en la resistencia.

- Aluminio 5251: Mg 1.7-2.4%, Mn 0.1-0.5%, Cr 0.15%, Cu 0.15%, Fe 0.50%, Si 0.40%, Ti 0.15%, Zn 0.15%. Es una aleación aluminio-magnesio-manganeso, con unas buenas propiedades mecánicas y una alta resistencia a la corrosión, especialmente en atmósferas marinas.

### **3.3.4.2 Absorbedor**

Como se indicó, el material absorbedor está sometido a corrosión a temperaturas que pueden llegar a los 200°C. El material, además de poder resistir tanto mecánicamente como a la corrosión a estas temperaturas, ha de tener una absorptividad alta y una emisividad baja para un funcionamiento eficaz del sistema de colectores solares.

Las soluciones más habituales para los absorbedores suelen ser una placa metálica que suele ser, en la mayoría de los casos aluminio o cobre, y en algunos aceros inoxidable. Dicha placa metálica se suelda por soldadura laser o por ultrasonido a un emparrillado de tubos por donde circula el fluido caloportador. Un ejemplo de esta unión la podemos visualizar en la figura 37. En la figura 38 podemos observar un posible circuito para el fluido caloportador al pasar por el interior del captador.



**Figura 37** – Muestra un corte transversal de un canal unido a una aleta. Este diseño no es apropiado en captadores plásticos.



**Figura 38** – Posible circuito para el fluido caloportador al pasar por el interior del

Para mejorar la absorptividad y la emisividad de estos materiales, se utilizan dos tipos de recubrimiento. Señalar pues, que los recubrimientos han de cumplir principalmente ésta función, y por lo tanto su diseño no está dirigido a la protección de las placas metálicas a la corrosión.

Sin embargo, es el recubrimiento el que se puede degradar ya que es el que está en contacto con el ambiente. Es por eso que el material del

recubrimiento tenga buenas propiedades de resistencia a la corrosión en las condiciones descritas. Actualmente el desarrollo de estos recubrimientos permite su utilización con una garantía de los fabricantes superior a los 10 años. Debido a la importancia de la durabilidad y el buen comportamiento necesario para los absorbedores, se están empezando a establecer estándares internacionales de calidad para dichos recubrimientos así como los métodos de ensayo.

La solución clásica de los recubrimientos eran pinturas de origen orgánico de color negro, que mejoraban notablemente las propiedades respecto a la radiación solar. Además el recubrimiento orgánico protege en principio de la corrosión al material de soporte de la placa absorbidora. Pero estos recubrimientos a las temperaturas de trabajo de los colectores, así como a los diferentes cambios de temperatura a los que están sometidos, solían degradarse muy rápidamente, con lo que se buscaron otras soluciones.

Actualmente los recubrimientos son metálicos, algunas veces dispuestos en varias capas. Se conoce que acciones espectrales como las requeridas se consiguen con capas de anodizado natural. Mediante una coloración electrolítica adicional con sales de cobre se pueden conseguir coeficientes de absorción de hasta el 95% y de emisión entre el 15 y el 18 % de la radiación térmica.

En la tabla 46 podemos observar los valores obtenidos para los diferentes tipos

de tratamiento:

**Tabla 46** – Tabla de absorptividad y emisividad de diferentes tratamientos. Fuente “CENSOLAR”.

Producto	Tratamiento	Absorbedor	Absortividad	Emisividad
Cromo negro	Cromo níquel sobre negro	Cobre	0.95	0.12
Maxorb	Níquel negro	Aluminio	0.97	0.11
Black Crystal	Níquel	Cobre	0.95	0.10
Sun Strip New	Níquel	Aluminio	0.95	0.10
Tinox	Tinox	Cobre	0.95	0.05
Sunselect	Óxido de Ti	Cobre	0.95	0.05

Descripción de los tratamientos:

- Cromo negro: el material base para este tratamiento suele ser el cobre. Los absorbedores con cromo negro se protegen de la oxidación por medio de una capa de níquel.

- Níquel negro: en el proceso de producción, la banda suele pasar en continuo a través de diferentes baños con agentes limpiadores como fase previa a la aplicación electrolítica de níquel (el cromo negro sigue un proceso muy similar).

El proceso productivo ha sido probado durante años ofreciendo buenas características de absorptividad y estabilidad con el tiempo.

- Cristal negro: una vez que la banda de cobre ha sido limpiada, una capa de níquel con cristales especiales es depositada, y cubierta con un spray a base de cristal líquido. Se requiere de medidas de protección adicionales que sean capaces de tratar

el vapor de alcohol en el área donde el cristal líquido es pulverizado.

- PVD (Physical Vapour Deposition). Un chorro de electrones es conducido directamente contra la superficie a tratar, en presencia de una cámara dónde se ha provocado el vacío. El material vaporiza y es depositado sobre la banda de cobre, mientras oxígeno y nitrógeno son introducidos a baja presión en la cámara al vacío. En el caso de Tinox, una banda de cuarzo es depositada en la parte superior, para que se puedan ajustar los índices de refracción entre la capa de tratamiento y el aire.

- Sputtering: Tiene lugar en una cámara rellena con Argón. Se crea un campo entre un material conectado como ánodo y el material selectivo, tratado como cátodo. Debido al campo generado, los iones de argón son acelerados a través del cátodo, que es bombardeado, depositándose los iones sobre la banda de cobre.

- PECVD: se añade una capa adicional al proceso de PVD. Un compuesto químico volátil que contiene componentes del tratamiento requerido es situado en una cámara, para que reaccione con el absorbedor. El compuesto se descompone en la capa superior de la banda de cobre y deja una capa de elementos inorgánicos detrás de él.

Comentar además que se llevan desarrollando últimamente colectores especiales libres de corrosión de material plástico. En este caso, el diseño del absorbedor ha de ser diferente al clásico a causa de la baja conductividad térmica de los plásticos, tal como se muestra en la figura:

Este tipo de colectores se están empezando a utilizar en instalaciones que pueden sufrir corrosión fácilmente, cómo pueden ser estaciones desalinizadoras o bien de obtención de energía solar térmica a partir de agua marina.

Dado que la base es polimérica, no es posible aplicar capas de material selectivo por deposición galvánica, por lo que se suele utilizar la técnica del sputtering.

### **3.3.4.3 Tubos del colector**

Los tubos del colector pueden ser directamente extrusionados sobre la placa absorbidora o bien la solución más habitual es la de combinaciones de chapa con tubo. En el primer caso la corrosión galvánica por contacto directo no existe al ser la misma pieza. En el segundo, es importante la selección de materiales.

Los serpentines del colector suelen ser habitualmente de cobre, de la misma clase que se utiliza para la instalación secundaria de ACS. También podría ser posible la utilización de acero para los tubos del absorbedor, pero se debe tener en cuenta toda la instalación del circuito primario, y para evitar la corrosión galvánica sin contacto físico directo se emplea la solución de cobre.

La utilización de Cu como material en los tubos del colector implica una menor corrosión galvánica por contacto entre el tubo y el absorbedor, ya que éste suele ser o bien de cobre o de otro material menos noble (aluminio).

#### Antioxidantes (Inhibidores):

Para evitar la corrosión interna de los tubos de los colectores a causa de la propia acción corrosiva del agua a la que hay que añadir la que provocan los productos de degradación de los anticongelantes, se hace indispensable la utilización de productos anticorrosivos específicos en los circuitos primarios.

En los circuitos industriales de sistemas de intercambio de calor son muy diversas las opciones de utilización de productos anticorrosivos. Para este tipo de aplicaciones las soluciones habituales son inhibidores de la corrosión de base nitrito, molibdato o amina. Sin embargo es importante la no toxicidad de los compuestos utilizados, a pesar de que el riesgo de que las sustancias pasen del circuito primario al secundario sean pocas. Para los circuitos de energía solar térmica existen productos comerciales que incluyen distintos tipos de anticorrosivos ya que se diseñan para que puedan proteger diferentes tipos de material. Estos compuestos son sales de ácidos orgánicos para la protección de materiales ferrosos, silicatos para la protección del aluminio, triazoles para protección metálica y además se le añaden bórax y KOH para mantener una reserva de medio básico para contrarrestar la disminución de pH que provoca la degradación del anticongelante.

Los inhibidores inorgánicos pueden dividirse en dos grupos, los pasivantes y los no pasivantes. Los primeros son agentes oxidantes que pueden reducirse y suelen actuar en medio neutro-básico. La formación del óxido pasivante suele ir ligado a la formación de trazas de hidróxido.

Los inhibidores orgánicos se suelen adsorber sobre la superficie del metal. Durante el proceso de adsorción, el compuesto orgánico suele fijarse a través de sus grupos polares a la superficie del metal para después reducirse, formar iones complejos, polimerización o formación de precipitados sobre la superficie.

### **3.4 Implicaciones de la corrosión de los captadores**

La corrosión de las diferentes partes que componen el sistema de ACS basado en energía solar térmica comporta una serie de problemas que afectan desde un nivel económico a un nivel de seguridad.

La rotura de alguna parte de la instalación, puede conllevar el riesgo de inundación de una vivienda o la aparición de humedades en una casa, cómo la rotura de cualquier instalación sanitaria convencional. Riesgos mayores pueden aparecer si la corrosión afecta a los circuitos primario y secundario y se produce una contaminación en el agua potable por parte del fluido caloportador. Es por esto la recomendación de sustancias no tóxicas en éste fluido.

Otro fenómeno que afecta en el aspecto de seguridad son los posibles sobrecalentamientos de la instalación que pueden provocar roturas de la instalación y su consecuente daño a personas u otros elementos de la vivienda. El sobrecalentamiento, si el diseño de la instalación es adecuado sólo se dará en el caso de obturaciones o pérdidas de fluido en el circuito primario que provoquen la vaporización de éste. Asimismo esta vaporización provoca la degradación del anticongelante a compuestos más agresivos, aumentando el riesgo de corrosión en otras zonas y consecuentemente el riesgo de rotura.

Desde el punto de vista económico, la corrosión puede afectar a cualquier punto de la instalación, dañando estructuras y causando daños secundarios como los explicados, con la inevitable implicación económica que conlleva reparar el daño provocado. Sin embargo el problema de la corrosión no sólo afecta en problemas puntuales durante la operación del sistema de captación de energía solar, sino que el rendimiento térmico de la instalación se puede ver afectado, y por lo tanto el rendimiento económico de la instalación también se verá afectado.

Los principales aspectos que afectan al rendimiento del sistema de absorción, desde el punto de vista en que afecta la corrosión, son:

- Degradación del recubrimiento selectivo del absorbedor
  
- Modificación de la velocidad y de las propiedades del fluido caloportador en el primario.

### **3.4.1 Degradación del recubrimiento selectivo del absorbedor**

La degradación del recubrimiento del absorbedor es un elemento muy importante a tener en cuenta a la hora de seleccionar un colector solar con tal de que el período de retorno de la inversión sea mínimo. Hasta hoy en día este tipo de instalaciones solían tener periodos de retorno bastante elevados. Es por este motivo que la mayor parte de los fabricantes ofrecen garantías de 10 años sobre sus placas solares.

Sin embargo, la disminución de costes de fabricación nos lleva a periodos de retorno actuales de 5 o 6 años. De todas maneras, la mejora de los recubrimientos sigue estando encaminada a la mejora de la durabilidad de los materiales, ya que el diseño inicial de ello no tiene en cuenta el factor de degradación, que afecta directamente al rendimiento térmico de la instalación.

Las nuevas especificaciones que se están elaborando para los colectores solares determinan que la pérdida óptica de rendimiento no debe superar el 5% para un tiempo de vida de diseño de 25 años.

### **3.4.2 Modificación de la velocidad del fluido**

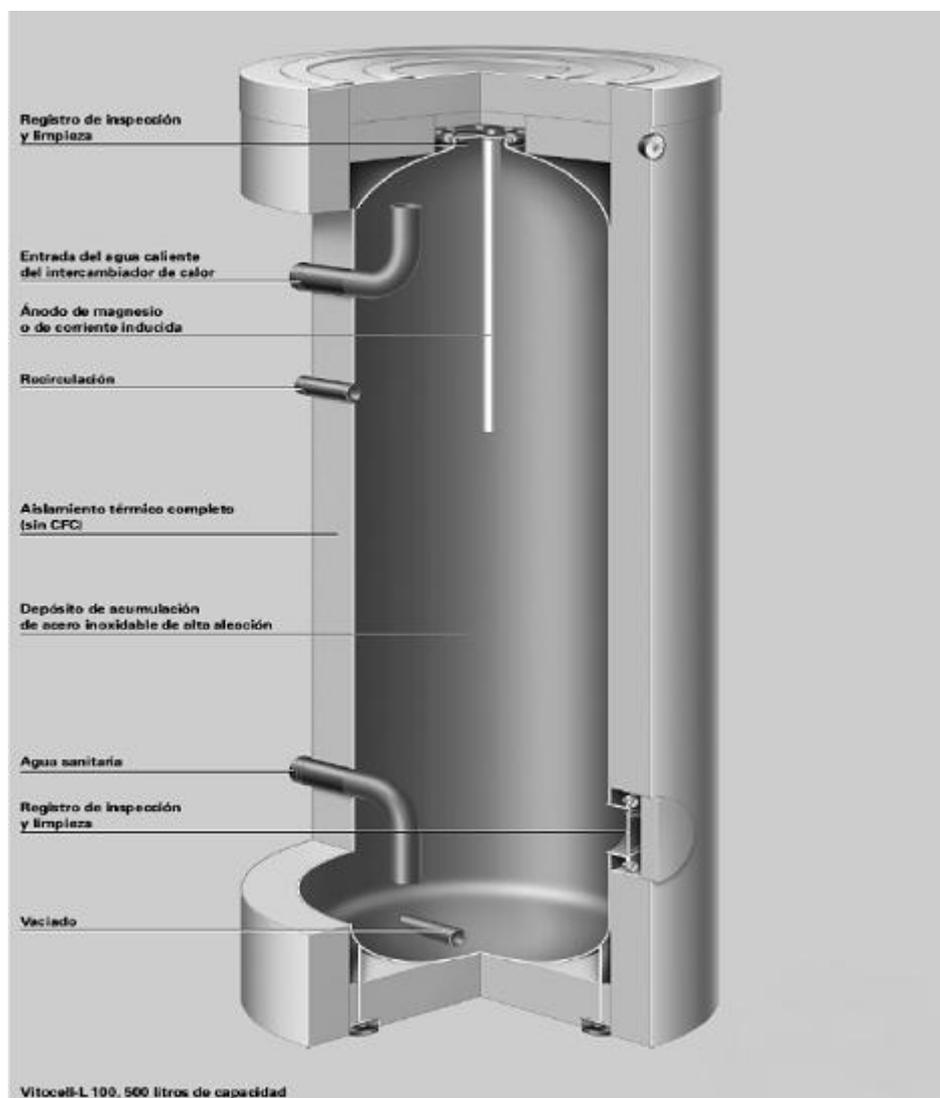
Los restos de óxido y obturaciones en el circuito primario pueden provocar la disminución de velocidad del fluido caloportador. Al disminuir la velocidad, el fluido caloportador aumenta su temperatura, pudiendo provocar los riesgos físicos mencionados antes.

Desde el punto de vista de rendimiento, esto afecta en el sentido que al aumentarse las temperaturas el fluido cambia sus propiedades, y por lo tanto el rendimiento para el que fue diseñado disminuye, sea por un aumento de pérdidas térmicas en el captador o por aumento de pérdidas de carga en el circuito o por el propio mantenimiento de la instalación, ya que al degradarse más rápido el fluido, éste debe sustituirse con más frecuencia de lo especificado por el fabricante.

### 3.5 Subsistema de acumulación

El acero inoxidable es sin duda uno de los mejores materiales para la construcción de elementos que se encuentren en contacto permanente con agua, no solo por su resistencia ante aguas ácidas o alcalinas, sino también por su favorable relación calidad-precio y su reducido peso que los hacen altamente manejables, lo que a la vez reduce su tiempo y esfuerzo de instalación. Otra ventaja es que es bacteriológicamente inerte.

**Figura 39** – Figura explicativa de las partes componentes de los acumuladores Vitocell de la marca VIESSMANN. Fuente catálogo técnico de “VIESSMANN”.



Así, de forma general, podemos hablar de dos soluciones diferentes para los

problemas de corrosión en los equipos de este subsistema:

A) Por un lado los interacumuladores y acumuladores de ACS fabricados con acero inoxidable, comercialmente a modo de ejemplo existen estos tipos:

- Por parte de Viessmann: acero austenítico al cromoníquelmolibdeno, estabilizado con titanio (X6 CrNiMoTi17-12-2) o (AISI 316Ti) o acero inoxidable con el nº de material 1.4571.

- Por parte de Rayosol o Adisa o iDrogas: Acero inoxidable del tipo AISI 316L, de bajo contenido en carbono o acero inoxidable con el nº de material 1.4404.

Siendo ambos ejemplos adecuados para ACS, y no necesitan de más protecciones.

B) Por otro lado los equipos fabricados de acero recubierto con esmaltes y con protección catódica. A modo de ejemplo:

- Por parte de Viessmann: Se trata de un acero con un esmaltado de dos capas “Ceraprotect” que es un recubrimiento inerte contra la corrosión fabricado con un material vidrioso, es químicamente neutro y apto para uso alimenticio. Las paredes lisas del esmaltado no tienden a quedar recubiertas de cal. Además para la protección catódica, el interacumulador de ACS está equipado con un ánodo de protección. Puede ser de magnesio (de sacrificio) o un ánodo de corriente inducida exento de mantenimiento.

Se presenta un esquema en la figura 39.

- Por parte de Buderus: el material es acero al carbono ST 37.2, se hace un tratamiento de doble termovitrificado llamado “Duoclean MKT” (para proteger contra la corrosión y admitir un rango de temperaturas de -30°C a 220°C).

Además se ha de añadir la protección catódica mediante ánodos. Si además se añade una tercera capa, el equipo es resistente al agua de mar cuya conductividad es de 20000 a 55000  $\left(\frac{\mu S}{cm}\right)$ .



# 4. ANEXO B

## HOJAS DE ESPECIFICACIONES

## **ÍNDICE DESGLOSADO “ANEXO B”**

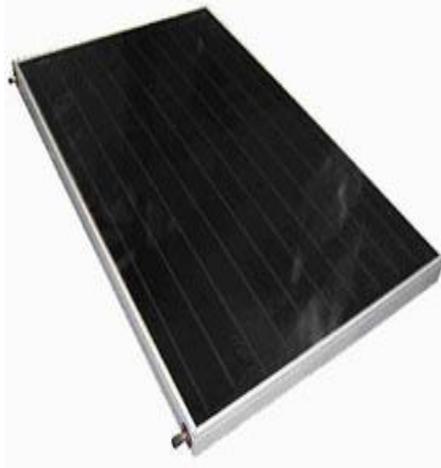
4	HOJAS DE ESPECIFICACIONES .....	1
4.1	Hoja de especificaciones del captador solar.....	1
4.2	Hoja de especificaciones del acumulador solar.....	2
4.3	Hoja de especificaciones del acumulador de energía auxiliar.....	3
4.4	Hoja de especificaciones de la caldera .....	4
4.5	Hoja de especificaciones de la Válvula mezcladora. ....	6
4.6	Hoja de especificaciones del intercambiador de calor. ....	8
4.7	Hoja de especificaciones de las tuberías .....	9
4.8	Hoja de especificaciones del aislamiento tubular .....	10
4.9	Hoja de especificaciones de los purgadores automáticos.....	12
4.10	Hoja de especificaciones del electrocirculador del circuito “INTERCAMBIADOR SOLAR – CAMPO DE CAPTADORES” .....	13
4.11	Hoja de especificaciones del electrocirculador del circuito “ACUMULADOR SOLAR – INTERCAMBIADOR SOLAR” .....	14
4.12	Hoja de especificaciones del Vaso de expansión .....	15
4.13	Hoja de especificaciones del módulo de control diferencial. ....	16
4.14	Ficha internacional de seguridad química del etilenglicol. ....	19
4.15	Ficha internacional de seguridad química del propilenglicol. ....	22

## 4 HOJAS DE ESPECIFICACIONES

### 4.1 Hoja de especificaciones del captador solar

Proyecto:  <b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b>	Nombre del elemento:	Marca:
	<b>Captador solar de placa plana.</b>	<b>Soleco</b>
	Nº de homologación:	Modelo:
	<b>GPS-8069</b>	<b>2.3 Cu S</b>
Función: Dispositivo diseñado para absorber la radiación solar y transmitir la energía térmica así producida a un fluido de trabajo que circula por su interior.		
Características técnicas	Uds.	Modelo Cu 2,3S
Área bruta	m <sup>2</sup>	2,3
Área de apertura	m <sup>2</sup>	2,17
Relación área neta/bruta		0,94
Peso	Kg	41,86
Capacidad de fluido	Litros	4,7
Alto	mm	1894
Anchura	mm	1206
Espesor	mm	99
Diámetro conductos colectores	mm	25
Diámetro conductos verticales/número	mm	16/11
Presión de prueba	bar	14
Presión de operación	bar	8
Absorbancia ( $\alpha$ )		0,95
Emisividad ( $\beta$ )		0,05
<b>Ecuación de rendimiento (norma EN 12975):</b>  $\eta = 0,75 - 3,85 * Tm^* - 0,0289 * G * Tm^{*2}$		
Descripción técnica: Absorbedor: aletas de cobre soldadas a un emparrillado de tubos de cobre por ultrasonido. Las aletas están tratadas con pintura selectiva “SUNSELECT”. Caja: Aluminio pintado electrostáticamente al horno. Aislada con dos capas una de poliuretano expandido y otra de lana de vidrio. Cristal solar: cristal templado de 3,7 mm, tipo extra-claro, de bajo contenido en hierro.		
Otros datos: Garantía 5 años.		

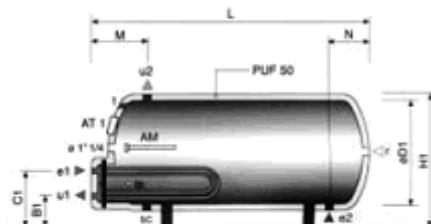
Imagen:



## 4.2 Hoja de especificaciones del acumulador solar

Proyecto:		Nombre del elemento:	Marca:								
<p><b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b></p>		Acumulador solar	IDROGAS								
		Nº de homologación:	Modelo:								
			<b>ACSPOF-4000T</b>								
Función:											
Depósito en el que se acumula el agua calentada por energía solar.											
Características técnicas		Uds.	Imagen:								
Capacidad	L	4000									
Material aislante		Poliuretano flexible									
Espesor del aislamiento	mm	50									
Revestimiento externo		Pvc color gris + poliuretano flexible									
Espesor del revestimiento externo	mm	0,4 y 5 respectivamente									
Protección contra la corrosión											
Tratamiento interior del depósito		SmaltoPLAST									
Protección catódica con ánodo de corriente impresa (CORREX) opcional protección con ánodo de sacrificio											
Temperatura de trabajo máxima	°C	100									
Presión máxima de trabajo	bar	10									
Peso	Kg	500									
Dimensiones:											
<p>ac agua caliente      r recirculación af agua fría          Ø 1-1/4" ep entrada preparador      sc descarga Ø 1-1/4" ts termostato Ø 1/2" up salida preparador      AMS 4 ánodo de magnesio</p>											
Capac. Lts.	DIMENSIONES (mm)								Conex.	Ánodos	Peso
4000	A	B	C	OD	H	H1	L	N	ac-af	nº Ø x L	Kg
	570	1240	2440	1400	2855	1565	2720	440	2-1/2"	2 32 x 520	495
Otros datos:											
Garantía 3 años contra perforación por corrosión electroquímica.											

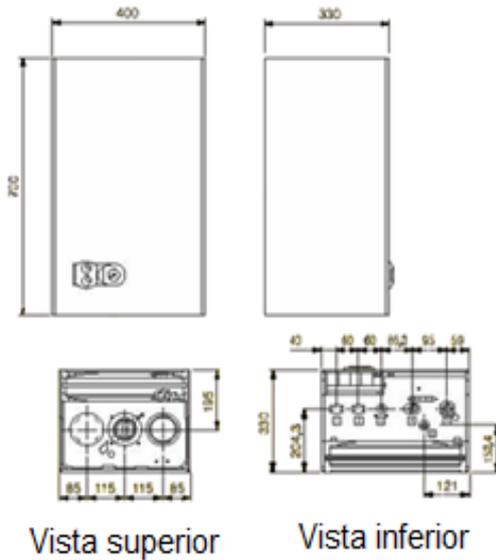
### 4.3 Hoja de especificaciones del acumulador de energía auxiliar

Proyecto:  <b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b>	Nombre del elemento:	Marca:																																																																																				
	<b>Acumulador auxiliar</b>	<b>IDROGAS</b>																																																																																				
	Nº de homologación:	Modelo:																																																																																				
		<b>BOSPX-4000T</b>																																																																																				
Función:  Depósito en el que se acumula el agua calentada por energía convencional. Pertenece al sistema de energía auxiliar.																																																																																						
Características técnicas	Uds.	Imagen:   <p><b>BOSX</b></p> <p>e1 entrada primario      r recirculación (Ø 3/4" hasta 1000, resto Ø 1-1/4")                      u1 salida primario                      e2 entrada secundario      AM ánodo de magnesio                      u2 salida secundario      AT1 ánodo testler                      sc descarga Ø 1 1/4"</p>																																																																																				
Capacidad	L		4000																																																																																			
Material aislante			Poliuretano flexible																																																																																			
Espesor del aislamiento	mm		50																																																																																			
Revestimiento externo			Pvc color gris + poliuretano flexible																																																																																			
Espesor del revestimiento externo	mm		0,4 y 5 respectivamente																																																																																			
Protección contra la corrosión																																																																																						
Tratamiento interior del depósito			SmaltoPLAST																																																																																			
Protección catódica con ánodo de corriente impresa(CORREX)																																																																																						
Temperatura de trabajo máxima	°C		100																																																																																			
Presión máxima de trabajo	bar		10																																																																																			
Peso	Kg	575																																																																																				
Dimensiones:																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="14">DIMENSIONES (mm)</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>B1</th> <th>C</th> <th>C1</th> <th>D</th> <th>D1</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>H</th> <th>H1</th> <th>L</th> <th>M</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>570</td> <td>625</td> <td>295</td> <td>845</td> <td>515</td> <td>1.400</td> <td>1400</td> <td>2.440</td> <td>430</td> <td>2.855</td> <td>1.565</td> <td>2720</td> <td>625</td> <td>440</td> </tr> <tr> <th rowspan="3">Capacidad Lts.</th> <th colspan="2">Intercambio térmico</th> <th colspan="3">Producción ACS</th> <th rowspan="3">Peso Kg</th> <th colspan="3">Conexiones</th> <th rowspan="3">Ánodo</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">KW</th> <th rowspan="2">Kcal/h</th> <th rowspan="2">Continuo L/h</th> <th rowspan="2">10 min L</th> <th rowspan="2">1º hora L</th> <th rowspan="2">e1-u1</th> <th rowspan="2">e2-u2</th> <th rowspan="2">nº</th> </tr> <tr> <th>Tipo</th> </tr> <tr> <td>4.000</td> <td>195</td> <td>167.700</td> <td>4.800</td> <td>5.371</td> <td>9.371</td> <td>575</td> <td>2"</td> <td>2-1/2"</td> <td>2</td> <td>AM3</td> </tr> </tbody> </table>														DIMENSIONES (mm)														A	B	B1	C	C1	D	D1	E	F	H	H1	L	M	N	570	625	295	845	515	1.400	1400	2.440	430	2.855	1.565	2720	625	440	Capacidad Lts.	Intercambio térmico		Producción ACS			Peso Kg	Conexiones			Ánodo	KW	Kcal/h	Continuo L/h	10 min L	1º hora L	e1-u1	e2-u2	nº	Tipo	4.000	195	167.700	4.800	5.371	9.371	575	2"	2-1/2"	2	AM3
DIMENSIONES (mm)																																																																																						
A	B	B1	C	C1	D	D1	E	F	H	H1	L	M	N																																																																									
570	625	295	845	515	1.400	1400	2.440	430	2.855	1.565	2720	625	440																																																																									
Capacidad Lts.	Intercambio térmico		Producción ACS			Peso Kg	Conexiones			Ánodo																																																																												
	KW	Kcal/h	Continuo L/h	10 min L	1º hora L		e1-u1	e2-u2	nº																																																																													
											Tipo																																																																											
4.000	195	167.700	4.800	5.371	9.371	575	2"	2-1/2"	2	AM3																																																																												
Otros datos: Garantía 3 años contra perforación por corrosión electroquímica.																																																																																						

#### 4.4 Hoja de especificaciones de la caldera

Proyecto:  <b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b>	Nombre del elemento:	Marca:
	<b>Caldera</b>	<b>FERROLI</b>
	Nº de homologación:	Modelo:  DOMIproject F 32
Función:		
Dispositivo que calienta un fluido de trabajo hasta la temperatura de servicio, por medio de la combustión de un combustible, que luego se distribuirá por los emisores mediante una red de tuberías. Pertenece al sistema de energía auxiliar.		
Datos técnicos:		
Potencia	Gasto calorífico sobre P.C.I.	34,4 KW
	Potencia útil máxima	32 KW
	Potencia útil mínima	9,9 KW
Rendimiento	Rendimiento en potencia nominal (80~60 °C)	93,1 %
	Rendimiento en carga reducida (30% Pn)	90,5 %
	Clasificación energética según 92/42 CEE	***
	Clase de emisión de NO <sub>x</sub> , Según EN 297/A-EN 483	3(<150 mg/KWh)
Alimentación gas	Consumo máximo de gas propano	2,69 Kg/h
Calefacción	Rango de trabajo	30~85 °C
	Presión máxima de trabajo	3 bar
	Válvula de seguridad	3 bar
	Presión mínima de trabajo	0,8 bar
	Capacidad vaso de expansión	10 L
	Presión precarga vaso de expansión	1 bar
	Contenido de agua en la caldera	1,2 L
Sanitario	Rango de trabajo	40~65 °C
	Presión máxima de trabajo	9 bar
	Presión mínima de trabajo	0,25 bar
	Producción de ACS con ΔT=25°C	18,3 L/min
	Producción de ACS con ΔT=30°C	15,2 L/min
	Contenido de agua en la caldera	0,5 L
Salida de gases quemados	Distancia máxima equivalente Φ 60/100 mm	5 m
	Distancia máxima equivalente Φ 80/125 mm	10 m
	Distancia máxima equivalente Φ 80 mm	48 m
Alimentación eléctrica	Máxima potencia absorbida	135 W
	Potencia absorbida por circulador calefacción	35/58/90 (W)
	Tensión alimentación/frecuencia	230 V / 50 Hz
Peso		35 Kg

Dimensiones:



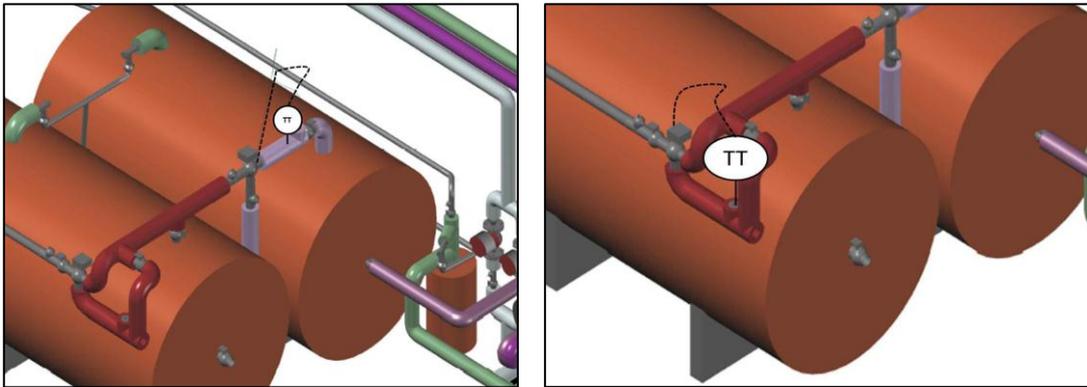
1. Ida calefacción  $\Phi \frac{3}{4}$ "
2. Salida de ACS  $\Phi \frac{1}{2}$ "
3. Entrada de gas  $\Phi \frac{1}{2}$ "
4. Entrada de agua fría sanitaria  $\Phi \frac{1}{2}$ "
5. Retorno de calefacción  $\Phi \frac{3}{4}$ "
6. Válvula de seguridad

Otros datos:

Garantía 3 años contra perforación por corrosión electroquímica.

### 4.5 Hoja de especificaciones de la Válvula mezcladora.

Proyecto:  <b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b>	Nombre del elemento:	Marca:																																																																								
	Válvula termostática	HONEYWELL																																																																								
	Nº de homologación:	Modelo:																																																																								
		V 135 C																																																																								
Función:  En conjunción con un termostato T100R la válvula V135C puede controlar la temperatura en los acumuladores de ACS y en circuitos de calefacción por suelo radiante. Esta válvula puede emplearse como mezcladora o como distribuidora.																																																																										
Características técnicas		Imagen:  																																																																								
Cuerpo	Bronce																																																																									
Conectores	Latón																																																																									
Elementos internos y accionador manual	Plástico																																																																									
Junta de estanqueidad	Cartón mineral																																																																									
Vía B cerrada en condiciones de reposo																																																																										
Recorrido máximo	2 mm																																																																									
Temperatura de trabajo máxima	120 °C																																																																									
Presión máxima de trabajo	10 bar																																																																									
Dimensiones:																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONEXIONES</th> <th>½"</th> <th>¾"</th> <th>1"</th> <th>1 ¼"</th> <th>1 ½"</th> <th>2"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dimensiones mm</td> <td>H máx.</td> <td>82</td> <td>82</td> <td>82</td> <td>82</td> <td>94</td> <td>94</td> </tr> <tr> <td>V135B</td> <td>h</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>45</td> <td>50</td> <td>65</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>V135C</td> <td>h</td> <td>60</td> <td>70</td> <td>80</td> <td>95</td> <td>106</td> <td>128</td> </tr> <tr> <td>V135D</td> <td>h</td> <td>52</td> <td>64</td> <td>74</td> <td>86</td> <td>100</td> <td>117</td> </tr> <tr> <td>V135B</td> <td>L</td> <td>80</td> <td>80</td> <td>90</td> <td>100</td> <td>130</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>V135C</td> <td>L</td> <td>130</td> <td>140</td> <td>159</td> <td>180</td> <td>211</td> <td>256</td> </tr> <tr> <td>V135D</td> <td>L</td> <td>114</td> <td>128</td> <td>148</td> <td>162</td> <td>199</td> <td>233</td> </tr> <tr> <td>kvs</td> <td></td> <td>2.8</td> <td>3.2</td> <td>5.0</td> <td>5.0</td> <td>10.0</td> <td>12.0</td> </tr> </tbody> </table>			CONEXIONES		½"	¾"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"	Dimensiones mm	H máx.	82	82	82	82	94	94	V135B	h	40	40	45	50	65	75	V135C	h	60	70	80	95	106	128	V135D	h	52	64	74	86	100	117	V135B	L	80	80	90	100	130	150	V135C	L	130	140	159	180	211	256	V135D	L	114	128	148	162	199	233	kvs		2.8	3.2	5.0	5.0	10.0	12.0
CONEXIONES		½"	¾"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"																																																																			
Dimensiones mm	H máx.	82	82	82	82	94	94																																																																			
V135B	h	40	40	45	50	65	75																																																																			
V135C	h	60	70	80	95	106	128																																																																			
V135D	h	52	64	74	86	100	117																																																																			
V135B	L	80	80	90	100	130	150																																																																			
V135C	L	130	140	159	180	211	256																																																																			
V135D	L	114	128	148	162	199	233																																																																			
kvs		2.8	3.2	5.0	5.0	10.0	12.0																																																																			
Esquema de uso:																																																																										
<p style="text-align: center;"><b>Válvula mezcladora en el secundario</b></p>																																																																										



Recomendaciones:

El agua caliente siempre se conectará por la entrada A de la válvula.

La temperatura del agua caliente (normativa edificios públicos 58º) procedente del acumulador, termo, etc., no sobrepasará en más de un 25% el valor del T100R escogido. En caso de duda, se instalará el de valor superior, T100R-AB 30-70°C.

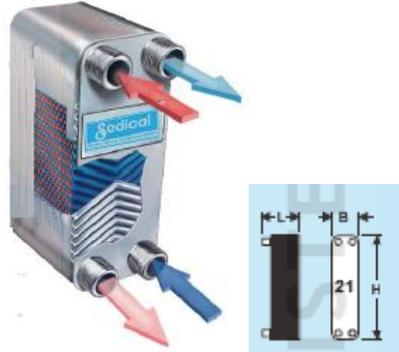
La vaina de 1/2" que contiene el bulbo del T100R, se alojará en el conducto del agua ya mezclada, de forma que el flujo de ésta lo bañe completamente.

En lo posible, siempre se optará por sistemas de recirculación dadas sus ventajas de servicio. Para instalaciones en vestuarios deportivos o instalaciones comunes de duchas (campings, etc.) es imprescindible la recirculación del agua caliente si se quiere obtener un funcionamiento óptimo.

Otros datos:

Garantía 3 años contra perforación por corrosión electroquímica.

#### 4.6 Hoja de especificaciones del intercambiador de calor.

Proyecto:  <b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b>	Nombre del elemento:	Marca:			
	<b>Intercambiador de calor</b>	<b>DISOL</b>			
	Nº de homologación:	Modelo:			
		<b>DISOL ID-4050</b>			
Función:  Dispositivo en el que se produce la transferencia de energía del circuito primario al circuito secundario.					
Características técnicas	Uds.	Imagen:			
Presión máxima de trabajo	bar				
Rango de temperatura de trabajo	°C				
Material de las placas					
Material de la soldadura					
Fluido anticongelante con agua hasta el 40%					
Temperatura en primario entrada/ salida	°C				
Temperatura en secundario entrada/ salida	°C				
peérdida de carga en primario y secundario	mca				
Dimensiones:					
CODIGO	CONEXIONES		H(mm)	H <sub>1</sub> (mm)	B(mm)
504050	R 1"	306	250	106	135
Nº de c.p.p.	Potencia (KW)	Caudal primario (L/h)		Caudal secundario (L/h)	
30	37,5	3327		3213	
Otros datos:			Garantía 5 años contra perforación por corrosión electroquímica.		

#### 4.8 Hoja de especificaciones de las tuberías

Proyecto:  <b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b>	Nombre del elemento:	Marca:						
	Tubería de cobre							
	Tipo de tubería:	Modelo:						
	Tubería tipo L							
Función:  Conducir por su interior un fluido.								
<b>CARACTERÍSTICAS</b>		Imagen:						
TEMPLE	Rígido							
COLOR DE IDENTIFICACIÓN	Azul							
GRABADO (BAJO RELIEVE)	sí							
LONGITUD DEL TRAMO	6,10 m							
DIÁMETROS	1/4" a 4 "							
Dimensiones:								
<b>Tubería de cobre de temple rígido Tipo “L”</b>								
Medida Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor de Pared	Peso	Peso por tramo	Presión Máxima	Presión Constante	Flujo
Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Lb/pie kg/m	libras kilogramos	PSI kg/cm <sup>2</sup>	PSI kg/cm <sup>2</sup>	G. P. M. L. P. M.
1/4"	0.375"	0.315"	0.030"	0.126	2.524	7,200	1,440	
6.35 mm	9.525	8.001	0.762	0.187	1.146	506.16	101.23	
3/8"	0.500"	0.430"	0.035"	0.198	3.965	6,300	1,260	1.873
9.50 mm	12.700	10.922	0.889	0.295	1.800	442.89	88.57	7.089
1/2"	0.625"	0.545"	0.040"	0.285	5.705	5,760	1,152	3.656
12.7 mm	15.875	13.843	1.016	0.424	2.590	404.92	80.98	13.493
3/4"	0.875"	0.785"	0.045"	0.455	9.110	4,632	926	9.600
19 mm	22.225	19.939	1.143	0.678	4.136	325.62	65.09	36.336
1"	1.125"	1.025"	0.050"	0.655	13.114	4,000	800	19.799
25 mm	28.575	26.035	1.270	0.976	5.954	281.20	56.24	74.94
1 1/4"	1.375"	1.265"	0.055"	0.885	17.700	3,600	720	35.048
32 mm	34.925	32.131	1.397	1.317	8.036	253.08	50.61	132.660
1 1/2"	1.625"	1.505"	0.060"	1.143	22.826	3,323	664	56.158
38 mm	41.275	38.227	1.524	1.698	10.363	233.60	46.67	212.560
2"	2.125"	1.985"	0.070"	1.752	35.042	2,965	593	119.099
51 mm	53.975	50.419	1.778	2.608	15.909	208.43	41.68	450.790
2 1/2"	2.625"	2.465"	0.080"	2.483	49.658	2,742	548	214.298
64 mm	66.675	62.611	2.032	3.695	22.545	192.76	38.52	811.120
3"	3.125"	2.945"	0.090"	3.332	66.645	2,592	518	347.397
76 mm	79.375	74.803	2.286	4.962	30.257	182.21	36.41	1,314.90
4"	4.125"	3.905"	0.110"	5.386	107.729	2,400	480	747.627
102 mm	104.775	99.187	2.794	8.017	48.909	168.72	33.74	2,829.77
Otros datos:								
Garantía 5 años contra perforación por corrosión electroquímica.								

### 4.9 Hoja de especificaciones del aislamiento tubular

Proyecto:  <b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b>		Nombre del elemento:  <b>Aislante térmico</b>	Marca:  <b>ISOCELL</b>	
		Tipo:  <b>Flexible Clase M1</b>	Modelo:	
Función:  Evitar pérdidas térmicas en los circuitos por donde circulan fluidos a mayor o menor temperatura que la ambiental.				
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>		Imagen:		
Material	Elastómero de célula cerrada Nitril-PVC			
Conductividad térmica $\lambda$ :				
	Tª en °C	$\lambda \left( \frac{W}{m \cdot K} \right)$		
	0	0,034		
	10	0,036		
	40	0,039		
Temperatura de trabajo (°C)		- 40 a 105		
Coeficiente de permeabilidad		$\mu \geq 5.000$		
Longitud estándar (m)		2		
				
Dimensiones:				
Ref.	Ø nominal	Ø Cobre	Ø Hierro	Cont. caja
<b>ESPESOR 19 mm</b>				
10 x 19	10	3/8"	—	98
12 x 19	12	1/2"	—	88
15 x 19	15	5/8"	—	78
18 x 19	18	3/4"	3/8"	72
22 x 19	22	7/8"	1/2"	64
25 x 19	25	1"	—	50
28 x 19	28	1-1/8"	3/4"	48
35 x 19	35	1-3/8"	1"	36
Certificaciones:				
				
		<b>UNE-EN ISO 9002</b> ER - 147/2/96		

<b>Proyecto:</b>  <b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b>	<b>Nombre del elemento:</b>  <b>Aislante térmico</b>	<b>Marca:</b>  <b>ISOCELL</b>
	<b>Tipo:</b>  <b>Flexible</b> <b>Clase M1</b>	<b>Modelo:</b>

**Función:**

Evitar pérdidas térmicas en los circuitos por donde circulan fluidos a mayor o menor temperatura que la ambiental.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		Imagen: 	
Material	Elastómero de célula cerrada Nitril-PVC		
Conductividad térmica $\lambda$ :			
	$T^a$ en °C		$\lambda \left( \frac{W}{m \cdot K} \right)$
	0		0,033
	10		0,035
	40		0,037
Temperatura de trabajo (°C)	- 45 a 116		
Coefficiente de permeabilidad	$\mu \geq 7.000$		
Longitud estándar (m)	2		

**Dimensiones:**

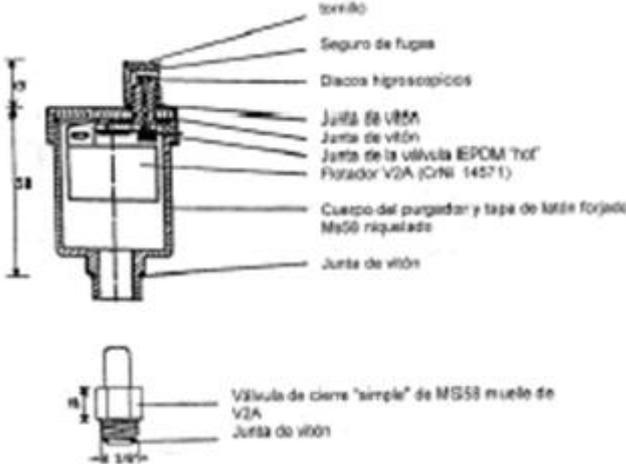
Ref.	Ø nominal	Ø Cobre	Ø Hierro	Cont. caja
<b>ESPESOR 30 mm</b>				
42 x 30	42	1-5/8"	1-1/4"	22
48 x 30	48	—	1-1/2"	18
54 x 30	54	2-1/8"	—	16
60 x 30	60	2-3/8"	2"	12
64 x 30	64	2-5/8"	—	12
76 x 30	76	3"	2-1/2"	10
89 x 30	89	3-1/2"	3"	10
<b>ESPESOR 40 mm</b>				
102 x 40	102	—	3-1/2"	8
114 x 40	114	4-1/2"	4"	6
140 x 40	140	—	5"	6
160 x 40	160	—	—	4
168 x 40	168	—	6"	4

**Certificaciones:**

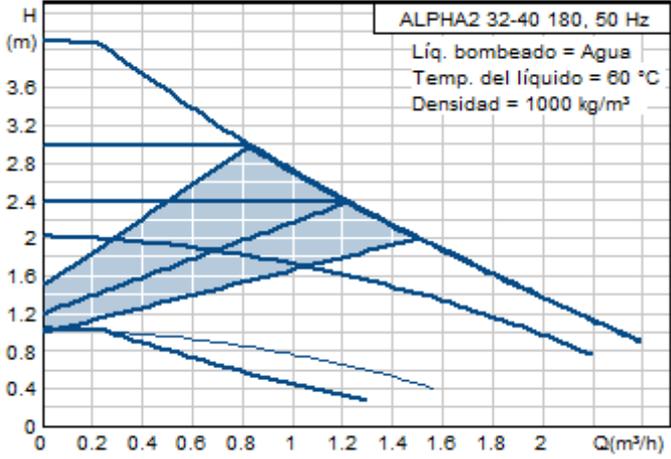


**UNE-EN ISO 9002**  
ER - 147/2/96

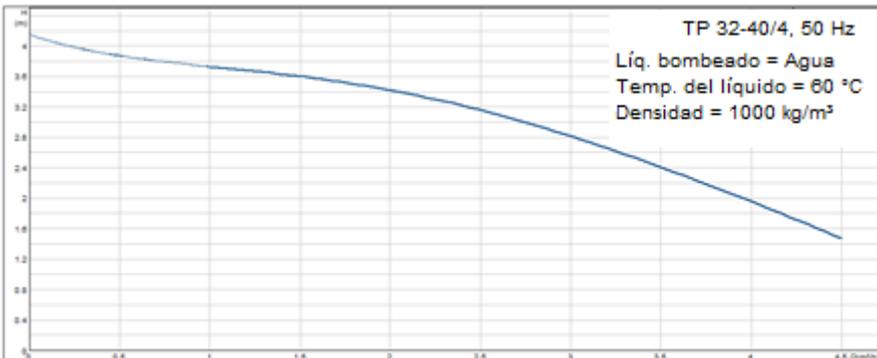
### 4.10 Hoja de especificaciones de los purgadores automáticos

Proyecto:  <b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b>		Nombre del elemento:  <b>Purgador de aire</b>	Marca:  <b>VOSS</b>
		Tipo:  <b>Automático</b>	Modelo: <b>PURG-O-MAT 150</b> solar
Función:  Purgar el aire de las tuberías de forma automática.			
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>		Imagen: 	
Material cápsula	Latón forjado MS 59 Niquelado		
Material boya	Acero inoxidable (CrNi1.4571)		
Presión de servicio	10 bar		
Presión de prueba	15 bar		
Temperatura máxima	150 °C		
Conexión	3/8” macho		
Dimensiones: 			

### 4.11 Hoja de especificaciones del electrocirculador del circuito “INTERCAMBIADOR SOLAR – CAMPO DE CAPTADORES”

<p>Proyecto:</p> <p><b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b></p>	<p>Nombre del elemento:</p> <p><b>Bomba Circuito primario</b></p>	<p>Marca:</p> <p><b>GRUNDFOS</b></p>
	<p>Tipo:</p> <p><b>Centrífuga</b></p>	<p>Modelo:</p> <p><b>ALPHA2 32-60 180</b></p>
<p>Función:</p> <p>Impulsar el fluido caloportador en el circuito primario.</p>		
<p><b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b></p> <p>Motor monofásico con 3 velocidades  Tensión 1x 230  Presión de trabajo 10 bar.  Temperatura del líquido: 2 a 110 °C  Cuerpo material fundición EN-JL 1020  Impulsor material composite PP</p>	<p>Imagen:</p> 	
<p>Curva característica:</p> 		

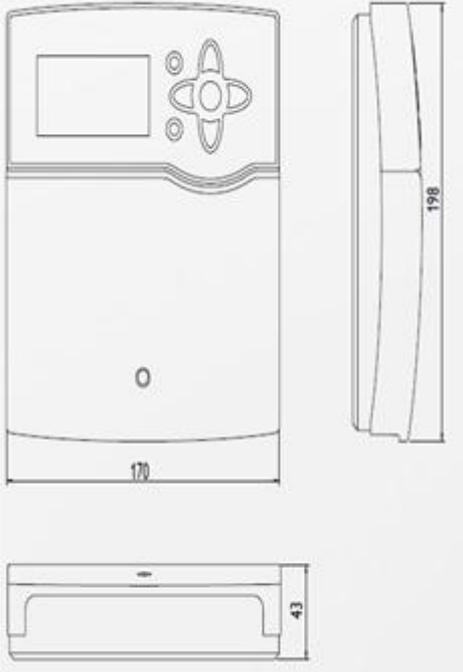
### 4.12 Hoja de especificaciones del electrocirculador del circuito “ACUMULADOR SOLAR – INTERCAMBIADOR SOLAR”

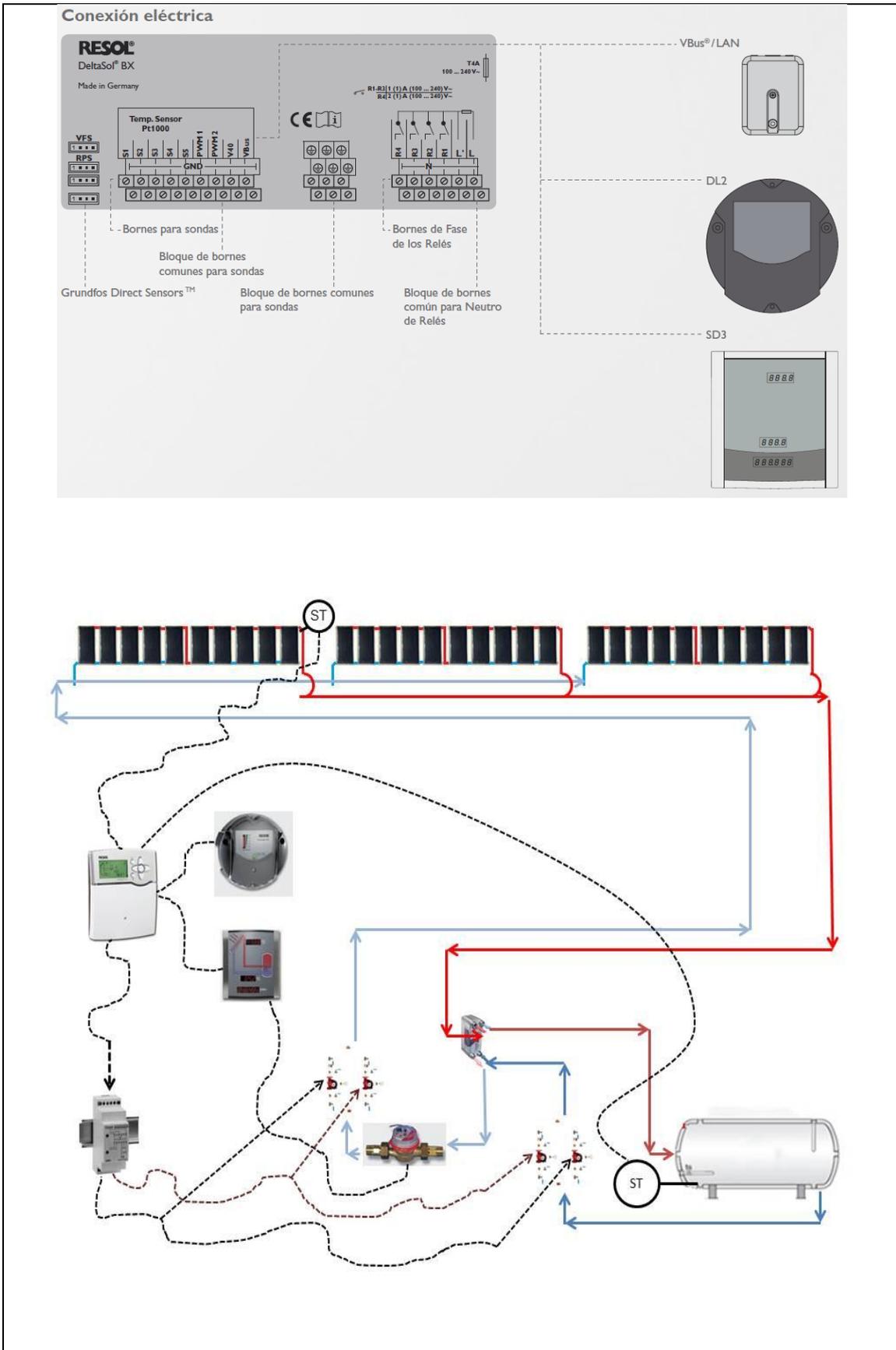
<p>Proyecto:</p> <p><b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b></p>	<p>Nombre del elemento:</p> <p><b>Bomba Circuito secundario</b></p>	<p>Marca:</p> <p><b>GRUNDFOS</b></p>
<p>Función:</p> <p>Purgar el aire de las tuberías de forma automática.</p>	<p>Tipo:</p> <p><b>Centrífuga De rotor seco</b></p>	<p>Modelo:</p>
<p><b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b></p> <p>Motor monofásico con 3 velocidades Tensión 1x 230 Presión de trabajo 10 bar. Temperatura del líquido: 2 a 110 °C Cuerpo e impulsor en acero inoxidable AISI 304</p>	<p>Imagen:</p> 	
<p>Dimensiones:</p>  <p>TP 32-40/4, 50 Hz Líquido bombeado = Agua Temp. del líquido = 80 °C Densidad = 1000 kg/m³</p>		

### 4.13 Hoja de especificaciones del Vaso de expansión

Proyecto:  <b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b>	Nombre del elemento:  <b>Vaso de expansión</b>	Marca:  <b>SALVADOR ESCODA</b>										
	Tipo:  <b>Cerrado</b>	Modelo:  <b>25 SMF</b>										
Función:  Impulsar el fluido caloportador en el circuito primario.												
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>	Imagen:											
Presión de trabajo 10 bar. Temperatura máxima durante 1 hora 130 °C Resistente al etilenglicol y al propilenglicol												
Datos de interés:												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Artículo</th> <th>h mm</th> <th>D mm</th> <th>Rosca Ø</th> <th>Presión bar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25 SMF</td> <td>425</td> <td>320</td> <td>3/4"</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>			Artículo	h mm	D mm	Rosca Ø	Presión bar	25 SMF	425	320	3/4"	10
Artículo	h mm	D mm	Rosca Ø	Presión bar								
25 SMF	425	320	3/4"	10								

#### 4.14 Hoja de especificaciones del módulo de control diferencial.

<p>Proyecto:</p> <p><b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b></p>	<p>Nombre del elemento:</p> <p><b>Módulo de control diferencial</b></p>	<p>Marca:</p> <p><b>RESOL</b></p>
<p>Función:</p> <p>Termostato para el uso en los sistemas de energía solar y calefacción convencional. Incluye la regulación del <math>\Delta T</math>, regulación de velocidad, balance térmico, contador de horas de funcionamiento y desinfección térmica.</p>	<p>Tipo de sondas:</p> <p><b>Sondas PT1000</b></p>	<p>Modelo:</p> <p><b>Delta Sol® BX</b></p>
<p><b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b></p> <p>Caja: de plástico, PC-ABS Y PMMA</p> <p>Tipo de protección: IP20/EN 60529</p> <p>Categoría de protección: I</p> <p>Temperatura ambiente: 0 ... 40°C</p> <p>Dimensiones: 170 x 198 x 43 mm</p> <p>Montaje: en la pared o en cuadro de conexiones</p> <p>Pantalla: System-Monitorig luminosa para visualizar el sistema, un campo de 16 segmentos y otro de 7 segmentos, 8 símbolos, pilotos de control (teclas de dirección) e iluminación de fondo</p> <p>Manejo: 7 teclas frontales en la carcasa</p> <p>Entradas: para 5 sondas Pt1000, 1 sonda Grundfos Direct Sensor™ VFS y 1 sonda Grundfos Direct Sensor™ RPS, entrada de impulsos para V-40</p> <p>Salidas: para 3 relés semiconductores, 1 relé standard y 2 salidas PWM</p> <p>Interfaces: Vbus, ranura para tarjeta de memoria SD.</p> <p>Suministro eléctrico: 100 ... 240 V~, 50-60 Hz.</p> <p>Potencia de conexión por relé:</p> <p>1 (1) A 100 ... 240 V~ (relé semiconductor)</p> <p>2 (1) A 100 ... 240 V~ (relé standard)</p> <p>Potencia total de conexión: 4 A</p> <p>Consumo en espera: &lt; 1W</p> <p>Modo de operación: tipo 1.Y</p>	<p>Imagen:</p>  <p>The image shows three views of the control module: a front view with a display and buttons, a side view showing the depth, and a bottom view showing the mounting feet. Dimensions are indicated: 170 mm width, 198 mm height, and 43 mm depth.</p>	



<p>Descripción SD3:</p> <p>Módulo motado para visualización de las temperaturas del captador y del acumulador, así como de la cantidad de calor generado por el sistema solar. Conexión a la centralita mediante RESOL VBus.</p>	<p>Imagen SD3:</p>  <p>Diagrama de un módulo de visualización con tres pantallas de LED. La pantalla superior muestra '73.8 C', la pantalla inferior muestra '54.2 C', y la pantalla inferior muestra '848494 kWh'. Hay un símbolo de una tubería con un radiador y un símbolo de un acumulador.</p>
<p>Descripción caudalímetro V- 40 :</p> <p>Dispositivo que detecta el caudal del fluido caloportador y emite un impulso al calorímetro para su registro.</p>	<p>Imagen V-40:</p>  <p>Fotografía de un caudalímetro de metal con un sensor rojo en la parte superior y conexiones de bronce.</p>
<p>Descripción DL2:</p> <p>Datalogger Es un módulo adicional para la adquisición, almacenamiento y proceso de grandes cantidades de datos. Se puede consultar y configurar con un navegador estándar de Internet a través de su interfaz web integrada.</p>	<p>Imagen DL2:</p>  <p>Fotografía de un datalogger circular con un panel de control y un sensor en la parte superior.</p>

#### 4.28 Ficha internacional de seguridad química del etilenglicol.

Proyecto:  <b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b>		Nombre del elemento:  <b>Anticongelante</b>	
		Tipo:  <b>ETANO-1,2 DIOL ETILENGLICOL 1,2-Dihidroxietano HOCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>OH</b>	
Función:  Evitar posibles congelaciones del fluido caloportador en el circuito primario.			
 <p style="text-align: center;"> <b>MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES ESPAÑA</b>        INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO     </p> <p style="text-align: center;">       ETANO-1,2-DIOL        Etilen glicol        1,2-Dihidroxietano        HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH        Masa molecular: 62.1     </p> <p>       Nº CAS 107-21-1        Nº RTECS KW2975000        Nº ICSC 0270        Nº CE 603-027-00-1     </p>			
TIPO DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/ SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Combustible	Evitar las llamas	Polvo, espuma resistente al alcohol, agua pulverizada, dióxido de carbono
<b>EXPLOSIÓN</b>			
<b>EXPOSICIÓN</b>		¡Evitar la formación de niebla del producto!	
<b>INHALACIÓN</b>	Tos, vértigo, dolor de cabeza	Ventilación	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviese indicada y proporcionar asistencia médica
<b>PIEL</b>	Piel seca, enrojecimiento	Guantes protectores	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse

<b>OJOS</b>	Enrojecimiento	Gafas ajustadas de seguridad	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica
<b>INGESTIÓN</b>	Dolor abdominal, embotamiento, náuseas, vómito, pérdida del conocimiento.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo	Enjuagar la boca y proporcionar asistencia médica
<b>DERRAMAS Y FUGAS</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>ENVASADO Y ETIQUETADO</b>	
Recoger, en la medida de lo posible el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos, eliminar el residuo con agua abundante. (Protección personal adicional: respirador de filtro mixto contra vapores orgánicos y polvo nocivo A/P2)	Separado de oxidantes y bases fuertes. Mantener en lugar seco. Ventilación a ras del suelo.	Símbolo X <sub>n</sub> R: 22 S: 2 CE: 	
<b>VÉASE AL DORSO INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>			
ICSC: 0270	Preparada en el contexto de cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas o CEE. IPCS 1994.		
<b>DATOS IMPORTANTES</b>			
<b>ESTADO FÍSICO/ASPECTO</b>	Líquido incoloro, inodoro, viscoso e higroscópico.		
<b>PELIGROS FÍSICOS</b>			
<b>PELIGROS QUÍMICOS</b>	Por combustión, formación de gases tóxicos. Reacciona con oxidantes y bases fuertes.		
<b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN</b>	TLV (Valor techo): 50ppm; $127 \left( \frac{mg}{m^3} \right)$ (ACGIH 1993-1994)		
<b>VÍAS DE EXPOSICIÓN</b>	La sustancia se puede absorber por inhalación y a través de la piel.		
<b>RIESGO DE INHALACIÓN</b>	Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante lentamente una concentración nociva en el aire.		

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN	La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La sustancia puede causar efectos en el riñón y el sistema nervioso central, dando lugar a alteraciones renales y daño cerebral. La exposición podría causar la disminución de la consecuencia.
EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA	La sustancia puede afectar al sistema nervioso central y a los ojos.
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	
Punto de ebullición: 198 °C	Densidad relativa de vapor (agua=1): 2,1
Punto de fusión: -13 °C	Densidad relativa de la mezcla vapor / aire (agua=1): 1,00
Densidad relativa (agua=1): 1,1	Punto de inflamación: 111 °C
Solubilidad en agua: Miscible	Temperatura de autoignición: 398 °C
Presión de vapor: 7 Pa a 20 °C	Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 3,2 -15,3
<b>DATOS AMBIENTALES</b>	
<b>NOTAS</b>	
El valor límite de exposición laboral aplicable no debe superarse en ningún momento de la exposición en el trabajo. Código NFPA: H1 ;F1;R0	
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>	
FISQ: 3-113 ETANO- 1,2 –DIOL ICSC: 0270 ETANO – 1,2 DIOL	
<b>NOTA LEGAL IMPORTANTE</b>	
Ni la CCE, ni la IPCS, ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 05/06/95)	

#### 4.29 Ficha internacional de seguridad química del propilenglicol.

Proyecto:  <b>“DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”</b>		Nombre del elemento:  <b>Anticongelante</b>	
		Tipo:  <b>PROPANO-1,3 DIOL PROPILENGLICOL 1,3-Dihidroxiopropano HOCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>OH</b>	
Función:  Evitar posibles congelaciones del fluido caloportador en el circuito primario.			
			
TIPO DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/ SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Combustible	Evitar las llamas	Polvo, espuma resistente al alcohol, agua pulverizada, dióxido de carbono
<b>EXPLOSIÓN</b>			
<b>EXPOSICIÓN</b>		¡Evitar la formación de niebla del producto!	
<b>INHALACIÓN</b>	Tos, vértigo, dolor de cabeza	Ventilación	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviese indicada y proporcionar asistencia médica
<b>PIEL</b>	Piel seca, enrojecimiento	Guantes protectores	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse
<b>OJOS</b>	Enrojecimiento	Gafas ajustadas de seguridad	Enjuagar con agua abundante

			durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica
<b>INGESTIÓN</b>	Dolor abdominal, embotamiento, náuseas, vómito, pérdida del conocimiento.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo	Enjuagar la boca y proporcionar asistencia médica
<b>DERRAMAS Y FUGAS</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>ENVASADO Y ETIQUETADO</b>	
Recoger, en la medida de lo posible el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos, eliminar el residuo con agua abundante. (Protección personal adicional: respirador de filtro mixto contra vapores orgánicos y polvo nocivo A/P2)	Separado de oxidantes y bases fuertes. Mantener en lugar seco. Ventilación a ras del suelo.	Símbolo X <sub>n</sub> R: 22 S: 2 CE: 	
<b>VÉASE AL DORSO INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>			
ICSC: 0270	Preparada en el contexto de cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas o CEE. IPCS 1994.		
<b>DATOS IMPORTANTES</b>			
<b>ESTADO FÍSICO/ASPECTO</b>	Líquido incoloro, inodoro, viscoso e higroscópico.		
<b>PELIGROS FÍSICOS</b>			
<b>PELIGROS QUÍMICOS</b>	Por combustión, formación de gases tóxicos. Reacciona con oxidantes y bases fuertes.		
<b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN</b>	La guía de nivel de exposición en el puesto de trabajo propuesta por AIHA es 50 ppm TWA / 8h (promedio ponderado a 8h) totales; 10 $\frac{mg}{m^3}$ para aerosol.		
<b>VÍAS DE EXPOSICIÓN</b>	La sustancia se puede absorber por inhalación y a través de la piel.		
<b>RIESGO DE INHALACIÓN</b>	Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante lentamente una concentración nociva en el aire.		

EFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN	La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La sustancia puede causar efectos en el riñón y el sistema nervioso central, dando lugar a alteraciones renales y daño cerebral. La exposición podría causar la disminución de la consecuencia.
EFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA	La sustancia puede afectar al sistema nervioso central y a los ojos.
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	
Punto de ebullición: 198 °C	Densidad relativa (agua=1):1,04
Punto de fusión: -13 °C	Solubilidad en agua: Miscible
<b>DATOS AMBIENTALES</b>	
<b>INFORMACIÓN ECOLÓGICA</b>	
<p><b>MOVILIDAD:</b> El coeficiente de reparto log octanol/agua (log Pow) es de -0,92. No se prevé bioconcentración debido a su elevada solubilidad en agua. El potencial de movilidad en le suelo es muy elevado (Poc entre 0 y 50). No se prevé una volatilización apreciable del agua al aire.</p> <p><b>ECOTOXICIDAD:</b> La concentración letal aguda, LC50, para el Pimephales promelas es de 46,500-54,900 mg/l. La concentración letal aguda, LC50, para la pulga de agua (Daphnia Magna) es de 34,400 mg/l. La concentración efectiva aguda EC50, para la pulga de agua es de 26,500 mg/l. El material no es nocivo Para los organismos acuáticos (LC50, EC50, IC50 mayor de 100 mg/l)</p> <p><b>DEGRADABILIDAD:</b> La biodegradabilidad alcanzada en el ensayo después de 20 días es: 86%. El material es fácilmente biodegradable. Pasa los ensayos OECD de fácil biodegradabilidad. Puede ocurrir una biodegradación lenta tanto en condiciones aerobias como anaerobias. La concentración inhibidora (IC50) es el Lodo Activado de la OECD, prueba de inhibición de la respiración es &gt;1000 mg/l. No se prevé que el material provoque efectos negativos biodegradable y el log Pow wa &lt; 3,0.</p> <p><b>SUSTANCIA O PREPARADO:</b> En la Unión Europea no están establecidas pautas homogéneas para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada país Por tanto, en cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de residuos. 2001/573/CE: Decisión del Consejo, de 23 de julio de 2001, por la que se modifica la decisión 2000/532/CE de la Comisión en lo relativo a la lista de residuos. Directiva 91/156/CEE del Consejo de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos. En España: Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. Publicada en BOE 22/04/98. ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización</p>	

eliminación de residuos y la lista europea de residuos Publicada en BOE 19/02/02.

**ENVASES CONTAMINADOS:** Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.

Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.

En España: Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicada en BOE 25/04/97.

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases publicada en BOE 01/05/98.

### NOTA LEGAL IMPORTANTE

Ni la CCE, ni la IPCS, ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 05/06/95)



# 5. ANEXO C

## CONTRATO DE MANTENIMIENTO

## **ÍNDICE DESGLOSADO “ANEXO C”**

5	CONTRATO DE MANTENIMIENTO .....	1
5.1	Descripción del equipo solar. ....	1
5.2	Precio.....	3
5.3	Pago.....	4
5.4	Condición resolutoria. ....	4
5.5	Duración. ....	4
5.6	Alcance del servicio. ....	4
5.6.1	Plan de vigilancia.....	4
5.6.2	Plan de mantenimiento preventivo.....	6
5.6.3	Plan de mantenimiento correctivo .....	9
5.7	Alcance de los servicios. ....	9
5.8	Exclusiones.....	9
5.9	Fuero.....	10

## 5 CONTRATO DE MANTENIMIENTO

EXPEDIENTE Nº A-0000-002001

### CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS SOLARES PARA ACS

Reunidos de una parte **D. PABLO MARMOLINES ALCANTILLANO**, con DNIBD783947-JLDV, en nombre y representación de la entidad **INSTALACIONES ALIBACANTERAN** con domicilio social en **PZA ALCAHUETA, Nº B34, JEREZ DE LA FRONTERA**, con CIFPOV34758, como empresa de Servicio de Asistencia Técnica y Mantenimiento de Equipos de Energía Solar y de otra parte como usuario:

Nombre:.....**PABLO PICAPIEDRA CITARILLAS**.....NIF:.....**JKS 8903**.....  
En calidad de: **DIRECTOR DEL CENTRO PENITENCIARIO PUERTO III**.....  
Domicilio: **CARRETERA A-2078, 5Km**Localidad:**PUERTO DE SANTA MARÍA**.....  
Provincia:.....**CÁDIZ**.....CP:.....**11500**.....Teléfono:....**103945878938J**

Ambas partes se reconocen mutuamente capacidad legal suficiente para obligarse a tenor del presente documento a cuyos efectos les interesa detallar lo siguiente:

#### ANTECEDENTES

1. Que **INSTALACIONES ALIBACANTERAN** presta el Servicio de Asistencia Técnica del equipo de energía solar en posesión del usuario anteriormente mencionado a partir de la fecha de certificación del fin de obra.
2. Que el usuario está interesado en acogerse a las condiciones de esta modalidad de servicio de asistencia técnica sobre su equipo solar.
3. Puestas ambas partes de acuerdo en concretar mutuamente este Contrato lo llevan a cabo con sujeción a las siguientes:

#### ESTIPULACIONES

##### 5.1 Descripción del equipo solar.

**INSTALACIONES ALIBACANTERAN** se compromete a prestar el servicio de mantenimiento y asistencia técnica en el domicilio arriba indicado al equipo solar con

las siguientes características:

### **COLECTORES**

Marca: SOLECO

Modelo: 2.3 Cu S

Nº de ud.: 30

### **ACUMULADORES**

#### **Acumulador solar**

Marca: IDROGAS

Modelo: ACSO 400 LITROS (CÓDIGO: CC 01 621)

Nº de ud.: 1

#### **Acumulador sistema auxiliar**

Marca: IDROGAS

Modelo: BOSX 400 LITROS (CÓDIGO: CC 01 470)

Nº de ud.: 1

### **BOMBAS DEL CIRCUITO PRIMARIO**

Marca: GRUNDFOS

Modelo: ALPHA2 32-60 180

Nº de ud.: 2

### **BOMBAS DEL CIRCUITO SECUNDARIO**

Marca: GRUNDFOS

Modelo: TP 32-40/4 A-F-A BUBE BRONCE

Nº de ud.: 2

### **VASO DE EXPANSIÓN**

Marca: SALVADOR ESCODA

Modelo: 50 AMRP - 50 LITROS

Nº de ud.: 1

### **INTERCAMBIADOR DE CALOR**

---

Marca: DISOL  
Modelo: DISOL - ID - 4050  
Nº de ud.: 1

### **CALDERA**

Marca: FERROLI  
Modelo: DOMIproject F 32 G.L.P.  
Nº de ud.: 1

### **MÓDULO DE CONTROL DIFERENCIAL**

Marca: RESOL  
Modelo: RESOL Delta Sol BX + 4 Sondas PT 1000 + Datalogger DL2 + Caudalímetro V-40 + display grade GA3 + Grundfos Direct Sensor VFS 20-40 analógica.  
Nº de ud.: 1

### **VÁLVULA MEZCLADORA. V 135 C+T100R**

Marca: HONEYWELL  
Modelo: V 135 C + T 100 R  
Nº de ud.: 2

**Fecha de certificación del fin de obra:.....**

## **5.2 Precio.**

El precio anual del servicio de asistencia técnica y mantenimiento en el que se incluyen todos los conceptos expresados en la estipulación sexta es de:

Importe del servicio:	1482,20 €
IVA 18%:	266,80 €
TOTAL:	1749.00 €

### **5.3 Pago.**

El pago del precio dará lugar al inicio del contrato y se realizará mediante domiciliación bancaria

### **5.4 Condición resolutoria.**

Las partes contratantes pactan expresamente como causa resolutoria del presente contrato el impago por parte del usuario de cualquiera de las cantidades y plazos a que se compromete en la estipulación anterior. Para la efectividad de la presente cláusula resolutoria, bastará que **INSTALACIONES ALIBACANTERAN** notifique al usuario de forma fehaciente su voluntad de resolver el contrato por cualquier impago de este.

### **5.5 Duración.**

Este contrato tendrá una duración anual y podrá renovarse automáticamente si existe acuerdo de ambas partes.

### **5.6 Alcance del servicio.**

El “Servicio de Asistencia Técnica y Mantenimiento” (en adelante SATYM) está constituido por operaciones de inspección visual y verificación de actuaciones que permitan mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad del equipo solar.

Se definen tres niveles de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil del equipo solar para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la durabilidad del mismo:

#### **5.6.1 Plan de vigilancia**

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Se emplea para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Será llevado a cabo, normalmente, por el usuario, que asesorado por el instalador, observará el correcto

comportamiento y estado de los elementos, y tendrá un alcance similar al descrito en este apartado. Si el resultado de los controles no es el referido a continuación, el usuario deberá aplicar la intervención del SATYM de **INSTALACIONES ALIBACANTERAN**.

- **Captadores**

- **Limpieza de cristales:** será determinada en función de la inspección visual la frecuencia de la limpieza de los vidrios de los captadores que será llevada a cabo con productos adecuados (solución de agua jabonosa).
- **Cristales:** Cada tres meses se inspeccionará visualmente los capadores buscando condensaciones en las horas centrales del día.
- **Juntas:** Cada tres meses se inspeccionará visualmente los capadores buscando agrietamientos y deformaciones en las juntas de estanqueidad.
- **Absorbedor:** Cada tres meses se inspeccionará visualmente los capadores buscando indicios de corrosión deformaciones o irregularidades en el absorbedor.
- **Conexiones:** Cada tres meses se inspeccionará visualmente los capadores buscando indicios de fugas en las conexiones.
- **Estructura:** Cada tres meses se inspeccionará visualmente los capadores buscando indicios de corrosión o degradación.

- **Circuito primario**

- **Tuberías, aislamiento y sistema de llenado:** Cada seis meses se inspeccionará visualmente las tuberías, aislamiento y sistema de llenado comprobando la ausencia de humedad y fugas.
- **Purgador automático:** Cada seis meses se inspeccionarán los purgadores de aire automáticos accionándolos y corroborando su correcto funcionamiento.

- **Circuito secundario**

- **Tuberías, aislamiento y sistema de llenado:** Cada seis meses se inspeccionará visualmente las tuberías, aislamiento y sistema de llenado comprobando la ausencia de humedad y fugas.
- **Termómetro:** diariamente se tomará lectura de la temperatura del acumulador y de los demás termómetros que se localicen en el circuito anotándose fecha, hora y valor. Se realiza mediante la comprobación de la temperatura de salida del interacumulador. Teniendo presente que la resistencia no está conectada la temperatura de salida del interacumulador es variable dependiendo de las condiciones de radiación y de consumo de agua caliente. En condiciones normales puede variar entre 35/45 °C en invierno hasta 45/55°C en verano. En casos de elevado consumo o nula radiación solar la temperatura puede descender hasta 10/20 °C, en casos de nulo consumo el acumulador puede alcanzar temperaturas superiores a 60/70 °C. Estas temperaturas también pueden ser comprobadas en la centralita del equipo solar que se encuentra junto al cuadro eléctrico y con termómetros.
- **Acumulador solar:** Cada tres meses se realizará un purgado de los lodos acumulados en la parte inferior del acumulador solar. Para ello el usuario abrirá el grifo de vaciado ubicado en la parte inferior del acumulador y permitirá el vaciado del mismo hasta que el agua salga limpia.

## 5.6.2 Plan de mantenimiento preventivo

Son 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.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión cada seis meses para esta instalación con una superficie de captación superior a 20 m<sup>2</sup>.

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico especializado que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas, así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo 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.

- **Captadores.**
  - **Captadores:** Cada seis meses se inspeccionará visualmente los capadores buscando diferencias con el original y entre los captadores inspeccionados.
  - **Cristales:** Cada seis meses se inspeccionará visualmente los capadores buscando condensaciones en las horas centrales del día.
  - **Juntas:** Cada seis meses se inspeccionará visualmente los capadores buscando agrietamientos y deformaciones en las juntas de estanqueidad.
  - **Carcasa:** Cada seis meses se inspeccionará visualmente los capadores buscando deformaciones, oscilaciones, defectos en las ventanas de respiración...
  - **Absorbedor:** Cada seis meses se inspeccionará visualmente los capadores buscando indicios de corrosión deformaciones o irregularidades en el absorbedor.
  - **Conexiones:** Cada seis meses se inspeccionará visualmente los capadores buscando indicios de fugas en las conexiones.
  
- **Sistema de acumulación.**
  - **Acumulador:** Cada doce meses se inspeccionará, y limpiarán los lodos que puedan estar presentes en la parte inferior.
  - **Ánodo de corriente impresa:** Cada doce meses se inspeccionará visualmente los electrodos del ánodo y el acumulador buscando indicios de corrosión o degradación.
  - **Aislamiento:** Cada doce meses se inspeccionará visualmente corroborando la no presencia de humedad.
  
- **Sistema de intercambio.**
  - **Intercambiador de placas:** Cada doce meses se inspeccionará corroborando su eficacia y prestaciones y se limpiará interiormente.
  
- **Circuito hidráulico.**
  - **Fluido refrigerante:** Cada doce meses se inspeccionará corroborando que la densidad y el pH posean los valores correctos.

- **Estanqueidad:** Cada veinticuatro meses se realizará una prueba de presión corroborando que el circuito es estanco.
  - **Aislamiento al exterior:** Cada seis meses se inspeccionará corroborando la degradación sufrida en las uniones y la ausencia de humedad.
  - **Aislamiento al interior:** Cada doce meses se inspeccionará corroborando la degradación sufrida en las uniones y la ausencia de humedad.
  - **Purgador automático de aire:** Cada doce meses se corroborará su correcto funcionamiento y se limpiará.
  - **Electrocirculadores:** Cada doce meses se inspeccionará corroborando su estanqueidad y correcto funcionamiento.
  - **Vaso de expansión cerrado:** Cada seis meses se inspeccionará corroborando la presión de la cámara de aire. ( 2 Kgf/cm<sup>2</sup>)
  - **Sistema de llenado:** Cada seis meses se inspeccionará corroborando su correcto funcionamiento realizando su actuación.
  - **Electroválvulas tres vías:** Cada doce meses se inspeccionará corroborando su correcto funcionamiento provocando su activación manual.
  - **Válvulas de corte:** Cada doce meses se inspeccionará corroborando su correcto funcionamiento realizando varias actuaciones.
  - **Válvulas de seguridad:** Cada doce meses se inspeccionará corroborando su correcto funcionamiento realizando su actuación.
- **Sistema eléctrico y de control.**
    - **Cuadro eléctrico:** Cada doce meses se inspeccionará corroborando que se encuentra bien cerrado para que no penetre el polvo en su interior.
    - **Control diferencial:** Cada doce meses se inspeccionará corroborando su correcto funcionamiento provocando su activación manual.
    - **Termostato diferencial:** Cada doce meses se inspeccionará corroborando su correcto funcionamiento provocando su activación manual.

- **Verificación del sistema de medida:** Cada doce meses se inspeccionará corroborando su correcto funcionamiento provocando su activación manual.
- **Sistema de energía auxiliar.**
  - **Sistema Auxiliar:** Cada doce meses se inspeccionará corroborando su correcto funcionamiento provocando su activación manual.
  - **Sondas de temperatura:** Cada doce meses se inspeccionará corroborando su correcto funcionamiento.

### 5.6.3 Plan de mantenimiento correctivo

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

Incluye la visita a la instalación, durante los tres primeros años a contar desde la fecha de entrega de la instalación, cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. En este precio no está incluida ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias.

## 5.7 Alcance de los servicios.

Los servicios que **INSTALACIONES ALIBACANTERAN**, se obliga a prestar sin cargo alguno, durante la vigencia del período contractual son los siguientes:

- Las dos revisiones anuales establecidas en el plan de mantenimiento preventivo la cuál quedará registrada en la hoja de registro de operaciones de mantenimiento del “Anexo D”.
- La mano de obra, desplazamiento y transporte necesarios para realizar dichas operaciones.

## 5.8 Exclusiones.

Los suministros y las operaciones necesarias de desplazamiento, mano de obra y transporte para la reparación o sustitución de los elementos que se detecten defectuosos en el plan de vigilancia o en el plan de mantenimiento preventivo. Para la realización del mantenimiento correctivo será necesaria la elaboración de un presupuesto previo por parte de **INSTALACIONES ALIBACANTERAN**, en el que se

incluirá para estos casos una deducción del 5% sobre la tarifa vigente en el momento y la conformidad del mismo por parte del usuario.

## 5.9 Fuero.

Para cualquier controversia que surja con relación a la interpretación o ejecución del presente contrato, ambas partes se someterán expresamente, con renuncia a cualquier otro fuero que pudiera corresponderles, al conocimiento y jurisdicción de los juzgados y tribunales de Jerez de la Frontera.

Para que conste y surta los efectos que le son propios, ambos comparecientes firman el presente contrato a un solo efecto y por duplicado.

Empresa suministradora del servicio

EL CLIENTE



# 6. ANEXO D

## HOJA DE REGISTRO DE OPRACIONES DE MANTENIMIENTO



## **ÍNDICE DESGLOSADO “ANEXO D”**

6	HOJA DE REGISTRO DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO. ....	1
6.1	Generalidades .....	1
6.2	Hoja de registro del mantenimiento del sistema solar.....	2
6.3	Registro de operaciones .....	3
6.4	Registro de datos .....	6

## **6 HOJA DE REGISTRO DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.**

### **6.1 Generalidades**

Según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, en su apartado ITE-08, el registro de operaciones de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación, además los documentos se guardarán el menos durante 3 años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.

Para el caso de este proyecto, el mantenedor deberá llevar un registro de las operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas. Deben numerarse correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación incluyendo como mínimo la siguiente información:

- El titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- El titular de mantenimiento.
- El número de orden de la operación de la instalación.
- La fecha de ejecución.
- Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.
- Materiales sustituidos.
- Observaciones.

## 6.2 Hoja de registro del mantenimiento del sistema solar

Nº DE EXPEDIENTE DE LA INSTALACIÓN:...**A-0000-002001**...

### Datos del titular de la instalación:

Nombre:.....**PABLO PICAPIEDRA CITARILLAS**.....NIF:.....**JKS 8903**.....  
En calidad de: **DIRECTOR DEL CENTRO PENITENCIARIO PUERTO III**.....  
Domicilio: **CARRETERA A-2078, 5Km**Localidad:**PUERTO DE SANTA MARÍA**.....  
Provincia:.....**CÁDIZ**.....CP:.....**11500**.....Teléfono:....**103945878938J**

### Datos del técnico competente:

Nombre:..... **PABLO MARMOLINES ALCANTILLANO** ... DNI:....**B12153947-JLDV**  
...  
En calidad de:  
**TÉCNICO DE MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**  
Con carnet homologado nº: **JLVH-456252**

### Datos de la empresa que presta el Servicio de Asistencia Técnica del equipo de energía solar:

Nombre de la empresa: **INSTALACIONES ALIBACANTERAN** con CIF: **POV34758**  
Domicilio: **PZA ALCAHUETA, Nº B34** Localidad: **JEREZ DE LA FRONTERA** .....  
Provincia:.....**CÁDIZ**.....CP:.....**11408**.....Teléfono:....**103945878938J**

### 6.3 Registro de operaciones

- Captadores.

	FECHA	OBSERVACIONES
Captadores		
Cristales		
Juntas		
Carcasa		
Absorbedor		
Conexiones		

- Sistema de acumulación.

	FECHA	OBSERVACIONES
Acumulador		
Ánodo de corriente impresa		
Aislamiento		

- Sistema de intercambio.

	FECHA	OBSERVACIONES
Intercambiador de placas		

- **Circuito hidráulico.**

	FECHA	OBSERVACIONES
Fluido refrigerante		
Estanqueidad		
Aislamiento al exterior		
Aislamiento al interior		
Purgador automático de aire		
Electrocirculadores		
Vaso de expansión cerrado		
Sistema de llenado		
Electroválvulas tres vías		
Válvulas de corte		
Válvulas de seguridad		

- **Sistema eléctrico y de control.**

	FECHA	OBSERVACIONES
Cuadro eléctrico		
Control diferencial		
Termostato		
Verificación del sistema de medida		

- **Sistema de energía auxiliar.**

	FECHA	OBSERVACIONES
<b>Sistema Auxiliar</b>		
<b>Sondas de temperatura</b>		

## 6.4 Registro de datos

Fecha	Manómetro B <sub>4</sub>	Manómetro B <sub>5</sub>	Manómetro B <sub>6</sub>	Manómetro B <sub>7</sub>	T <sup>a</sup> c.p.p.	T <sup>a</sup> Acumulador solar
	(Bar)	(Bar)	(Bar)	(Bar)	(°C)	(°C)

Fecha	Calor generado por sistema solar	T <sup>a</sup> acumulador auxiliar	Manómetro B <sub>7</sub>	T <sup>a</sup> c.p.p.	T <sup>a</sup> Acumulador solar
	(KWh)	(°C)	(Bar)	(°C)	(°C)



# 7. ANEXO E

## EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGO

## **ÍNDICE DESGLOSADO “ANEXO E”**

7	EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS.....	1
7.1	Objetivo.....	1
7.2	Justificación de la necesidad de elaborar un Plan de Seguridad y Salud .....	2
7.3	Datos del proyecto de obra.....	5
7.4	Definición de las zonas de trabajo y descripción de los trabajos realizados en ellas. 7	
7.5	Establecimiento de las condiciones de seguridad. ....	12
7.5.1	Establecimiento de las condiciones de seguridad en lugares de trabajo ....	12
7.5.2	Establecimiento de las condiciones de seguridad en máquinas .....	19
7.5.3	Establecimiento de las condiciones de seguridad en elevación y transporte. 29	
7.5.4	Establecimiento de las condiciones de seguridad en herramientas manuales. 37	
7.5.5	Establecimiento de las condiciones de seguridad en la manipulación de objetos. 46	
7.5.6	Establecimiento de las condiciones de seguridad en las instalaciones eléctricas. ....	55
7.5.7	Establecimiento de las condiciones de seguridad en los aparatos a presión y gases. ....	64
7.5.8	Establecimiento de las condiciones de seguridad en incendios y explosiones.....	72
7.5.9	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a agentes químicos.....	81
7.5.10	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a la exposición de agentes químicos.....	90
7.5.11	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a agentes biológicos.....	99
7.5.12	Establecimiento de las condiciones de seguridad en la ventilación y climatización.....	105
7.5.13	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente al ruido. ....	114
7.5.14	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a las vibraciones. 121	
7.5.15	Establecimiento de las condiciones de seguridad en la iluminación. ....	126
7.5.16	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente al calor y el frío. 133	
7.5.17	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a radiaciones ionizantes. ....	141
7.5.18	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a radiaciones no ionizantes. ....	141
7.5.19	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a la carga física. 141	
7.5.20	Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a la carga mental .....	149
7.5.21	Establecimiento de las condiciones de seguridad en el trabajo a turnos. .....	156

---

7.5.22	Establecimiento de las condiciones de seguridad en factores de organización.....	156
7.6	Mecanismo de evaluación de riesgos .....	163
7.7	Identificación de riesgos.....	164
7.7.1	Caídas de personas a distinto nivel .....	164
7.7.2	Caídas de objetos desprendidos .....	164
7.7.3	Proyección de fragmentos y/o partículas .....	165
7.7.4	Pisadas sobre objetos .....	165
7.7.5	Golpes / cortes por objetos.....	165
7.7.6	Herramienta.....	166
7.7.7	Atrapamientos por o entre objetos .....	166
7.7.8	Sobreesfuerzos .....	166
7.7.9	Riesgo eléctrico.....	167
7.7.10	Posición.....	167
7.7.11	Desplazamientos .....	168
7.7.12	Esfuerzos.....	168
7.7.13	Manipulación de cargas .....	169
7.7.14	Insatisfacción .....	169
7.8	Medidas preventivas.....	171
7.9	Protecciones .....	172
7.9.1	Protecciones colectivas .....	172
7.9.2	Protecciones personales .....	172

## 7 EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

### 7.1 Objetivo

La evaluación de riesgos es el procedimiento dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria, para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

El procedimiento seguido para la identificación de riesgos es el siguiente:

- Recopilación de la documentación previa necesaria para realizar la evaluación inicial de riesgo.
- Identificación de los riesgos.
- Evaluación de los riesgos identificados.

La presente evaluación se realiza en las fases de montaje y explotación de la instalación de energía solar térmica.

## 7.2 Justificación de la necesidad de elaborar un Plan de Seguridad y Salud

El Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Plan de Seguridad y Salud siempre y cuando se de alguno de los siguientes supuestos:

- a) El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es superior a 450.000 euros.
- b) La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 trabajadores-día (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra).
- d) No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Por lo tanto, hay que comprobar que se da alguno de los supuestos anteriores:

- a) El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es superior a 450.000 euros

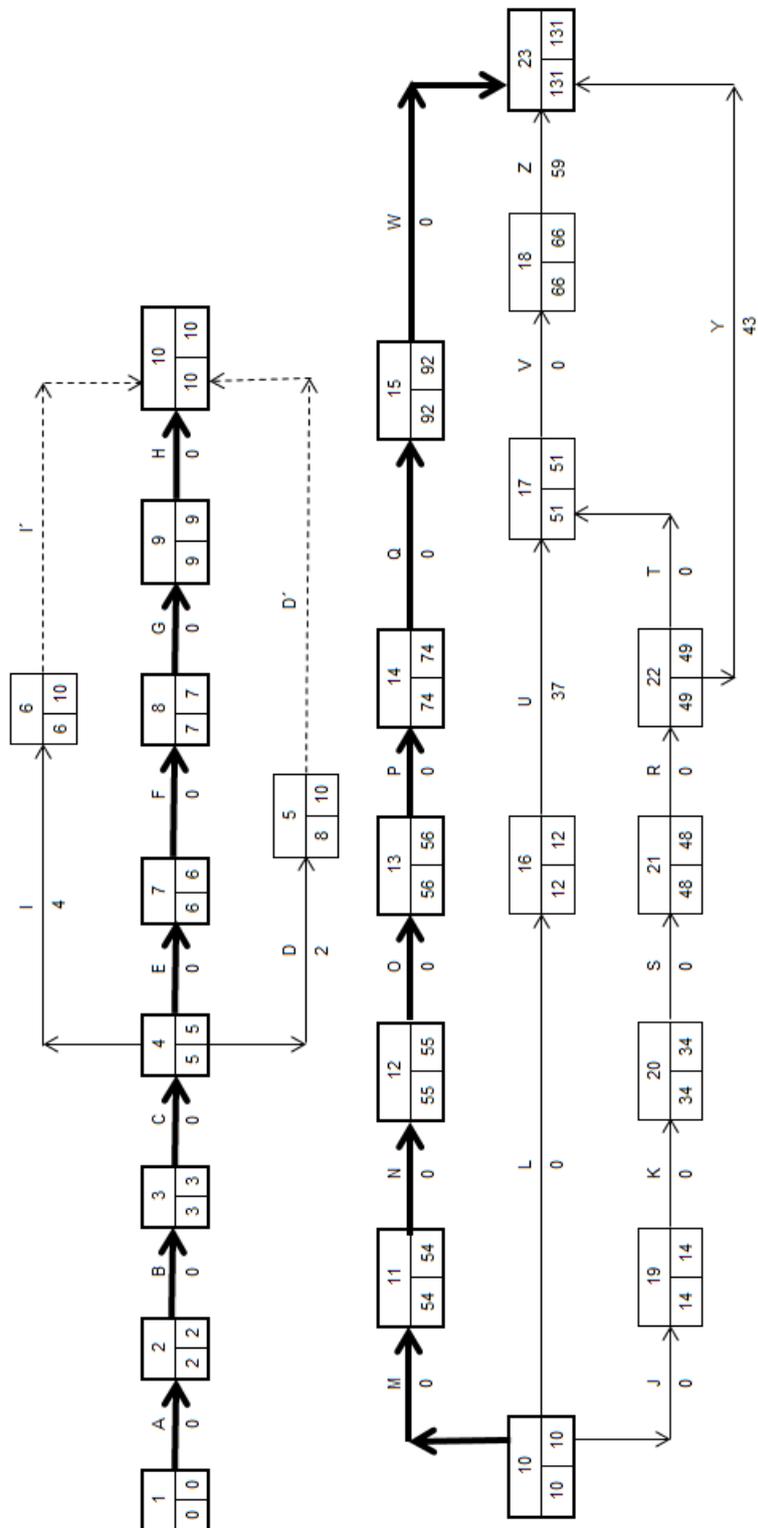
$$\text{PEC} = \text{PEM} + \text{Gastos Generales} + \text{Beneficio Industrial} + 18 \% \text{ IVA}$$

$$\text{PEC} = \mathbf{642551,07 \text{ €}}$$

$$\text{PEM} = \text{Presupuesto de Ejecución Material.}$$

Para justificar la duración estimada de la obra y el número de trabajadores presentes en la obra de forma simultanea paso a enumerar las actividades a realizar en la instalación objeto del proyecto:

		tiempo mínimo (horas)	tiempo máximo (horas)	tiempo medio (horas)	nº de operarios
A	Acondicionamiento de zonas de acumulación de material	5	11	2	4
B	Recepción del material a pie de obra	2	3	1	4
C	Elaboración de un inventariado	4	12	2	4
D	Comprobación de la calidad de los materiales	5	8	3	2
E	Descarga y almacenamiento provisional de las estructuras de soporte de los captadores	1	2	1	3
F	Descarga y almacenamiento provisional de los acumuladores	1	1,5	1	3
G	Descarga y almacenamiento provisional de los captadores	2	4	2	3
H	Descarga y almacenamiento provisional del material de fontanería	1	2	1	3
I	Descarga y almacenamiento provisional del material eléctrico	1	1,2	1	1
J	Montaje y fijación de las estructuras de soporte de los captadores sobre la cubierta seleccionada	5	9	4	2
K	Montaje y conexión hidráulico de los captadores	36	44	20	2
L	Tendido y conexión eléctrico de equipos en la zona de cubierta	2	6	2	2
M	Tendido hidráulico en paramentos verticales en la "Sala de acumulación de ACS"	80	96	44	2
N	Ubicación final del acumulador auxiliar	1	2	1	2
O	Ubicación final del acumulador solar	1	2	1	2
P	Conexión hidráulica del acumulador solar	32	40	18	2
Q	Conexión hidráulica del acumulador auxiliar	32	40	18	2
R	Colocación de la caldera de propano, energía auxiliar	1	2	1	2
S	Tendido y conexión de las conducciones de gas	16	40	14	2
T	Tendido hidráulico en fachada	2	4	2	2
U	Tendido eléctrico en fachada	2	4	2	2
V	Tendido y conexión eléctrico de equipos en la "Sala de acumulación de ACS"	16	44	15	2
W	Pruebas del circuito hidráulico	24	48	36	1
Y	Pruebas de la instalación de gas propano	38	54	46	1
Z	Pruebas del circuito eléctrico	1	11	6	1



b) La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

1. Plazo de ejecución previsto = **17 días.**
2. N° de trabajadores previsto que trabajen simultáneamente =  
**42**

*(En este apartado basta que se de una de las dos circunstancias. El plazo de ejecución de la obra es un dato a fijar por la propiedad de la obra. A partir del mismo se puede deducir una estimación del número de trabajadores necesario para ejecutar la obra, pero no así el número de trabajadores que lo harán simultáneamente. Para esta determinación habrá que tener prevista la planificación de los distintos trabajos, así como su duración. Lo más práctico es obtenerlo por la experiencia de obras similares.)*

c) El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 trabajadores-día (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra).

N° de trabajadores-día = **54**

d) No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como se dan los supuestos a) y b) 1, ambos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1.997, se debe redactar un PLAN BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

### **7.3 Datos del proyecto de obra.**

Tipo de obra:

**Instalación de energía solar térmica**

Situación:

**Finca “El Frisco”**

**Longitud= 6° 15’**

**Latitud= 36° 39’**

Población:

**El Puerto de Santa María**

Promotor:

**“Ministerio del Interior”**

Contrata:

**“Instalaciones Alibacanteran”**

Domicilio social de la contrata:

**Pza Alcahueta, nº b34**

Población:

**Jerez de la Frontera**

CIF:

**POV34758**

Proyectista:

**D. Juan Luis Díaz Villarejo**

Coordinador de Seguridad y Salud en obra:

**D. Francisco H. G.**

(El Coordinador de Seguridad y Salud en Fase de Proyecto es la figura que aparece cuando intervienen varios proyectistas)

## 7.4 Definición de las zonas de trabajo y descripción de los trabajos realizados en ellas.

### ❖ Trabajo en cubierta del edificio:

Los trabajos en cubierta descritos a continuación se realizarán en la mitad orientada al sur de la cubierta oeste del edificio. El número máximo de trabajadores previsto en esta zona de trabajo es de 4. A saber:

- 2 Técnicos en montaje y mantenimiento de instalaciones solares térmicas.
- 2 Técnicos instaladores de electricidad.

Para seguir la siguiente descripción se aconseja visualizar el plano nº 4.

Para acceder a dicha cubierta no transitable salvo para operaciones de mantenimiento se emplearán la escalera fija interior propia de la edificación previstas para tal fin. El nivel medio de iluminación en la escalera es de 200 Lux. Los puntos de luz se encuentran a una altura de 2,5 m medidos desde el suelo.

Dicha mitad de la cubierta dispone de una superficie metálica inclinada 45° de 2,50 m x 43,52 m (108,94 m<sup>2</sup>) y una superficie plana que presenta solería de ladrillo sevillano 14 x 28 (cm x cm) de 5,65 m x 43,52 m (245,89 m<sup>2</sup>).

La cubierta presenta finalizada la instalación de evacuación de aguas.

La superficie metálica inclinada 45° presenta las fijaciones para la estructura metálica de soporte para los captadores. Estas fijaciones consisten en varillas roscadas de 8 x 100 (mm x mm).

- Carga y descarga de material

Los captadores de placa plana, en adelante c.p.p., serán descargados del camión mediante una pluma. Los c.p.p. se subirán de uno en uno. Los c.p.p. se apilarán en la cubierta plana a 1 m de la pechera sur de la cubierta del edificio perteneciente a la zona de trabajo. Los c.p.p. se apilarán de dos en dos, de forma horizontal sobre la cubierta y enfrentando las cubiertas transparentes de los mismos.

Los perfiles de las estructuras de soporte para los c.p.p. aún sin desembalar serán descargados del camión mediante una pluma. Las dejará a 2,5 m de la pechera sur de la cubierta del edificio perteneciente a la zona de trabajo.

En esta operación se emplearán eslingas planas de banda textil.

Para desplazar los c.p.p. hasta las estructuras una vez estas estén montadas se emplearán carretillas de mano.

El material para poder realizar el tendido del circuito hidráulico y el conexionado de equipos se transportará a mano por la escalera interior de la edificación.

Dicha escalera está provista de suelo de terrazo y pasamanos.

- Montaje de estructuras

Sobre la superficie metálica inclinada 45° la cual presenta las fijaciones para la estructura metálica de soporte para los captadores se montarán las estructuras. Las uniones de dichas estructuras son atornilladas. Los perfiles son de acero galvanizado en caliente y lacado en frío.

Las escaleras de acceso provisionales tendrán una longitud variable de 3 m como máximo y dispondrán de ganchos de sujeción en su extremo superior. Estas escaleras estarán bien calzadas en su extremo inferior. Dichas escaleras serán las empleadas para el montaje de la estructura metálica de soporte para los captadores.

- Colocación de paneles

Una vez finalizado el montaje de las estructuras de soporte de los captadores se colocarán sobre estas los c.p.p. Los c.p.p. se fijarán a las estructuras mediante grapas de fijación que no proyectarán sombras sobre la superficie de apertura del c.p.p.

- Conexionado hidráulico de equipos.

Los c.p.p. se conectarán entre sí con racores de tres piezas de junta cónica de latón. Una vez conectados se conectarán las baterías y finalmente las filas con la valvulería descrita en el presente proyecto y siguiendo el circuito trazado en el plano nº 4 del presente proyecto.

- Tendido y conexionado eléctrico de equipos.

Finalizado el conexionado y tendido del circuito hidráulico en la cubierta se pasará al conexionado de una sonda de temperatura tipo PT1000. La sonda de temperatura se ubicará a la salida del último captador de la segunda batería de la fila ubicada más al oeste.

Desde la sonda se tiende una línea bajo tubo de acero inoxidable. La línea consiste en una manguera de 3 x 1,5 mm<sup>2</sup> de Cu ES07Z1-K (AS) que parte desde la sonda y finaliza en el puerto que le corresponde en el módulo de control diferencial, en adelante MCD. El MCD se encuentra en la “Sala de Acumulación de ACS”.

❖ Trabajo en “Sala de Acumulación de ACS”:

Los trabajos descritos seguidamente se realizarán en la sala identificada como “Sala de Acumulación de ACS”. Para seguir la siguiente descripción se aconseja visualizar los planos nº 4 y 6. El número máximo de trabajadores previsto en esta zona de trabajo es de 2. A saber:

- 2 Técnicos en montaje y mantenimiento de instalaciones solares térmicas.
- 2 Técnicos instaladores de electricidad.

La “Sala de Acumulación de ACS” se encuentra en la planta baja del edificio más concretamente en el suroeste de la parte central del edificio.

Se accede a esta sala por la parte sur del edificio tras cruzar un patio. La “Sala de Acumulación de ACS” presenta una superficie de 13,42 m<sup>2</sup>.

El patio que se debe cruzar antes de acceder a la “Sala de Acumulación de ACS” es rectangular y presenta las siguientes dimensiones 2,48 x 7,16 (m x m) siendo medida la dimensión más importante en el eje este-oeste. Con estos datos es fácil calcular la superficie del patio que resulta ser de 17,75 m<sup>2</sup>.

- Carga y descarga de material.

Del camión se descargará con una pluma y empleando eslingas planas de banda textil, tanto el acumulador solar, con las siguientes dimensiones principales longitud = 2,720 m y diámetro=1,400m, como el acumulador auxiliar, que presenta las siguientes dimensiones principales longitud = 2,720 m y diámetro=1,400 m. Se pueden observar las características técnicas de ambos acumuladores en las hojas de especificaciones nº 4.2 y 4.3 y sus dimensiones principales tanto en las hojas de especificaciones mencionadas como en los planos nº 9 y 10.

Estos depósitos se ubicarán en el patio colindante con la “Sala de Acumulación de ACS”, presentando su eje principal la dirección este-oeste. La boca que se empleará para realizar la acometida de agua potable al acumulador se colocará en el extremo situado más al este del depósito. Esto permitirá tener un paso mínimo de 1,7 m en el patio colindante a la “Sala de Acumulación de ACS”.

Los sopletes y las cargas de gas se almacenarán en armarios provisionales colocados para tal fin en el patio colindante con la “Sala de Acumulación de ACS”. Para desplazar este material desde el camión hasta la “Sala de Acumulación de ACS” se empleará una carretilla de mano apta para tal fin.

El resto del material una vez descargado del camión se almacenará en la “Sala de Acumulación de ACS”. Para desplazar el material desde el camión

hasta la “Sala de Acumulación de ACS” se empleará una carretilla de mano apta para tal fin.

- Ubicación y conexionado hidráulico de equipos.

En primer lugar se ubicarán en el lugar especificado en el plano nº 8 las bombas circuladoras, el vaso de expansión y el intercambiador. Estos elementos se conectarán entre sí según se especifica en el plano nº 8.

Se tenderá el entramado de tuberías de los muros este y oeste de la “Sala de Acumulación de ACS” según se muestra en el plano nº 8. Acto seguido se ubicarán los acumuladores en la susodicha sala y se conectarán al trazado de tuberías como se indica en el plano nº 8.

- Conexionado eléctrico de equipos.

El tendido eléctrico en la “Sala de Acumulación de ACS” debe estar realizado así como la instalación de iluminación e instalado el cuadro eléctrico con las debidas protecciones.

El trabajo eléctrico que se realizará será el conexionado de las bombas y del sistema de control.

Estos circuitos trabajan a 230V y nos encontramos en un local húmedo. El tendido eléctrico irá bajo tubo de acero inoxidable.

#### ❖ Trabajo en fachada:

Los trabajos en fachada descritos seguidamente se desarrollarán en la fachada sur situada en la parte central del edificio. El número máximo de trabajadores previsto en esta zona de trabajo es de 2. Pudiendo darse dos casos, a saber:

- 2 Técnicos en montaje y mantenimiento de instalaciones solares térmicas.
- 2 Técnicos instaladores de electricidad.

El acceso a la fachada para poder realizar estos trabajos se realizarán desde una plataforma elevadora de personas.

- Montaje de conexionado hidráulico.

Consiste en la colocación de dos verticales aisladas térmicamente. Una es una ascendente por la que circula agua menos caliente que parte de la “Sala de Acumulación de ACS” y se dirige al campo de captadores. La otra vertical es una descendente que conduce el agua calentada en el campo de captadores hacia la “Sala de Acumulación de ACS”. Las conducciones se anclan en la

pared mediante grapas isofónicas ubicadas a una distancia de 2,00 como máximo.

- Tendido y conexionado eléctrico de equipos.

Desde la cubierta se lanzará un tubo de acero inoxidable que se anclará al paramento vertical mediante grapas isofónicas. En el interior de este tubo hay un manguera de 3 x 1,5 mm<sup>2</sup> que parte de la cubierta y va hacia la “Sala de Acumulación de ACS”.

## **7.5 Establecimiento de las condiciones de seguridad.**

### **7.5.1 Establecimiento de las condiciones de seguridad en lugares de trabajo**

El establecimiento de las condiciones de seguridad en la zona de trabajo especificada se realizará en base a:

- “Real Decreto 486/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo”
- “Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo. INSHT”.

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>1. LUGARES DE TRABAJO</b>		Personas afectadas <input type="text" value="4"/>	
Área de trabajo	<input type="text" value="CUBIERTA DEL EDIFICIO"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/17"/>
		Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/02/17"/>
Cumplimentado por		<input type="text" value="D. JUAN LUIS DIAZ VILLAREJO"/>	
1. Son correctas las características del suelo y se mantiene limpio.	X	NO	El pavimento será consistente no resbaladizo y de fácil limpieza. Constituirá un conjunto homogéneo lano y liso y se mantendrá limpio.
2. Están delimitadas y libres de obstáculos las zonas de paso.	X	NO	Determinar lugares de disposición de materiales fuera de las zonas de paso y señalizar.
3. Se garantiza totalmente la visibilidad de los vehículos en las zonas de paso.	X	NO	Colocar espejos reflectores y señalizar o cambiar rutas, cuando sea necesario.
4. La anchura de las vías de circulación de personas o materiales es suficiente.	X	NO	Respetar las medidas mínimas necesarias. Como mínimo un pasillo peatonal tendrá una anchura de un metro.
5. Los pasillos por los que circulan vehículos permiten el paso de personas sin interferencias.	X	NO	Diferenciar en lo posible tales zonas. En todo caso, aumentar la anchura y señalizar.
6. Los portones destinados a la circulación de vehículos son usados por los peatones sin riesgos para su seguridad.	X	NO	Disponer en su proximidad inmediata de puertas destinadas a tal fin, expeditas y totalmente identificadas.
7. Están protegidas las aberturas en el suelo, los pasos y las plataformas de trabajo elevadas.	X	NO	Instalar barandillas de 90 cm de altura y rodapiés seguros y señalizados.
8. Están protegidas las zonas de paso junto a instalaciones peligrosas.	X	NO	Proteger hasta una altura mínima de 2,5 m.
9. Se respetan las medidas mínimas del área de trabajo: 3 m de altura (en oficinas 2,5 m), 2 m de superficie libre y 10 m <sup>3</sup> de volumen.	X	NO	Ampliar el ámbito físico.
10. Las dimensiones adoptadas permiten realizar movimientos seguros.	X	NO	La movilidad del personal se efectuará en condiciones seguras.
11. El espacio de trabajo está limpio y ordenado, libre de obstáculos y con el equipamiento necesario.	X	NO	Disponer de lugares de almacenamiento y disposición de materiales y equipos. Mejorar los hábitos y la organización del trabajo.
12. Los espacios de trabajo están suficientemente protegidos de posibles riesgos externos a cada puesto (caldas, salpicaduras, etc.).	X	NO	Proteger adecuadamente el espacio de trabajo frente a interferencias o agentes externos.
13. El acceso, permanencia y salida de trabajadores a espacios confinados y a zonas con riesgo de caída, caída de objetos y contacto o exposición a agentes agresivos está controlado.	X	NO	Implantar procedimientos redactados de autorizaciones a trabajadores para estos lugares de trabajo.
14. Las escaleras fijas de cuatro peldaños o más disponen de barandillas de 90 cm de altura, rodapiés y barras verticales o listón intermedio.	X	NO	Instalar barandillas normalizadas.

15. Los peldaños son uniformes y antideslizantes.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Corregir, instalando en su defecto bandas antideslizantes.
16. Están bien construidas y concebidas para los fines que se utilizan.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Deben resistir una carga móvil de 500 kg/m <sup>2</sup> y con un coeficiente de seguridad de cuatro.
17. Las escaleras fijas y medios de acceso metálicos (plataformas, barandillas...) sometidos a la intemperie, se encuentran en buenas condiciones de uso.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Repararlas y establecer un programa de mantenimiento.
18. Se utilizan escaleras de mano solo para accesos ocasionales y en condiciones de uso aceptables.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Vigilar sus características constructivas y establecer un plan de revisiones.
19. Están bien calzadas en su base o llevan ganchos de sujeción en el extremo superior de apoyo.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Evitar su uso en trabajos y accesos sistematizados y vigilar las características constructivas y el plan de revisiones.
20. Tienen longitud menor de 5 m, salvo que tengan resistencia garantizada.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Utilizar escaleras de resistencia garantizada cuando sean de más de cinco metros.
21. Se observan hábitos correctos de trabajo en el uso de escaleras manuales.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Adiestrar en su utilización. Tanto el ascenso como el descenso se hará siempre de frente a las mismas.
22. Las cargas trasladadas por las escaleras son de pequeño peso y permiten las manos libres.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Las manos estarán libres para sujetarse a las escaleras.
23. Disponen las escaleras de tiera de tirante de enlace en perfecto estado.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Colocar tirante.
24. Es adecuada la iluminación de cada zona (pasillos, espacios de trabajo, escaleras), a su cometido específico.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Iluminar respetando los mínimos establecidos. Mínimo en zonas de paso de uso habitual = 50 lux.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Cinco o más deficientes.	5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 18, 23.	1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DE TECTADAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>1. LUGARES DE TRABAJO</b>		Personas afectadas <input type="text" value="4"/>	
Área de trabajo <input type="text" value="SALA DE ACUMULACION ACS"/>		Fecha <input type="text" value="17/01/17"/>	Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/17"/>
Cumplimentado por <input type="text" value="D. JUAN LUIS DIAZ VILLAREJO"/>			
1. Son correctas las características del suelo y se mantiene limpio.	X	NO	El pavimento será consistente no resbaladizo y de fácil limpieza. Constituirá un conjunto homogéneo liso y lizo y se mantendrá limpio.
2. Están delimitadas y libres de obstáculos las zonas de paso.	X	NO	Determinar lugares de disposición de materiales fuera de las zonas de paso y señalizar.
3. Se garantiza totalmente la visibilidad de los vehículos en las zonas de paso.	X	NO	Colocar espejos reflectores y señalizar o cambiar rutas, cuando sea necesario.
4. La anchura de las vías de circulación de personas o materiales es suficiente.	X	NO	Respetar las medidas mínimas necesarias. Como mínimo un pasillo peatonal tendrá una anchura de un metro.
5. Los pasillos por los que circulan vehículos permiten el paso de personas sin interferencias.	X	NO	Diferenciar en lo posible tales zonas. En todo caso, aumentar la anchura y señalizar.
6. Los portones destinados a la circulación de vehículos son usados por los peatones sin riesgos para su seguridad.	X	NO	Disponer en su proximidad inmediata de puertas destinadas a tal fin, expeditas y totalmente identificadas.
7. Están protegidas las aberturas en el suelo, los pasos y las plataformas de trabajo elevadas.	X	NO	Instalar barandillas de 90 cm de altura y rodapiés seguros y señalizados.
8. Están protegidas las zonas de paso junto a instalaciones peligrosas.	X	NO	Proteger hasta una altura mínima de 2,5 m.
9. Se respetan las medidas mínimas del área de trabajo: 3 m de altura (en oficinas 2,5 m), 2 m de superficie libre y 10 m <sup>3</sup> de volumen.	X	NO	Ampliar el ámbito físico.
10. Las dimensiones adoptadas permiten realizar movimientos seguros.	X	NO	La movilidad del personal se efectuará en condiciones seguras.
11. El espacio de trabajo está limpio y ordenado, libre de obstáculos y con el equipamiento necesario.	X	NO	Disponer de lugares de almacenamiento y disposición de materiales y equipos. Mejorar los hábitos y la organización del trabajo.
12. Los espacios de trabajo están suficientemente protegidos de posibles riesgos externos a cada puesto (caídas, salpicaduras, etc.).	X	NO	Proteger adecuadamente el espacio de trabajo frente a interferencias o agentes externos.
13. El acceso, permanencia y salida de trabajadores a espacios confinados y a zonas con riesgo de caída, caída de objetos y contacto o exposición a agentes agresivos está controlado.	X	NO	Implantar procedimientos redactados de autorizaciones a trabajadores para estos lugares de trabajo.
14. Las escaleras fijas de cuatro peldaños o más disponen de barandillas de 90 cm de altura, rodapiés y barras verticales o listón intermedio.	X	NO	Instalar barandillas normalizadas.

15. Los peldaños son uniformes y antideslizantes.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Corregir, instalando en su defecto bandas antideslizantes.
16. Están bien construidas y concebidas para los fines que se utilizan.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Deben resistir una carga móvil de 500 kg/m. y con un coeficiente de seguridad de cuatro.
17. Las escaleras fijas y medios de acceso metálicos (plataformas, barandillas...) sometidos a la intemperie, se encuentran en buenas condiciones de uso.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Repararlas y establecer un programa de mantenimiento.
18. Se utilizan escaleras de mano solo para accesos ocasionales y en condiciones de uso aceptables.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Vigilar sus características constructivas y establecer un plan de revisiones.
19. Están bien calzadas en su base o llevan ganchos de sujeción en el extremo superior de apoyo.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Evitar su uso en trabajos y accesos sistematizados y vigilar las características constructivas y el plan de revisiones.
20. Tienen longitud menor de 5 m, salvo que tengan resistencia garantizada.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Utilizar escaleras de resistencia garantizada cuando sean de más de cinco metros.
21. Se observan hábitos correctos de trabajo en el uso de escaleras manuales.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Adiestrar en su utilización. Tanto el ascenso como el descenso se hará siempre de frente a las mismas.
22. Las cargas trasladadas por las escaleras son de pequeño peso y permiten las manos libres.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Las manos estarán libres para sujetarse a las escaleras.
23. Disponen las escaleras de tija de tirante de enlace en perfecto estado.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Colocar tirante.
24. Es adecuada la iluminación de cada zona (pasillos, espacios de trabajo, escaleras), a su cometido específico.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Iluminar respetando los mínimos establecidos. Mínimo en zonas de paso de uso habitual = 50 lux.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Cinco o más deficientes.	5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 18, 23.	1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>1. LUGARES DE TRABAJO</b>		Personas afectadas <input type="text" value="4"/>	
Área de trabajo <input type="text" value="FACHADA"/>		Fecha <input type="text" value="17/01/17"/>	Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/17"/>
Cumplimentado por <input type="text" value="D. JUAN LUIS DIAZ VILLAREJO"/>			
1. Son correctas las características del suelo y se mantiene limpio.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	El pavimento será consistente no resbaladizo y de fácil limpieza. Constituirá un conjunto homogéneo liso y lizo y se mantendrá limpio.
2. Están delimitadas y libres de obstáculos las zonas de paso.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Determinar lugares de disposición de materiales fuera de las zonas de paso y señalizar.
3. Se garantiza totalmente la visibilidad de los vehículos en las zonas de paso.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Colocar espejos reflectores y señalizar o cambiar rutas, cuando sea necesario.
4. La anchura de las vías de circulación de personas o materiales es suficiente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Respetar las medidas mínimas necesarias. Como mínimo un pasillo peatonal tendrá una anchura de un metro.
5. Los pasillos por los que circulan vehículos permiten el paso de personas sin interferencias.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Diferenciar en lo posible tales zonas. En todo caso, aumentar la anchura y señalizar.
6. Los portones destinados a la circulación de vehículos son usados por los peatones sin riesgos para su seguridad.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Disponer en su proximidad inmediata de puertas destinadas a tal fin, expeditas y totalmente identificadas.
7. Están protegidas las aberturas en el suelo, los pasos y las plataformas de trabajo elevadas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Instalar barandillas de 90 cm de altura y rodapiés seguros y señalizados.
8. Están protegidas las zonas de paso junto a instalaciones peligrosas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Proteger hasta una altura mínima de 2,5 m.
9. Se respetan las medidas mínimas del área de trabajo: 3 m de altura (en anchas 2,5 m), 2 m de superficie libre y 10 m <sup>3</sup> de volumen.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Ampliar el ámbito físico.
10. Las dimensiones adoptadas permiten realizar movimientos seguros.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	La movilidad del personal se efectuará en condiciones seguras.
11. El espacio de trabajo está limpio y ordenado, libre de obstáculos y con el equipamiento necesario.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Disponer de lugares de almacenamiento y disposición de materiales y equipos. Mejorar los hábitos y la organización del trabajo.
12. Los espacios de trabajo están suficientemente protegidos de posibles riesgos externos a cada puesto (caídas, salpicaduras, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Proteger adecuadamente el espacio de trabajo frente a interferencias o agentes externos.
13. El acceso, permanencia y salida de trabajadores a espacios confinados y a zonas con riesgo de caída, caída de objetos y contacto o exposición a agentes agresivos está controlado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Implantar procedimientos redactados de autorizaciones a trabajadores para estos lugares de trabajo.
14. Las escaleras fijas de cuatro peldaños o más disponen de barandillas de 90 cm de altura, rodapiés y barras verticales o listón intermedio.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Instalar barandillas normalizadas.

15. Los peldaños son uniformes y antideslizantes.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Corregir, instalando en su defecto bandas antideslizantes.
16. Están bien construidas y concebidas para los fines que se utilizan.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Deben resistir una carga móvil de 500 kg/m <sup>2</sup> y con un coeficiente de seguridad de cuatro.
17. Las escaleras fijas y medios de acceso metálicos (plataformas, barandillas...) sometidos a la intemperie, se encuentran en buenas condiciones de uso.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Repararlas y establecer un programa de mantenimiento.
18. Se utilizan escaleras de mano solo para accesos ocasionales y en condiciones de uso aceptables.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Vigilar sus características constructivas y establecer un plan de revisiones.
19. Están bien calzadas en su base o llevan ganchos de sujeción en el extremo superior de apoyo.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Evitar su uso en trabajos y accesos sistematizados y vigilar las características constructivas y el plan de revisiones.
20. Tienen longitud menor de 5 m, salvo que tengan resistencia garantizada.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Utilizar escaleras de resistencia garantizada cuando sean de más de cinco metros.
21. Se observan hábitos correctos de trabajo en el uso de escaleras manuales.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Adiestrar en su utilización. Tanto el ascenso como el descenso se hará siempre de frente a las mismas.
22. Las cargas trasladadas por las escaleras son de pequeño peso y permiten las manos libres.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Las manos estarán libres para sujetarse a las escaleras.
23. Disponen las escaleras de tiera de tirante de enlace en perfecto estado.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Colocar tirante.
24. Es adecuada la iluminación de cada zona (pasillos, espacios de trabajo, escaleras), a su cometido específico.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Iluminar respetando los mínimos establecidos. Mínimo en zonas de paso de uso habitual = 50 lux.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Cinco o más deficientes.	5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 18, 23.	1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

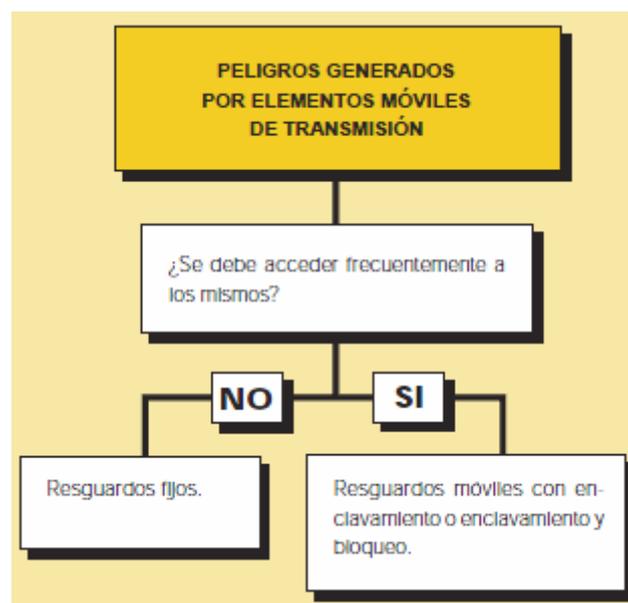
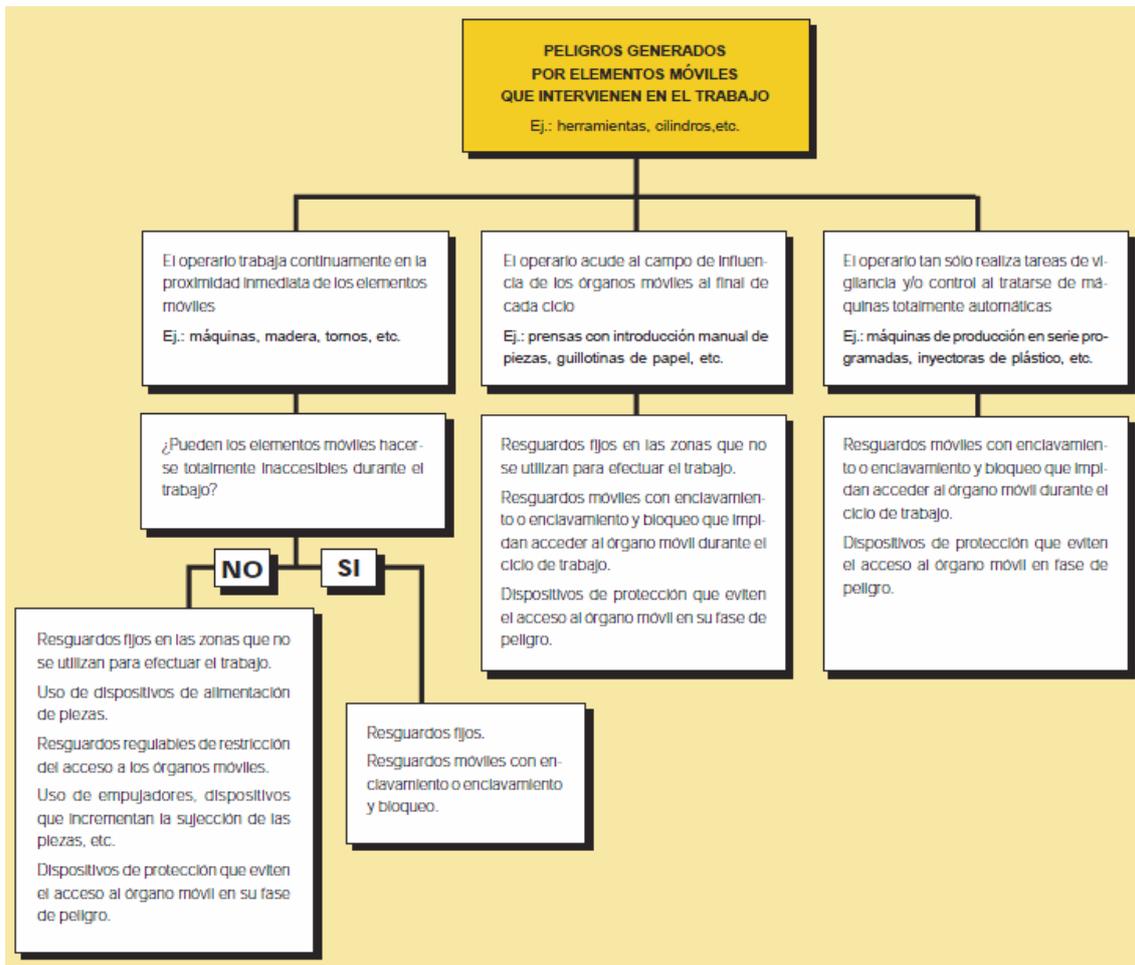
**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DE TECTADAS**

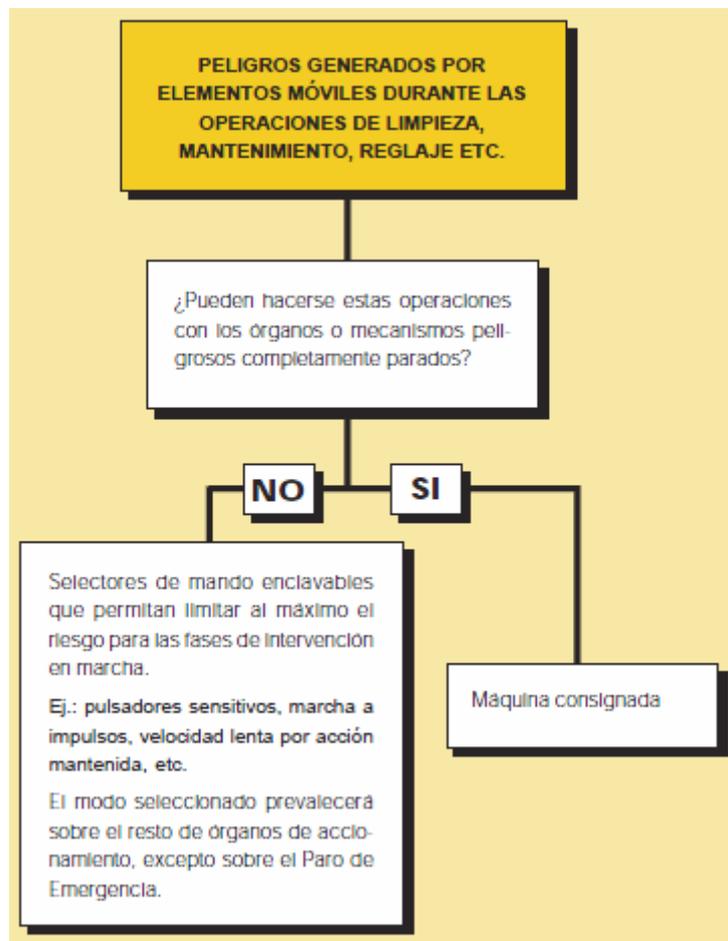
## **7.5.2 Establecimiento de las condiciones de seguridad en máquinas**

En lo concerniente al control del riesgo en máquinas, el empresario debe exigir y comprobar que las máquinas que se adquieren por intermediación de D. JUAN LUIS V. H., técnico en montaje y mantenimiento de instalaciones solares térmicas con carnet homologado nº 2513T3, en calidad de encargado de la adquisición de máquinas cumplen con las exigencias legales pudiéndose comprobar esto a través del marcado CE y que en el Manual de Instrucciones, que obligatoriamente acompaña a la máquina, se le informa para que pueda efectuar sin riesgo todas y cada una de las operaciones usuales u ocasionales que en la máquina se deben realizar: reglaje, utilización, limpieza, mantenimiento etc.

Así mismo adecuará, cuando sea necesario, las máquinas ya instaladas y en uso en sus talleres; redactando, en su caso, las normas de trabajo que permitan incrementar u optimizar las medidas de seguridad que se han de tomar en las distintas operaciones.

En el cuadro 1 se resume el procedimiento para seleccionar los sistemas de protección frente a los riesgos mecánicos (atrapamientos, cortes, proyecciones, etc.). Para el conocimiento y valoración de otros riesgos en máquinas deberían aplicarse otros cuestionarios sobre riesgos específicos: riesgo eléctrico, ruido, radiaciones, etc. Así mismo, asegurar unas condiciones seguras de trabajo con las máquinas requiere no sólo velar para que ellas lo sean, sino que también es fundamental que su entorno sea correcto, que los trabajadores estén adiestrados y, finalmente, que la organización de todo trabajo conjugue una adecuada interrelación hombre-máquina.





El establecimiento de las condiciones de seguridad en máquinas en el lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

- **Normativa que afecta al fabricante de máquinas:**

**RD 1435/1992, de 27 de noviembre**, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas y su posterior modificación realizada por RD 56/1995.

**Resolución de 1 de marzo de 1995**, por la que se publica la relación de organismos notificados por los Estados miembros de la Unión Europea para la aplicación de la Directiva 89/392/CEE sobre máquinas.

**Normas UNE-EN**, cuya observancia y aplicación comporta la presunción de conformidad con los requisitos esenciales de seguridad y salud recogidos en el Anexo I del RD 1435/1992.

- **Normativa que afecta al usuario de máquinas:**

Es obligación del empresario que sus máquinas en uso se ajusten a los requisitos de la normativa vigente y es, a su vez, derecho y deber de los trabajadores exigir el cumplimiento de tales requisitos.

**Real Decreto 1215/1997** sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, y RD 2177/2004 que modifica al anterior.

**Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. INSHT.**

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>2 MÁQUINAS</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="CUBIERTA DEL EDIFICIO"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/>
		Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por	<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. Los elementos móviles de las máquinas (de transmisión que intervienen en el trabajo), son inaccesibles por diseño, fabricación y/o ubicación.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es necesario protegerlas mediante resguardos y/o dispositivos de seguridad.
2. Existen resguardos fijos que impiden el acceso a órganos móviles a los que se debe acceder ocasionalmente.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es preferible su empleo frente a otro tipo de resguardos cuando no es necesario el acceso al punto de peligro. Pasar a la cuestión 7.
3. Son de construcción robusta y están sólidamente sujetos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	A ser posible, no podrán permanecer en su puesto si carecen de sus medios de fijación.
4. Están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben garantizar la inaccesibilidad a la zona peligrosa.
5. Su fijación está garantizada por sistemas que requieren el empleo de una herramienta para que puedan ser retirados o abiertos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	No deben poderse retirar mediante la acción manual.
6. Su implantación garantiza que no se ocasionen nuevos peligros.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	No deben tener ángulos vivos, vértices afilados, superficie abrasiva o cortante, etc.
7. Existen resguardos móviles asociados a dispositivos que operan a la par cuando aquellos se abren e impiden la puesta en marcha.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Estos resguardos son necesarios cuando se deba acceder con frecuencia al punto de peligro. Pasar a la cuestión 9.
8. Si es posible, cuando se abren, permanecen unidos a la máquina.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deberían poder cumplir esta condición.
9. Existen resguardos regulables que limitan el acceso a la zona de operación en trabajos que exijan la intervención del operario en su proximidad.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Estos resguardos son necesarios en determinadas situaciones, cuando se deba acceder al punto de operación. Pasar a la cuestión 12.
10. Los resguardos regulables son, preferentemente autorregulables.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Si es posible, no debe dejarse a la voluntad del operario su correcta ubicación.
11. Los de regulación manual se pueden regular fácilmente y sin necesidad de herramientas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben cumplir esta condición.
12. Existen dispositivos de protección que imposibilitan el funcionamiento de los elementos móviles, mientras el operario puede acceder a ellos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Estos dispositivos complementarán a los resguardos si éstos son insuficientes, o los sustituirán en caso necesario. Pasar a cuestión 16.
13. Garantizan la inaccesibilidad a los elementos móviles a otras personas expuestas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La condición debe cumplirse para todos los operarios y/o ayudantes que trabajan en la máquina.
14. Para regularlos, se precisa una acción voluntaria.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	No debe poderse variar su funcionalidad de manera involuntaria o accidental.

15. La ausencia o el fallo de uno de sus órganos impide la puesta en marcha o provoca la parada de los elementos móviles.	X	NO	Deben autocontrolar su correcto estado y funcionamiento.
16. En operaciones con riesgo de proyecciones, no eliminado por los resguardos existentes, se usan equipos de protección individual.	X	NO	Deben usarse con carácter complementario.
17. Los órganos de accionamiento son visibles, e están colocados fuera de zonas peligrosas y su manipulación sólo es posible de manera intencionada.	X	NO	Deben cumplir todas estas condiciones.
18. Desde el puesto de mando, el operador ve todas las zonas peligrosas o en su defecto existe una señal acústica de puesta en marcha.	X	NO	La puesta en marcha no debe poner en peligro a otros operarios o ayudantes de la máquina ni a terceras personas.
19. La interrupción o el restablecimiento, tras una interrupción de la alimentación de energía, deja la máquina en situación segura.	X	NO	Se ha de cumplir este requisito.
20. Existen uno o varios dispositivos de parada de emergencia accesibles rápidamente.	X	NO	Queda excluido cuando dicho dispositivo no puede reducir el riesgo, así como las máquinas portátiles y las guiadas a mano.
21. Existen dispositivos para la consignación en intervenciones peligrosas (ej. reparación, mantenimiento, limpieza, etc.).	X	NO	Toda máquina debe poder separarse de cada una de sus fuentes de energía y, en su caso, estar bloqueada en esa posición.
22. Existen medidas para reducir la exposición a los riesgos en operaciones de mantenimiento, limpieza o reglaje con la máquina en marcha.	X	NO	Deben adoptarse.
23. El operario ha sido formado y adiestrado en el manejo de la máquina.	X	NO	Debe instruirse al operario en el correcto manejo de la máquina, en particular, si se trata de máquinas peligrosas.
24. Existe un Manual de instrucciones donde se especifica cómo realizar de manera segura las operaciones normales u ocasionales en la máquina.	X	NO	Debe redactarse y, en caso de adquirir la máquina con posterioridad al 21/1/87, exigirlo al fabricante de la misma.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
1 conjuntamente con 2, 7, 9 ó 12, en función del tipo de resguardo o dispositivo de seguridad requerido y no debidamente cubierto o reemplazado por otro. Más de 7 respuestas deficientes.	3, 4, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.	5, 6, 8, 10, 11.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS

CONDICIONES DE SEGURIDAD		
<b>2 MÁQUINAS</b>	Personas afectadas	2
Área de trabajo	SALA DE ACUMULACION ACS	Fecha 17/01/12
		Fecha próxima revisión 17/02/12
Cumplimentado por	D. JUAN LUIS DIAZ VILLAREJO	
1. Los elementos móviles de las máquinas (de transmisión que intervienen en el trabajo), son inaccesibles por diseño, fabricación y/o ubicación.	X NO	Es necesario protegerlas mediante resguardos y/o dispositivos de seguridad.
2. Existen resguardos fijos que impiden el acceso a órganos móviles a los que se debe acceder ocasionalmente.	X NO	Es preferible su empleo frente a otro tipo de resguardos cuando no es necesario el acceso al punto de peligro. Pasar a la cuestión 7.
3. Son de construcción robusta y están sólidamente sujetos.	X NO	A ser posible, no podrán permanecer en su puesto si carecen de sus medios de fijación.
4. Están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.	X NO	Deben garantizar la inaccesibilidad a la zona peligrosa.
5. Su fijación está garantizada por sistemas que requieren el empleo de una herramienta para que puedan ser retirados o abiertos.	X NO	No deben poderse retirar mediante la sola acción manual.
6. Su implantación garantiza que no se ocasionen nuevos peligros.	X NO	No deben tener ángulos vivos, vértices afilados, superficie abrasiva o cortante, etc.
7. Existen resguardos móviles asociados a andamiajes que ordenan la marcha cuando aquellos se abren e impiden la puesta en marcha.	X NO	Estos resguardos son necesarios cuando se deba acceder con frecuencia al punto de peligro. Pasar a la cuestión 9.
8. Si es posible, cuando se abren, permanecen unidos a la máquina.	X NO	Deberían poder cumplir esta condición.
9. Existen resguardos regulables que limitan el acceso a la zona de operación en trabajos que exijan la intervención del operario en su proximidad.	X NO	Estos resguardos son necesarios en determinadas situaciones, cuando se deba acceder al punto de operación. Pasar a la cuestión 12.
10. Los resguardos regulables son, preferentemente autorregulables.	X NO	Si es posible, no debe dejarse a la voluntad del operario su correcta ubicación.
11. Los de regulación manual se pueden regular fácilmente y sin necesidad de herramientas.	X NO	Deben cumplir esta condición.
12. Existen dispositivos de protección que imposibilitan el funcionamiento de los elementos móviles, mientras el operario puede acceder a ellos.	X NO	Estos dispositivos complementarán a los resguardos si éstos son insuficientes, o los sustituirán en caso necesario. Pasar a cuestión 10.
13. Garantizan la inaccesibilidad a los elementos móviles a otras personas expuestas.	X NO	La condición debe cumplirse para todos los operarios y/o ayudantes que trabajan en la máquina.
14. Para regularlos, se precisa una acción voluntaria.	X NO	No debe poderse variar su funcionalidad de manera involuntaria o accidental.

15. La ausencia o el fallo de uno de sus órganos impide la puesta en marcha o provoca la parada de los elementos móviles.	X	NO	Deben autocontrolar su correcto estado y funcionamiento.
16. En operaciones con riesgo de proyecciones, no eliminado por los resguardos existentes, se usan equipos de protección individual.	X	NO	Deben usarse con carácter complementario.
17. Los órganos de accionamiento son visibles, e están colocados fuera de zonas peligrosas y su manipulación sólo es posible de manera intencionada.	X	NO	Deben cumplir todas estas condiciones.
18. Desde el puesto de mando, el operador ve todas las zonas peligrosas o en su defecto existe una señal acústica de puesta en marcha.	X	NO	La puesta en marcha no debe poner en peligro a otros operarios o ayudantes de la máquina ni a terceras personas.
19. La interrupción o el restablecimiento, tras una interrupción de la alimentación de energía, deja la máquina en situación segura.	X	NO	Se ha de cumplir este requisito.
20. Existen uno o varios dispositivos de parada de emergencia accesibles rápidamente.	X	NO	Queda excluido cuando dicho dispositivo no puede reducir el riesgo, así como las máquinas portátiles y las guiadas a mano.
21. Existen dispositivos para la consignación en intervenciones peligrosas (ej. reparación, mantenimiento, limpieza, etc.).	X	NO	Toda máquina debe poder separarse de cada una de sus fuentes de energía y, en su caso, estar bloqueada en esa posición.
22. Existen medidas para reducir la exposición a los riesgos en operaciones de mantenimiento, limpieza o reglaje con la máquina en marcha.	X	NO	Deben adoptarse.
23. El operario ha sido formado y adiestrado en el manejo de la máquina.	X	NO	Debe instruirse al operario en el correcto manejo de la máquina, en particular, si se trata de máquinas peligrosas.
24. Existe un Manual de instrucciones donde se especifica como realizar de manera segura las operaciones normales u ocasionales en la máquina.	X	NO	Debe redactarse y, en caso de adquirir la máquina con posterioridad al 21/1/87, exigirlo al fabricante de la misma.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
1 conjuntamente con 2, 7, 9 ó 12, en función del tipo de resguardo o dispositivo de seguridad requerido y no debidamente cubierto o reemplazado por otro. Más de 7 respuestas deficientes.	3, 4, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.	5, 6, 8, 10, 11.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS

CONDICIONES DE SEGURIDAD					
<b>2 MÁQUINAS</b>	Personas afectadas	2			
Área de trabajo	FACHADA	Fecha	17/01/12	Fecha próxima revisión	17/02/12
Cumplimentado por	D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO				
1. Los elementos móviles de las máquinas (de transmisión que intervienen en el trabajo), son inaccesibles por diseño, fabricación y/o ubicación.	X	NO	Es necesario protegerlas mediante resguardos y/o dispositivos de seguridad.		
2. Existen resguardos fijos que impiden el acceso a órganos móviles a los que se debe acceder ocasionalmente.	X	NO	Es preferible su empleo frente a otro tipo de resguardos cuando no es necesario el acceso al punto de peligro. Pasar a la cuestión 7.		
3. Son de construcción robusta y están sólidamente sujetos.	X	NO	A ser posible, no podrán permanecer en su puesto si carecen de sus medios de fijación.		
4. Están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.	X	NO	Deben garantizar la inaccesibilidad a la zona peligrosa.		
5. Su fijación está garantizada por sistemas que requieren el empleo de una herramienta para que puedan ser retirados o abiertos.	X	NO	No deben poderse retirar mediante la sola acción manual.		
6. Su implantación garantiza que no se ocasionen nuevos peligros.	X	NO	No deben tener ángulos vivos, vértices afilados, superficies abrasiva o cortante, etc.		
7. Existen resguardos móviles asociados a endosamientos que operan la parada cuando aquellos se abren e impiden la puesta en marcha.	X	NO	Estos resguardos son necesarios cuando se deba acceder con frecuencia al punto de peligro. Pasar a la cuestión 9.		
8. Si es posible, cuando se abren, permanecen unidos a la máquina.	X	NO	Deberían poder cumplir esta condición.		
9. Existen resguardos regulables que limitan el acceso a la zona de operación en trabajos que exijan la intervención del operario en su proximidad.	X	NO	Estos resguardos son necesarios en determinadas situaciones, cuando se deba acceder al punto de operación. Pasar a la cuestión 12.		
10. Los resguardos regulables son, preferentemente, autorregulables.	X	NO	Si es posible, no debe dejarse a la voluntad del operario su correcta ubicación.		
11. Los de regulación manual se pueden regular fácilmente y sin necesidad de herramientas.	X	NO	Deben cumplir esta condición.		
12. Existen dispositivos de protección que imposibilitan el funcionamiento de los elementos móviles, mientras el operario puede acceder a ellos.	X	NO	Estos dispositivos complementarán a los resguardos si éstos son insuficientes, o los sustituirán en caso necesario. Pasar a cuestión 16.		
13. Garantizan la inaccesibilidad a los elementos móviles a otras personas expuestas.	X	NO	La condición debe cumplirse para todos los operarios y/o ayudantes que trabajan en la máquina.		
14. Para regularlos, se precisa una acción voluntaria.	X	NO	No debe poderse variar su funcionalidad de manera involuntaria o accidental.		

15. La ausencia o el fallo de uno de sus órganos impide la puesta en marcha o provoca la parada de los elementos móviles.	X	NO	Deben autocontrolar su correcto estado y funcionamiento.
16. En operaciones con riesgo de proyecciones, no eliminado por los resguardos existentes, se usan equipos de protección individual.	X	NO	Deben usarse con carácter complementario.
17. Los órganos de accionamiento son visibles, e están colocados fuera de zonas peligrosas y su manipulación sólo es posible de manera intencionada.	X	NO	Deben cumplir todas estas condiciones.
18. Desde el puesto de mando, el operador ve todas las zonas peligrosas o en su defecto existe una señal acústica de puesta en marcha.	X	NO	La puesta en marcha no debe poner en peligro a otros operarios o ayudantes de la máquina ni a terceras personas.
19. La interrupción o el restablecimiento, tras una interrupción de la alimentación de energía, deja la máquina en situación segura.	X	NO	Se ha de cumplir este requisito.
20. Existen uno o varios dispositivos de parada de emergencia accesibles rápidamente.	X	NO	Queda excluido cuando dicho dispositivo no puede reducir el riesgo, así como las máquinas portátiles y las guiadas a mano.
21. Existen dispositivos para la consignación en intervenciones peligrosas (ej. reparación, mantenimiento, limpieza, etc.).	X	NO	Toda máquina debe poder separarse de cada una de sus fuentes de energía y, en su caso, estar bloqueada en esa posición.
22. Existen medidas para reducir la exposición a los riesgos en operaciones de mantenimiento, limpieza o reglaje con la máquina en marcha.	X	NO	Deben adoptarse.
23. El operario ha sido formado y adiestrado en el manejo de la máquina.	X	NO	Debe instruirse al operario en el correcto manejo de la máquina, en particular, si se trata de máquinas peligrosas.
24. Existe un Manual de instrucciones donde se especifica como realizar de manera segura las operaciones normales u ocasionales en la máquina.	X	NO	Debe redactarse y, en caso de adquirir la máquina con posterioridad al 21/1/87, exigirlo al fabricante de la misma.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
1 conjuntamente con 2, 7, 9 ó 12, en función del tipo de resguardo o dispositivo de seguridad requerido y no debidamente cubierto o reemplazado por otro. Más de 7 respuestas deficientes.	3, 4, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.	5, 6, 8, 10, 11.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS	

### **7.5.3 Establecimiento de las condiciones de seguridad en elevación y transporte.**

La evaluación de riesgos específicos de los equipos de elevación y transporte implica considerar riesgos tales como los debidos a la movilidad de equipos, a la elevación de cargas y a la elevación y/o desplazamiento de personas.

El control de estos riesgos pasa por considerar una triple vertiente o enfoque del problema:

- ❖ D. JUAN LUIS V. H., técnico en montaje y mantenimiento de instalaciones solares térmicas con carnet homologado nº 2513T3, en calidad de encargado de la adquisición de equipos deberá velar por que los equipos estén equipados frente a los riesgos previsibles en este tipo de operaciones y, en particular, con una respuesta adecuada a los riesgos que con mayor incidencia dan lugar a accidentes: vuelco y caída de objetos. El empresario debe exigir y comprobar que los equipos que D. JUAN LUIS V. H. adquiere se adapta a las exigencias legales se constata por el marcado CE y que en el Manual de Instrucciones, que obligatoriamente acompaña al equipo, se le informa para que pueda efectuar sin riesgo todas y cada una de las operaciones usuales u ocasionales que en el mismo se deben realizar: reglaje, utilización, limpieza, mantenimiento, etc.

Asimismo adecuará, cuando sea necesario, estos equipos ya en uso en sus talleres; redactando, en su caso, las normas de trabajo que permitan incrementar u optimizar las medidas de seguridad que se han de tomar en las distintas operaciones.

- ❖ En los locales de trabajo se han definido y delimitado áreas de movimiento de equipos y de barrido de cargas suspendidas, a fin de evitar interferencias y/u obstrucciones entre ellos, con otras máquinas o equipos instalados de forma fija y/o con zonas destinadas al tránsito de operarios o con puestos fijos de trabajo.
- ❖ Se debe establecer un programa de mantenimiento preventivo para limitar que los riesgos se agraven por el uso y deterioro de los equipos y sus componentes, siguiendo las instrucciones del fabricante. Dicho programa debe ser estricto y existir un control escrito de que tales operaciones se realizan dentro de los plazos previstos.

Dada la peligrosidad de estos equipos, como demuestran los datos de siniestralidad reseñados, y la necesidad de mantenerlos en todo momento en correcto estado de uso, siempre que sea posible se realizará, además del mantenimiento preventivo, un “mantenimiento predictivo” en todos aquellos componentes o elementos clave de seguridad, que pueden dar información de un nivel de deterioro, a fin de permitir su sustitución o reparación previamente a que se averíen o fallen.

El establecimiento de las condiciones de seguridad en máquinas en el lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

- **Normativa que afecta al fabricante de equipos de elevación y transporte:**

Es aplicable la misma legislación que al fabricante de máquinas, referenciada en el cuestionario de máquinas.

- **Normativa que afecta al usuario de equipos de elevación y transporte:**

**Real Decreto 1215/1997** sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, y RD 2177/2004 que modifica al anterior.

**Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. INSHT.**

**Real Decreto 1314/1997**, por el que se modifica el Reglamento de aparatos de Elevación y Mantenimiento e Instrucciones Técnicas de desarrollo que hasta el momento han aparecido (ITC - MIE- AEM 1, sobre ascensores electromecánicos; ITC – MIE – AEM 2, sobre grúas torre para obras; ITC – MIE – AEM 3, sobre carretillas automotoras de mantenimiento y la ITC – MIE – AEM 4, sobre grúas torre móviles autopropulsadas) en aspectos concernientes al funcionamiento, mantenimiento, revisiones e inspecciones periódicas de los equipos.

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>3. ELEVACIÓN Y TRANSPORTE</b>		Personas afectadas	4
Área de trabajo	CUBIERTA DEL EDIFICIO	Fecha	17/01/12
		Fecha próxima revisión	17/01/12
Cumplimentado por <b>D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO</b>			
1. El acceso al puesto de conducción se realiza de manera segura.	X	NO	Deben existir medios de sujeción y de apoyo que permitan un acceso fácil, cómodo y seguro.
2. La visibilidad desde el puesto de conducción permite al conductor maniobrar con toda seguridad para sí mismo y para las personas expuestas.	X	NO	El diseño del puesto de conducción de la máquina y el entorno por el que ésta se desplaza deben garantizar una buena visibilidad.
3. Existen dispositivos adecuados que remedien los riesgos derivados de la insuficiencia de visibilidad directa.	X	NO	Se dispondrá de dispositivos al efecto: señalización óptica y/o acústica, arranque temporizado, etc.
4. En caso de utilización en lugares oscuros, el vehículo dispone de alumbrado satisfactorio.	X	NO	Se debe garantizar que el conductor distinga con nitidez el entorno de trabajo y que terceros personas distingan la máquina.
5. Si el vehículo precisa de cabina, está diseñada y fabricada para proteger de los peligros de vuelco y caída de objetos.	X	NO	La cabina debe certificar la resistencia adecuada frente a estos riesgos.
6. Las vías de circulación están bien señalizadas, son de anchura suficiente y con el pavimento en correcto estado.	X	NO	Las superficies de tránsito deben reunir estas condiciones.
7. Está limitada la velocidad de circulación en función de la zona.	X	NO	Se adecuará la velocidad a cada situación.
8. Si el desplazamiento se realiza sobre guías o pistas de rodadura, existen dispositivos para evitar des carrilamientos.	X	NO	Deben preverse.
9. Existen dispositivos de alarma sonora y/o luminosa.	X	NO	Son preceptivos.
10. Está señalizada la carga máxima de utilización.	X	NO	Debe señalizarse de manera visible y fácilmente perceptible.
11. Los cables, cadenas y demás accesorios de eslingado utilizados, se ajustan a los coeficientes de utilización previstos por el fabricante.	X	NO	Debe garantizarse esta condición.
12. Todo accesorio de sujeción y elevación en mal estado (deformado, deshilachado, con corrosión, etc.), es sustituido inmediatamente y desechado.	X	NO	Debe garantizarse esta condición.
13. Está equipada la máquina de dispositivos que mantienen la amplitud de movimientos dentro de los límites previstos.	X	NO	Es preceptivo. En su caso, la acción de estos dispositivos irá precedida de una advertencia.
14. En caso de fallo total o parcial de la alimentación de energía, está garantizada la sujeción y estabilidad de la carga.	X	NO	Debe garantizarse.

15. Los medios de prensión y/o sujeción son adecuados para evitar una caída intempestiva de la carga.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben impedir caídas intempestivas o repentinas.
16. Existen montacargas y/o plataformas elevadoras.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasar al cuestionario siguiente.
17. Su recorrido está completamente cerrado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe estar delimitado y cerrado.
18. Las puertas de acceso disponen de enclavamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben disponer del mismo.
19. Está señalizada la carga máxima y la prohibición de uso a personas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe señalizarse en lugar visible y fácilmente perceptible.
20. Los órganos de accionamiento están ubicados en el exterior de la cabina y son inaccesibles desde la misma.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Han de cumplir esta condición.
21. En caso de desplazarse personas, está fijada por el fabricante la carga y ocupación máxima.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Estos datos, que deben repetirse, deben indicarse en el habitáculo a través de señalización visible.
22. Está equipada la máquina con dispositivos que adviertan en caso de sobrecarga e impidan el movimiento del habitáculo.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es preceptivo.
23. Los órganos de accionamiento del movimiento del habitáculo, están ubicados de forma que sean fácilmente accesibles por sus ocupantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben estar en el habitáculo y ser de accionamiento mantenido, salvo en el caso de máquinas para niveles definidos.
24. Estos órganos, prevalecen sobre los demás órganos de accionamiento de los mismos movimientos, salvo sobre los de parada de emergencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es preceptivo.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Ocho o más deficientes.	2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.	1, 6, 7.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD		
<b>3. ELEVACIÓN Y TRANSPORTE</b>	Personas afectadas	2
Área de trabajo	SALA DE ACUMULACION ACS	Fecha 17/01/12
		Fecha próxima revisión 17/01/12
Cumplimentado por	D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO	
1. El acceso al puesto de conducción se realiza de manera segura.	X	NO Deben existir medios de sujeción y de apoyo que permitan un acceso fácil, cómodo y seguro.
2. La visibilidad desde el puesto de conducción permite al conductor maniobrar con toda seguridad para sí mismo y para las personas expuestas.	X	NO El diseño del puesto de conducción de la máquina y el entorno por el que ésta se desplaza deben garantizar una buena visibilidad.
3. Existen dispositivos adecuados que remedien los riesgos derivados de la insuficiencia de visibilidad directa.	X	NO Se dispondrá de dispositivos al efecto: señalización óptica y/o acústica, arranque temporizado, etc.
4. En caso de utilización en lugares oscuros, el vehículo dispone de alumbrado satisfactorio.	X	NO Se debe garantizar que el conductor distinga con nitidez el entorno de trabajo y que terceros personas distingan la máquina.
5. Si el vehículo precisa de cabina, está diseñada y fabricada para proteger de los peligros de vuelco y caída de objetos.	X	NO La cabina debe certificar la resistencia adecuada frente a estos riesgos.
6. Las vías de circulación están bien señalizadas, son de anchura suficiente y con el pavimento en correcto estado.	X	NO Las superficies de tránsito deben reunir estas condiciones.
7. Está limitada la velocidad de circulación en función de la zona.	X	NO Se adecuará la velocidad a cada situación.
8. Si el desplazamiento se realiza sobre guías o pistas de rodadura, existen dispositivos para evitar des carrilamientos.	X	NO Deben prevenerse.
9. Existen dispositivos de alarma sonora y/o luminosa.	X	NO Son preceptivos.
10. Está señalizada la carga máxima de utilización.	X	NO Debe señalizarse de manera visible y fácilmente perceptible.
11. Los cables, cadenas y demás accesorios de estingado utilizados, se ajustan a los coeficientes de utilización previstos por el fabricante.	X	NO Debe garantizarse esta condición.
12. Todo accesorio de sujeción y elevación en mal estado (deformado, deshilachado, con corrosión, etc.), es sustituido inmediatamente y desechado.	X	NO Debe garantizarse esta condición.
13. Está equipada la máquina de dispositivos que mantienen la amplitud de movimientos dentro de los límites previstos.	X	NO Es preceptivo. En su caso, la acción de estos dispositivos irá precedida de una advertencia.
14. En caso de fallo total o parcial de la alimentación de energía, está garantizada la sujeción y estabilidad de la carga.	X	NO Debe garantizarse

15. Los medios de prensión y/o sujeción son adecuados para evitar una caída intempestiva de la carga.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben impedir caídas intempestivas o repentinas.
16. Existen montacargas y/o plataformas elevadoras.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasar al cuestionario siguiente.
17. Su recorrido está completamente cerrado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe estar delimitado y cerrado.
18. Las puertas de acceso disponen de enclavamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben disponer del mismo.
19. Está señalizada la carga máxima y la prohibición de uso a personas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe señalizarse en lugar visible y fácilmente perceptible.
20. Los órganos de accionamiento están ubicados en el exterior de la cabina y son inaccesibles desde la misma.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Han de cumplir esta condición.
21. En caso de desplazarse personas, está fijada por el fabricante la carga y ocupación máxima.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Estos datos, que deben repetirse, deben indicarse en el habitáculo a través de señalización visible.
22. Está equipada la máquina con dispositivos que adviertan en caso de sobrecarga e impidan el movimiento del habitáculo.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es preceptivo.
23. Los órganos de accionamiento del movimiento del habitáculo, están ubicados de forma que sean fácilmente accesibles por sus ocupantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben estar en el habitáculo y ser de accionamiento mantenido, salvo en el caso de máquinas para niveles definidos.
24. Estos órganos, prevalecen sobre los demás órganos de accionamiento de los mismos movimientos, salvo sobre los de parada de emergencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es preceptivo.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Ocho o más deficientes.	2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.	1, 6, 7.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>3. ELEVACIÓN Y TRANSPORTE</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="FACHADA"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/>
		Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/01/12"/>
Cumplimentado por		<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>	
1. El acceso al puesto de conducción se realiza de manera segura.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben existir medios de sujeción y de apoyo que permitan un acceso fácil, cómodo y seguro.
2. La visibilidad desde el puesto de conducción permite al conductor maniobrar con toda seguridad para sí mismo y para las personas expuestas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	El diseño del puesto de conducción de la máquina y el entorno por el que ésta se desplaza deben garantizar una buena visibilidad.
3. Existen dispositivos adecuados que remedien los riesgos derivados de la insuficiencia de visibilidad directa.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Se dispondrá de dispositivos al efecto: señalización óptica y/o acústica, arranque temporizado, etc.
4. En caso de utilización en lugares oscuros, el vehículo dispone de alumbrado satisfactorio.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Se debe garantizar que el conductor distinga con nitidez el entorno de trabajo y que terceros personas distingan la máquina.
5. Si el vehículo precisa de cabina, está diseñada y fabricada para proteger de los peligros de vuelco y caída de objetos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La cabina debe certificar la resistencia adecuada frente a estos riesgos.
6. Las vías de circulación están bien señalizadas, son de anchura suficiente y con el pavimento en correcto estado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Las superficies de tránsito deben reunir estas condiciones.
7. Está limitada la velocidad de circulación en función de la zona.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Se adecuará la velocidad a cada situación.
8. Si el desplazamiento se realiza sobre guías o pistas de rodadura, existen dispositivos para evitar desvíos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben prevenerse.
9. Existen dispositivos de alarma sonora y/o luminosa.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Son preceptivos.
10. Está señalizada la carga máxima de utilización.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe señalizarse de manera visible y fácilmente perceptible.
11. Los cables, cadenas y demás accesorios de estirado utilizados, se ajustan a los coeficientes de utilización previstos por el fabricante.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe garantizarse esta condición.
12. Todo accesorio de sujeción y elevación en mal estado (deformado, deshilachado, con corrosión, etc.), es sustituido inmediatamente y desechado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe garantizarse esta condición.
13. Está equipada la máquina de dispositivos que mantienen la amplitud de movimientos dentro de los límites previstos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es preceptivo. En su caso, la acción de estos dispositivos irá precedida de una advertencia.
14. En caso de fallo total o parcial de la alimentación de energía, está garantizada la sujeción y estabilidad de la carga.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe garantizarse

15. Los medios de prensión y/o sujeción son adecuados para evitar una caída intempestiva de la carga.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben impedir caídas intempestivas o repentinas.
16. Existen mortacargas y/o plataformas elevadoras.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasar al cuestionario siguiente.
17. Su recorrido está completamente cerrado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe estar delimitado y cerrado.
18. Las puertas de acceso disponen de enclavamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben disponer del mismo.
19. Está señalizada la carga máxima y la prohibición de uso a personas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe señalizarse en lugar visible y fácilmente perceptible.
20. Los órganos de accionamiento están ubicados en el exterior de la cabina y son inaccesibles desde la máquina.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Han de cumplir esta condición.
21. En caso de desplazarse personas, está fijada por el fabricante la carga y ocupación máxima.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Estos datos, que deben respetarse, deben indicarse en el habitáculo a través de señalización visible.
22. Está equipada la máquina con dispositivos que adviertan en caso de sobrecarga e impidan el movimiento del habitáculo.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es preceptivo.
23. Los órganos de accionamiento del movimiento del habitáculo, están ubicados de forma que sean fácilmente accesibles por sus ocupantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben estar en el habitáculo y ser de accionamiento mantenido, salvo en el caso de máquinas para niveles definidos.
24. Estos órganos, prevalecen sobre los demás órganos de accionamiento de los mismos movimientos, salvo sobre los de parada de emergencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es preceptivo.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Ocho o más deficientes.	2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.	1, 6, 7.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

#### **7.5.4 Establecimiento de las condiciones de seguridad en herramientas manuales.**

Con el objeto de eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados de la utilización de herramientas manuales, debe realizarse un programa de prevención que contemple los diversos aspectos que inciden en el proceso.

##### **Adquisición**

Se nombra a D. JUAN LUIS V. H., técnico en montaje y mantenimiento de instalaciones solares térmicas con carnet homologado nº 2513T3, como encargado de la adquisición de herramientas manuales, debido a su conocimiento tanto de los trabajos a realizar como de las herramientas que intervienen en ellos, también será responsable de buscar suministradores que garanticen la buena calidad de herramientas manuales.

##### **Adiestramiento-Utilización**

El adiestramiento de los trabajadores en el uso correcto de las herramientas se encargará a D. JUAN LUIS V. H., técnico en montaje y mantenimiento de instalaciones solares térmicas con carnet homologado nº 2513T3 y a D. JOSÉ ANTONIO D. V. instalador electricista con carnet homologado nº 15478kls12.

Todos los trabajadores en plantilla se comprometen a:

- Elegir la herramienta idónea al trabajo que se vaya a realizar, considerando la forma, el peso y las dimensiones adecuadas desde el punto de vista ergonómico.
- Revisar que se encuentra en buen estado al iniciar cualquier tarea.
- Las herramientas no deben utilizarse para fines distintos de los previstos, ni deben sobrepasarse las prestaciones para las que están diseñadas.
- Comprobar que los mangos no estén astillados o rajados y que estén perfectamente acoplados y sólidamente fijados a la herramienta (martillos, destornilladores, sierras, limas, etc.).
- Verificar que las mordazas, bocas y brazos de las herramientas de apriete estén sin deformar (llaves, alicates, tenazas, destornilladores, etc.).

- Cuidar que las herramientas de corte y de bordes filosos estén perfectamente afiladas (cuchillos, tijeras, cinceles, etc.).
- Tener en cuenta que las cabezas metálicas no deben tener rebabas.
- Vigilar el estado del dentado en limas, sierras, etc.
- Cuando deban emplearse equipos de protección individual, velar por que sean certificados.
- Cuando sea necesario se utilizarán herramientas con protecciones aislantes si existe el riesgo de contactos eléctricos y herramientas antichispa en ambientes inflamables.
- Todos los equipos de protección individual deben ser adecuados al riesgo, certificados y de uso personal.

#### **Almacenamiento:**

- Guardar las herramientas perfectamente ordenadas, en cajas, paneles o estantes adecuados, donde cada herramienta tenga su lugar.
- No pueden colocarse en pasillos, escaleras u otros lugares elevados desde los que puedan caer sobre los trabajadores.
- La mejor solución es llevar el control centralizado en un solo almacén, pero, de no ser posible, se deben realizar inspecciones periódicas sobre su localización y estado. Si las herramientas son personales, se facilitará una mejor conservación de las mismas.

#### **Mantenimiento y reparación:**

- Revisar periódicamente el estado de las herramientas (mangos, recubrimientos aislantes, afilado, etc.).
- Reparar las que estén defectuosas, si es posible, o desecharlas.
- Nunca pueden hacerse reparaciones provisionales que puedan comportar riesgos en el trabajo.
- Las reparaciones deben hacerse, siempre que sea preciso, por personal especializado.

#### **Transporte:**

Para el transporte de las herramientas se observarán diversas precauciones, como son:

- Utilizar cajas, bolsas y cinturones especialmente diseñados.

- Para las herramientas cortantes o punzantes, utilizar fundas adecuadas.
- No llevarlas nunca en el bolsillo.
- Al subir o bajar por una escalera manual deben transportarse en bolsas colgadas de manera que ambas manos queden libres.

El establecimiento de las condiciones de seguridad en máquinas en el lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

**Real Decreto 773/1997** sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

**Guía Técnica para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de protección individual. INSHT.**

**Real Decreto 1215/1997** sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

**Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. INSHT.**

**Real Decreto 1627/1997** sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

**Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción. INSHT.**

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>3. ELEVACIÓN Y TRANSPORTE</b>		Personas afectadas	4
Área de trabajo	CUBIERTA DEL EDIFICIO	Fecha	17/01/12
		Fecha próxima revisión	17/01/12
Cumplimentado por		D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO	
1. El acceso al puesto de conducción se realiza de manera segura.	X	NO	Deben existir medios de sujeción y de apoyo que permitan un acceso fácil, cómodo y seguro.
2. La visibilidad desde el puesto de conducción permite al conductor maniobrar con toda seguridad para sí mismo y para las personas expuestas.	X	NO	El diseño del puesto de conducción de la máquina y el entorno por el que ésta se desplaza deben garantizar una buena visibilidad.
3. Existen dispositivos adecuados que remedien los riesgos derivados de la insuficiencia de visibilidad directa.	X	NO	Se dispondrá de dispositivos al efecto: señalización óptica y/o acústica, arranque temporizado, etc.
4. En caso de utilización en lugares oscuros, el vehículo dispone de alumbrado satisfactorio.	X	NO	Se debe garantizar que el conductor distinga con nitidez el entorno de trabajo y que terceras personas distingan la máquina.
5. Si el vehículo precisa de cabina, está diseñada y fabricada para proteger de los peligros de vuelco y caída de objetos.	X	NO	La cabina debe certificar la resistencia adecuada frente a estos riesgos.
6. Las vías de circulación están bien señalizadas, son de anchura suficiente y con el pavimento en correcto estado.	X	NO	Las superficies de tránsito deben reunir estas condiciones.
7. Está limitada la velocidad de circulación en función de la zona.	X	NO	Se adecuará la velocidad a cada situación.
8. Si el desplazamiento se realiza sobre guías o pistas de rodadura, existen dispositivos para evitar des carrilamientos.	X	NO	Deben prevenerse.
9. Existen dispositivos de alarma sonora y/o luminosa.	X	NO	Son preceptivos.
10. Está señalizada la carga máxima de utilización.	X	NO	Debe señalizarse de manera visible y fácilmente perceptible.
11. Los cables, cadenas y demás accesorios de eslingado utilizados, se ajustan a los coeficientes de utilización previstos por el fabricante.	X	NO	Debe garantizarse esta condición.
12. Todo accesorio de sujeción y elevación en mal estado (deformado, deshilachado, con corrosión, etc.), es sustituido inmediatamente y desechado.	X	NO	Debe garantizarse esta condición.
13. Está equipada la máquina de dispositivos que mantienen la amplitud de movimientos dentro de los límites previstos.	X	NO	Es preceptivo. En su caso, la acción de estos dispositivos irá precedida de una advertencia.
14. En caso de fallo total o parcial de la alimentación de energía, está garantizada la sujeción y estabilidad de la carga.	X	NO	Debe garantizarse.

15. Los medios de prensión y/o sujeción son adecuados para evitar una caída intempestiva de la carga.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben impedir caídas intempestivas o repentinas.
16. Existen montacargas y/o plataformas elevadoras.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasar al cuestionario siguiente.
17. Su recorrido está completamente cerrado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe estar delimitado y cerrado.
18. Las puertas de acceso disponen de enclavamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben disponer del mismo.
19. Está señalizada la carga máxima y la prohibición de uso a personas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe señalizarse en lugar visible y fácilmente perceptible.
20. Los órganos de accionamiento están ubicados en el exterior de la cabina y son inaccesibles desde la misma.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Han de cumplir esta condición.
21. En caso de desplazarse personas, está fijada por el fabricante la carga y ocupación máxima.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Estos datos, que deben repetirse, deben indicarse en el habitáculo a través de señalización visible.
22. Está equipada la máquina con dispositivos que adviertan en caso de sobrecarga e impidan el movimiento del habitáculo.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es preceptivo.
23. Los órganos de accionamiento del movimiento del habitáculo, están ubicados de forma que son fácilmente accesibles por sus ocupantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben estar en el habitáculo y ser de accionamiento mantenido, salvo en el caso de máquinas para niveles definidos.
24. Estos órganos, prevalecen sobre los demás órganos de accionamiento de los mismos movimientos, salvo sobre los de parada de emergencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es preceptivo.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Ocho o más deficientes.	2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.	1, 6, 7.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>3. ELEVACIÓN Y TRANSPORTE</b>		Personas afectadas	2
Área de trabajo	SALA DE ACUMULACION ACS	Fecha	17/01/12
		Fecha próxima revisión	17/01/12
Cumplimentado por		D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO	
1. El acceso al puesto de conducción se realiza de manera segura.	X	NO	Deben existir medios de sujeción y de apoyo que permitan un acceso fácil, cómodo y seguro.
2. La visibilidad desde el puesto de conducción permite al conductor maniobrar con toda seguridad para sí mismo y para las personas expuestas.	X	NO	El diseño del puesto de conducción de la máquina y el entorno por el que ésta se desplaza deben garantizar una buena visibilidad.
3. Existen dispositivos adecuados que remedien los riesgos derivados de la insuficiencia de visibilidad directa.	X	NO	Se dispondrá de dispositivos al efecto: señalización óptica y/o acústica, arranque temporizado, etc.
4. En caso de utilización en lugares oscuros, el vehículo dispone de alumbrado satisfactorio.	X	NO	Se debe garantizar que el conductor distinga con nitidez el entorno de trabajo y que terceras personas distingan la máquina.
5. Si el vehículo precisa de cabina, está diseñada y fabricada para proteger de los peligros de vuelco y caída de objetos.	X	NO	La cabina debe certificar la resistencia adecuada frente a estos riesgos.
6. Las vías de circulación están bien señalizadas, son de anchura suficiente y con el pavimento en correcto estado.	X	NO	Las superficies de tránsito deben reunir estas condiciones.
7. Está limitada la velocidad de circulación en función de la zona.	X	NO	Se adecuará la velocidad a cada situación.
8. Si el desplazamiento se realiza sobre guías o pistas de rodadura, existen dispositivos para evitar des carrilamientos.	X	NO	Deben prevenirse.
9. Existen dispositivos de alarma sonora y/o luminosa.	X	NO	Son preceptivos.
10. Está señalizada la carga máxima de utilización.	X	NO	Debe señalizarse de manera visible y fácilmente perceptible.
11. Los cables, cadenas y demás accesorios de estingado utilizados, se ajustan a los coeficientes de utilización previstos por el fabricante.	X	NO	Debe garantizarse esta condición.
12. Todo accesorio de sujeción y elevación en mal estado (deformado, deshilachado, con corrosión, etc.), es sustituido inmediatamente y desechado.	X	NO	Debe garantizarse esta condición.
13. Está equipada la máquina de dispositivos que mantienen la amplitud de movimientos dentro de los límites previstos.	X	NO	Es preceptivo. En su caso, la acción de estos dispositivos irá precedida de una advertencia.
14. En caso de fallo total o parcial de la alimentación de energía, está garantizada la sujeción y estabilidad de la carga.	X	NO	Debe garantizarse.

15. Los medios de prensión y/o sujeción son adecuados para evitar una caída intempestiva de la carga.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben impedir caídas intempestivas o repentinas.
16. Existen montacargas y/o plataformas elevadoras.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasar al cuestionario siguiente.
17. Su recorrido está completamente cerrado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe estar delimitado y cerrado.
18. Las puertas de acceso disponen de enclavamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben disponer del mismo.
19. Está señalizada la carga máxima y la prohibición de uso a personas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe señalizarse en lugar visible y fácilmente perceptible.
20. Los órganos de accionamiento están ubicados en el exterior de la cabina y son inaccesibles desde la misma.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Han de cumplir esta condición.
21. En caso de desplazarse personas, está fijada por el fabricante la carga y ocupación máxima.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Estos datos, que deben respetarse, deben indicarse en el habitáculo a través de señalización visible.
22. Está equipada la máquina con dispositivos que adviertan en caso de sobrecarga e impidan el movimiento del habitáculo.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es preceptivo.
23. Los órganos de accionamiento del movimiento del habitáculo, están ubicados de forma que sean fácilmente accesibles por sus ocupantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben estar en el habitáculo y ser de accionamiento mantenido, salvo en el caso de máquinas para niveles definidos.
24. Estos órganos, prevalecen sobre los demás órganos de accionamiento de los mismos movimientos, salvo sobre los de parada de emergencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es preceptivo.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Ocho o más deficientes.	2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.	1, 6, 7.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DE TECTADAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD					
<b>3. ELEVACIÓN Y TRANSPORTE</b>	Personas afectadas	2			
Área de trabajo	FACHADA	Fecha	17/01/12	Fecha próxima revisión	17/01/12
Cumplimentado por	D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO				
1. El acceso al puesto de conducción se realiza de manera segura.	X	NO	Deben existir medios de sujeción y de apoyo que permitan un acceso fácil, cómodo y seguro.		
2. La visibilidad desde el puesto de conducción permite al conductor maniobrar con toda seguridad para sí mismo y para las personas expuestas.	X	NO	El diseño del puesto de conducción de la máquina y el entorno por el que ésta se desplaza deben garantizar una buena visibilidad.		
3. Existen dispositivos adecuados que remedien los riesgos derivados de la insuficiencia de visibilidad directa.	X	NO	Se dispondrá de dispositivos al efecto: señalización óptica y/o acústica, arranque temporizado, etc.		
4. En caso de utilización en lugares oscuros, el vehículo dispone de alumbrado satisfactorio.	X	NO	Se debe garantizar que el conductor distinga con nitidez el entorno de trabajo y que terceras personas distingan la máquina.		
5. Si el vehículo precisa de cabina, está diseñada y fabricada para proteger de los peligros de vuelco y caída de objetos.	X	NO	La cabina debe certificar la resistencia adecuada frente a estos riesgos.		
6. Las vías de circulación están bien señalizadas, son de anchura suficiente y con el pavimento en correcto estado.	X	NO	Las superficies de tránsito deben reunir estas condiciones.		
7. Está limitada la velocidad de circulación en función de la zona.	X	NO	Se adecuará la velocidad a cada situación.		
8. Si el desplazamiento se realiza sobre guías o pistas de rodadura, existen dispositivos para evitar des carrilamientos.	X	NO	Deben prevenirse.		
9. Existen dispositivos de alarma sonora y/o luminosa.	X	NO	Son preceptivos.		
10. Está señalizada la carga máxima de utilización.	X	NO	Debe señalizarse de manera visible y fácilmente perceptible.		
11. Los cables, cadenas y demás accesorios de estingado utilizados, se ajustan a los coeficientes de utilización previstos por el fabricante.	X	NO	Debe garantizarse esta condición.		
12. Todo accesorio de sujeción y elevación en mal estado (deformado, deshilachado, con corrosión, etc.), es sustituido inmediatamente y desechado.	X	NO	Debe garantizarse esta condición.		
13. Está equipada la máquina de dispositivos que mantienen la amplitud de movimientos dentro de los límites previstos.	X	NO	Es preceptivo. En su caso, la acción de estos dispositivos irá precedida de una advertencia.		
14. En caso de fallo total o parcial de la alimentación de energía, está garantizada la sujeción y estabilidad de la carga.	X	NO	Debe garantizarse.		

15. Los medios de prensión y/o sujeción son adecuados para evitar una caída intempestiva de la carga.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben impedir caídas intempestivas o repentinas.
16. Existen montacargas y/o plataformas elevadoras.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasar al cuestionario siguiente.
17. Su recorrido está completamente cerrado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe estar delimitado y cerrado.
18. Las puertas de acceso disponen de enclavamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben disponer del mismo.
19. Está señalizada la carga máxima y la prohibición de uso a personas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe señalizarse en lugar visible y fácilmente perceptible.
20. Los órganos de accionamiento están ubicados en el exterior de la cabina y son inaccesibles desde la misma.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Han de cumplir esta condición.
21. En caso de desplazarse personas, está fijada por el fabricante la carga y ocupación máxima.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Estos datos, que deben respetarse, deben indicarse en el habitáculo a través de señalización visible.
22. Está equipada la máquina con dispositivos que adviertan en caso de sobrecarga e impidan el movimiento del habitáculo.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es preceptivo.
23. Los órganos de accionamiento del movimiento del habitáculo, están ubicados de forma que sean fácilmente accesibles por sus ocupantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben estar en el habitáculo y ser de accionamiento mantenido, salvo en el caso de máquinas para niveles definidos.
24. Estos órganos, prevalecen sobre los demás órganos de accionamiento de los mismos movimientos, salvo sobre los de parada de emergencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es preceptivo.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Ocho o más deficientes.	2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.	1, 6, 7.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

### **7.5.5 Establecimiento de las condiciones de seguridad en la manipulación de objetos.**

Con el objeto de eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados de la manipulación de objetos, debe realizarse un programa de prevención que contemple los diversos aspectos que inciden en el proceso.

Es necesario, siempre que sea posible, evitar la manipulación manual desde la concepción y el acondicionamiento de los lugares de trabajo, considerando la propia organización del trabajo, así como las modificaciones que se estimen convenientes en la misma.

Se emplearán, en lo posible, sistemas mecanizados para la manutención de cargas.

Deben concebirse los puestos de trabajo de forma que faciliten las operaciones de manipulación manual.

Además, la seguridad debe reforzarse por medio de políticas de prevención que:

- Evalúen los riesgos que las operaciones de manipulación manual suponen para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Busquen soluciones que puedan facilitar el trabajo: útiles de agarre, ingenios ligeros de manipulación y otros medios suplementarios.
- Organicen las operaciones con los efectivos suficientes (particularmente en los momentos punta de la producción) y con la suficiente formación.
- Aporten a los puestos de trabajo los recursos necesarios.
- Prevean los espacios necesarios para los almacenamientos tanto fijos como eventuales.
- Adecuen los lugares de almacenamiento y las vías de circulación.
- Apliquen en el almacén sistemas de sujeción que garanticen la estabilidad de las cargas y su correcta disposición.
- Impartan a los trabajadores una formación específica para evitar esfuerzos excesivos o posturas forzadas.

Se deben, además, proporcionar a los operarios los equipos de protección

individual adecuados al riesgo y certificados (guantes, calzado de seguridad, etc.).

Los perfiles y los tubos deben almacenarse debidamente estibados y sujetos con soportes que faciliten la estabilidad del conjunto. Cuando se depositen horizontalmente, se situarán distanciados de zonas de paso y con sus extremos protegidos por terminales de goma.

Las pequeñas piezas se almacenarán en gradillas dispuestas para tal fin.

Las áreas de almacenamiento se mantendrán bien ordenadas, iluminadas y con sistemas claros para la clasificación e identificación de los materiales u objetos allí depositados.

Para el traslado de objetos, se dispondrá de 2 carretillas manuales y de un traspalet hidráulico, que serán accesibles a todos los que lo necesiten. Debe tenerse en cuenta que la mezcla acuosa de propilenglicol no se almacenarán en la obra y se transportarán a ella solo cuando se vayan a utilizar.

El establecimiento de las condiciones de seguridad en máquinas en el lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Guía Técnica de señalización de seguridad y salud en el trabajo. INSHT.

Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo. INSHT.

Real Decreto 487/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. INSHT.

Real Decreto 1215/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud



para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. INSHT.

CONDICIONES DE SEGURIDAD		
<b>5. MANIPULACIÓN DE OBJETOS</b>	Personas afectadas	4
Área de trabajo	CUBIERTA DEL EDIFICIO	Fecha 17/01/12 Fecha próxima revisión 17/02/12
Cumplimentado por	D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO	
1. Se utilizan objetos cuya manipulación entraña riesgo de cortes, caída de objetos o sobreesfuerzos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Pasar a la cuestión 9.
2. Los objetos están limpios de sustancias resbaladizas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Evitarlas o adecuar útiles que eviten el contacto directo.
3. La forma y dimensiones de los objetos facilitan su manipulación.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Utilizar medios y métodos seguros de manipulación. Adoptar el utillaje adecuado que permita su manejo y estabilidad.
4. El personal usa calzado de seguridad normalizado cuando la caída de objetos puede generar daño.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Usar calzado certificado.
5. Los objetos o residuos están libres de partes o elementos cortantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Eliminar si es posible, o usar guantes de seguridad.
6. El personal expuesto a cortes usa guantes normalizados.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Usar guantes certificados.
7. Se efectúa de manera segura la eliminación de residuos o elementos cortantes o punzantes procedentes del trabajo con objetos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Utilizar sistemas de recogida mecanizada, sistemas de barrido, etc.
8. El personal está adiestrado en la manipulación correcta de objetos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Mejorar sistemas de formación e información.
9. El nivel de iluminación es el adecuado en la manipulación y almacenamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Adecuar el nivel de iluminación a los mínimos recomendados.
10. El almacenamiento de materiales se realiza en lugares específicos para tal fin.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Prever los espacios necesarios tanto para almacenamientos fijos como eventuales del proceso productivo.
11. Los materiales se depositan en contenedores de características y demandas adecuadas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Cuando sea necesario el uso de cestones o contenedores éstos serán idóneos en capacidad y forma y serán manejables.
12. Los espacios previstos para almacenamiento tienen amplitud suficiente y están delimitados y señalizados.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Ampliar o adecuar el almacenamiento en altura. Delimitar el perímetro ocupado.
13. El almacenamiento de materiales o sus contenedores se realiza por apilamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Pasar a la cuestión 16.
14. El suelo es resistente y homogéneo y la altura de apilamiento ofrece estabilidad.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Limitar la altura máxima de apilamiento, adaptar una configuración estable, o apilar en estanterías. Cuidar el suelo.

15. La forma y resistencia de los materiales o sus contenedores permiten su apilamiento estable.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Adoptar otro tipo de almacenamiento más seguro.
16. Los materiales se depositan sobre palets.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasar a la cuestión 19.
17. Los palets se encuentra en buen estado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Reemplazar los palets viejos y deteriorados.
18. La carga está bien sujeta entre sí, y se adoptan medidas para controlar el apilamiento directo de palets cargados.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Aplicar sistemas de sujeción y contención (flejes, film retráctil, contenedores, etc.). Evitar el apilamiento directo o limitarlo.
19. Existe almacenamiento de elementos lineales (barras, botellas de gases, etc.) apoyados en el suelo.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasar a la cuestión 22.
20. Se dispone de los medios de estabilidad y sujeción adecuados (separadores, cadenas, calzos, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Entibar y sujetar con soportes adecuados.
21. Los extremos de elementos lineales almacenados horizontalmente se mantienen protegidos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Colocar protectores y señalizar.
22. El almacenamiento de materiales se realiza en estanterías.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasar al siguiente cuestionario.
23. Está garantizada la estabilidad de las estanterías mediante arriostamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Mejorar el arriostamiento y su sujeción a elementos estructurales del edificio.
24. La estructura de la estantería está protegida frente a choques y ofrece suficiente resistencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Proteger aquellos puntos sometidos a choques y señalizar. Limitar la carga máxima y señalizar.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Cinco o más deficiente.	3, 4, 6, 8, 14, 15, 21, 23, 24.	2, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 20.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DE TECTADAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>5. MANIPULACIÓN DE OBJETOS</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="SALA DE ACUMULACIÓN ACS"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/>
		Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por		<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>	
1. Se utilizan objetos cuya manipulación entraña riesgo de cortes, caída de objetos o sobreesfuerzos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Pasar a la cuestión 9.
2. Los objetos están limpios de sustancias resbaladizas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Evitarlas o adecuar útiles que eviten el contacto directo.
3. La forma y dimensiones de los objetos facilitan su manipulación.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Utilizar medios y métodos seguros de manipulación. Adoptar el utillaje adecuado que permita su manejo y estabilidad.
4. El personal usa calzado de seguridad normalizado cuando la caída de objetos puede generar daño.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Usar calzado certificado.
5. Los objetos o residuos están libres de partes o elementos cortantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Eliminar si es posible, o usar guantes de seguridad.
6. El personal expuesto a cortes usa guantes normalizados.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Usar guantes certificados.
7. Se efectúa de manera segura la eliminación de residuos o elementos cortantes o punzantes procedentes del trabajo con objetos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Utilizar sistemas de recogida mecanizada, sistemas de barrido, etc.
8. El personal está adiestrado en la manipulación correcta de objetos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Mejorar sistemas de formación e información.
9. El nivel de iluminación es el adecuado en la manipulación y almacenamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Adecuar el nivel de iluminación a los mínimos recomendados.
10. El almacenamiento de materiales se realiza en lugares específicos para tal fin.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Prever los espacios necesarios tanto para almacenamientos fijos como eventuales del proceso productivo.
11. Los materiales se depositan en contenedores de características y demandas adecuadas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Cuando sea necesario el uso de cestones o contenedores éstos serán idóneos en capacidad y forma y serán manejables.
12. Los espacios previstos para almacenamiento tienen amplitud suficiente y están delimitados y señalizados.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Ampliar o adecuar el almacenamiento en altura. Delimitar el perímetro ocupado.
13. El almacenamiento de materiales o sus contenedores se realiza por apilamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Pasar a la cuestión 16.
14. El suelo es resistente y homogéneo y la altura de apilamiento ofrece estabilidad.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Limitar la altura máxima de apilamiento, adaptar una configuración estable, o apilar en estanterías. Cuidar el suelo.

15. La forma y resistencia de los materiales o sus contenedores permiten su apilamiento estable.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Adoptar otro tipo de almacenamiento más seguro.
16. Los materiales se depositan sobre palets.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasar a la cuestión 19.
17. Los palets se encuentra en buen estado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Reemplazar los palets viejos y deteriorados.
18. La carga está bien sujeta entre sí, y se adoptan medidas para controlar el apilamiento directo de palets cargados.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Aplicar sistemas de sujeción y contención (flejes, film retráctil, contenedores, etc.). Evitar el apilamiento directo o limitarlo.
19. Existe almacenamiento de elementos lineales (barras, botellas de gases, etc.) apoyados en el suelo.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasar a la cuestión 22.
20. Se dispone de los medios de estabilidad y sujeción adecuados (separadores, cadenas, calzos, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Entibar y sujetar con soportes adecuados.
21. Los extremos de elementos lineales almacenados horizontalmente se mantienen protegidos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Colocar protectores y señalizar.
22. El almacenamiento de materiales se realiza en estanterías.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasar al siguiente cuestionario.
23. Está garantizada la estabilidad de las estanterías mediante anclamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Mejorar el anclamiento y su sujeción a elementos estructurales del edificio.
24. La estructura de la estantería está protegida frente a choques y ofrece suficiente resistencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Proteger aquellos puntos sometidos a choques y señalizar. Limitar la carga máxima y señalizar.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Cinco o más deficiente.	3, 4, 6, 8, 14, 15, 21, 23, 24.	2, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 20.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DE TECTADAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>5. MANIPULACIÓN DE OBJETOS</b>		Personas afectadas	2
Área de trabajo	FACHADA	Fecha	17/01/12
		Fecha próxima revisión	17/02/12
Cumplimentado por		D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO	
1. Se utilizan objetos cuya manipulación entraña riesgo de cortes, caída de objetos o sobreesfuerzos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Pasar a la cuestión 9.
2. Los objetos están limpios de sustancias resbaladizas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Evitarlas o adecuar útiles que eviten el contacto directo.
3. La forma y dimensiones de los objetos facilitan su manipulación.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Utilizar medios y métodos seguros de manipulación. Adoptar el utillaje adecuado que permita su manejo y estabilidad.
4. El personal usa calzado de seguridad normalizado cuando la caída de objetos puede generar daño.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Usar calzado certificado.
5. Los objetos o residuos están libres de partes o elementos cortantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Eliminar si es posible, o usar guantes de seguridad.
6. El personal expuesto a cortes usa guantes normalizados.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Usar guantes certificados.
7. Se efectúa de manera segura la eliminación de residuos o elementos cortantes o punzantes procedentes del trabajo con objetos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Utilizar sistemas de recogida mecanizada, sistemas de barrido, etc.
8. El personal está adiestrado en la manipulación correcta de objetos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Mejorar sistemas de formación e información.
9. El nivel de iluminación es el adecuado en la manipulación y almacenamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Adecuar el nivel de iluminación a los mínimos recomendados.
10. El almacenamiento de materiales se realiza en lugares específicos para tal fin.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Prever los espacios necesarios tanto para almacenamientos fijos como eventuales del proceso productivo.
11. Los materiales se depositan en contenedores de características y demandas adecuadas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Cuando sea necesario el uso de cistones o contenedores éstos serán idóneos en capacidad y forma y serán manejables.
12. Los espacios previstos para almacenamiento tienen amplitud suficiente y están delimitados y señalizados.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Ampliar o adecuar el almacenamiento en altura. Delimitar el perímetro ocupado.
13. El almacenamiento de materiales o sus contenedores se realiza por apilamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Pasar a la cuestión 10.
14. El suelo es resistente y homogéneo y la altura de apilamiento ofrece estabilidad.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Limitar la altura máxima de apilamiento, adaptar una configuración estable, o apilar en estanterías. Cuidar el suelo.

15. La forma y resistencia de los materiales o sus contenedores permiten su apilamiento estable.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Adoptar otro tipo de almacenamiento más seguro.
16. Los materiales se depositan sobre palets.	<input checked="" type="checkbox"/>		NO Pasar a la cuestión 19.
17. Los palets se encuentra en buen estado.	<input checked="" type="checkbox"/>		NO Reemplazar los palets viejos y deteriorados.
18. La carga está bien sujeta entre sí, y se adoptan medidas para controlar el apilamiento directo de palets cargados.	<input checked="" type="checkbox"/>		NO Aplicar sistemas de sujeción y contención (flejes, film retráctil, contenedores, etc.). Evitar el apilamiento directo o limitarlo.
19. Existe almacenamiento de elementos lineales (barras, botellas de gases, etc.) apoyados en el suelo.	<input checked="" type="checkbox"/>		NO Pasar a la cuestión 22.
20. Se dispone de los medios de estabilidad y sujeción adecuados (separadores, cadenas, calzos, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/>		NO Entibar y sujetar con soportes adecuados.
21. Los extremos de elementos lineales almacenados horizontalmente se mantienen protegidos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Colocar protectores y señalizar.
22. El almacenamiento de materiales se realiza en estanterías.	<input checked="" type="checkbox"/>		NO Pasar al siguiente cuestionario.
23. Está garantizada la estabilidad de las estanterías mediante arriostamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Mejorar el arriostamiento y su sujeción a elementos estructurales del edificio.
24. La estructura de la estantería está protegida frente a choques y ofrece suficiente resistencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Proteger aquellos puntos sometidos a choques y señalizar. Limitar la carga máxima y señalizar.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Cinco o más deficiente.	3, 4, 6, 8, 14, 15, 21, 23, 24.	2, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 20.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DE TECTADAS**

### 7.5.6 Establecimiento de las condiciones de seguridad en las instalaciones eléctricas.

El riesgo eléctrico referido a personas supone la posibilidad de circulación de una corriente por el cuerpo humano; siendo para esto necesario que concurren simultáneamente los siguientes fenómenos:

- Que exista un circuito eléctrico cerrado.
- Que el cuerpo humano pertenezca a éste.
- Que en el circuito eléctrico exista una diferencia de potencial o tensión.

La gravedad de las lesiones aumenta con la intensidad de la corriente y con la duración del contacto eléctrico. La intensidad de la corriente (I) que circula por el cuerpo humano es mayor cuando aumenta la tensión (U) a la que está sometida el accidentado y menor cuando aumenta la resistencia (R) de paso por el cuerpo, según se deriva de la ley de Ohm  $I = U/R$ .

Seguidamente se establecerán los criterios preventivos básicos.

Los contactos eléctricos pueden ser de dos tipos:

- Contactos eléctricos directos: Aquellos en los que la persona entra en contacto con una parte activa de la instalación, que en condiciones normales puede tener tensión (conductores, bobinados, etc.).
- Contactos eléctricos indirectos: Aquellos en los que la persona entra en contacto con algún elemento que no forma parte del circuito eléctrico y que, en condiciones normales no debería tener tensión, pero que la ha adquirido accidentalmente (envolvente, órganos de mando, etc.).

Todo equipo o instalación eléctrica debe estar dotado de un sistema de protección contra contactos eléctricos directos y de otro para contactos eléctricos indirectos.

Existen tres sistemas de protección contra contactos eléctricos directos.

SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS		
Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal que sea imposible un contacto fortuito con las manos o por la manipulación de objetos conductores.	Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Empleo de Índices de Protección IP ABC. La primera cifra (A) indica el grado de protección contra la penetración de sólidos, la segunda (B) es el grado de protección contra la penetración de líquidos y la tercera (C) indica la protección contra daños mecánicos.	Recubrimiento de las partes activas por medio de un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo.

Los sistemas de protección contra contactos eléctricos indirectos estaban clasificados por el RD 2413/1973 en clase A o clase B. Mientras los primeros están basados en impedir la aparición de defectos o hacer que el contacto resulte inocuo (usando tensiones no peligrosas), los segundos están basados en la limitación de la duración del contacto mediante dispositivos automáticos de corte (diferenciales, etc.). En general, se debe adoptar un sistema de protección de clase B, siendo los de clase A apropiados para ciertos equipos, materiales o partes de una instalación, pero no como sistema de protección general.

El nuevo REBT (RD 842/2002) no realiza la citada clasificación sino que enumera los distintos sistemas de protección posibles.

SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS	
CLASE A	CLASE B
<p>1. Separación de circuitos, mediante un transformador.</p> <p>2. Empleo de pequeñas tensiones de seguridad, mediante un transformador de seguridad, 50 V en emplazamientos secos y 24 V en emplazamientos mojados.</p> <p>3. Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.</p> <p>4. Inaccesibilidad simultánea de elementos de protección.</p> <p>5. Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.</p> <p>6. Conexiones equipotenciales.</p>	<p><b>1. Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. Diferenciales.</b> (Esquema TT). La aparición de un primer defecto de aislamiento provoca una tensión e intensidad de defecto de duración limitada, ya que se produce el disparo del dispositivo automático de corte. La sensibilidad del diferencial que se ha de instalar está en función del valor de la resistencia de tierra. Es el sistema más generalizado.</p> <p><b>2. Neutro aislado de tierra y dispositivos de corte automático.</b> (Esquema IT). La aparición de un primer defecto de aislamiento provoca una corriente de defecto pequeña que no es capaz de generar tensiones de defecto peligrosas. Si el primer defecto no ha sido subsanado y aparece simultáneamente un segundo defecto, se produce un cortocircuito que provoca la intervención de los dispositivos de corte y la desconexión automática. Es preceptiva la conexión equipotencial del conductor de protección a todas las masas metálicas importantes, estructuras, tuberías, etc. Este sistema es apropiado para proteger cualquier instalación, siempre que se disponga de transformador propio y tiene la ventaja de que no detiene el proceso al primer defecto.</p> <p><b>3. Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.</b> (Esquema TN). Los defectos de aislamiento se transforman en cortocircuitos entre fase y neutro, provocando el funcionamiento rápido de los dispositivos de corte. Es preceptiva la conexión equipotencial del conductor de protección a todas las masas metálicas importantes, estructuras, tuberías, etc. Es un sistema adecuado para proteger cualquier instalación, siempre que se disponga de transformador propio y no importe excesivamente que dispare al primer defecto.</p>

Los trabajos en instalaciones eléctricas deberán ajustarse a lo establecido en la reglamentación vigente.

El personal habilitado para la realización de estos trabajos deberá estar suficientemente informado y formado en los riesgos existentes, así como en las medidas de seguridad necesarias, procedimientos de trabajo específicos, equipos de protección y herramientas normalizadas.

El establecimiento de las condiciones de seguridad en las instalaciones eléctricas del lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

Real Decreto 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico.

Real Decreto 842/2002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Real Decreto 3275/1982 de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Completado por la Orden de 6-7-1984, por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias, con posteriores modificaciones.

Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo. INSHT.

Real Decreto 1627/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción. INSHT.

Normas UNE referenciadas en las disposiciones anteriores.

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="4"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="CUBIERTA DEL EDIFICIO"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/> Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por	<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. En los trabajos en instalaciones eléctricas se verifica el cumplimiento de las "5 reglas de oro" (Art. 62 y 67 de la OGSHT).	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Es obligatorio su cumplimiento excepto si se realizan por personal especializado ajeno a la empresa.
2. El personal que realiza trabajos en alta tensión está cualificado y autorizado para su realización.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Contratar personal especializado y ajeno a la empresa o establecer un plan de formación y cualificación para el personal propio.
3. En trabajos en proximidad de líneas eléctricas de alta tensión se adoptan medidas antes del trabajo para evitar el posible contacto accidental.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Señalizar y delimitar de la zona peligrosa. Si subsiste el peligro cumplir las normas de trabajos en alta tensión.
4. Los cuadros eléctricos y los receptores confieren un grado de protección igual o superior a IP 2x (no pueden tocarse con los dedos partes en tensión).	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Aislar o resguardar las partes bajo tensión.
5. Las clavijas y bases de enchufe son correctas y sus partes en tensión son inaccesibles cuando la clavija está parcial o totalmente introducida.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Sustituirlas por otras normalizadas.
6. Los conductores eléctricos mantienen su aislamiento en todo el recorrido y los empalmes y conexiones se realizan de manera adecuada.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Eliminar empalmes y clavijas inadecuadas. Usar conductores de doble aislamiento, regletas, cajas o dispositivos equivalentes.
7. Los trabajos de mantenimiento se realizan por personal formado y con experiencia y se dispone de los elementos de protección exigibles.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Realizarlos con personal especializado ajeno a la empresa o establecer un plan de formación y cualificación para personal propio.
8. Se carece de puesta a neutro de las masas (TN) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (magnetotérmicos, interruptores diferenciales).	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Pasar a la cuestión 11.
9. Se carece del sistema de neutro aislado (IT) y dispositivos de corte automático (fusibles o magnetotérmicos, interruptor diferencial).	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Pasar a la cuestión 11.
10. La instalación general dispone de puesta a tierra (TT) revisado anualmente e interruptores diferenciales dispuestos por sectores.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Revisar la instalación por un especialista y adaptarla al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión M.G.T. 021. (ITC-BT-24 del nuevo Reglamento).
11. Los receptores que no dispongan de alguno de los tres sistemas anteriores, disponen de doble aislamiento, separación de circuitos o uso de tensiones de seguridad.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Adoptar uno de los mencionados sistemas de protección.
12. El emplazamiento está mojado (impregnado de humedad, duchas, cámaras frigoríficas, lavanderías, e instalaciones a la intemperie).	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Pasar a la cuestión 15.
13. Los equipos eléctricos, receptores fijos y tomas de corriente están protegidos contra "proyecciones de agua" (IP x 4).	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Sustituirlas o instalarlos en local no mojado.
14. Las canalizaciones son estancas.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Sustituirlas.

15. Las lámparas portátiles y otros receptores móviles utilizan protección por “pequeñas tensiones de seguridad” o “separación de circuitos”.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Instalar uno de los dos sistemas.
16. El local presenta riesgo de incendio y explosión al existir sustancias susceptibles de inflamarse o explotar.	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Passar a la cuestión 20.
17. La instalación eléctrica dispone del dictamen favorable de la entidad competente y Boletín de Reconocimiento de las revisiones anuales de instalador.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Cumplir estrictamente lo reglamentado.
18. La instalación o los receptores se ajustan a MIT. 026 (ITC-BT-29 del nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Sustituir por las protecciones correctas normalizadas.
19. Es adecuado el mantenimiento (cajas cerradas, sin roturas, todos los tornillos puestos, canalizaciones bien montadas, etc.)	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Establecer un programa de mantenimiento preventivo estricto.
20. Se trata de una obra de construcción.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Passar a otro cuestionario.
21. Las canalizaciones fijas por el suelo disponen de protección mecánica.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Dotar de la suficiente protección mecánica.
22. Las tomas de corriente, clavijas, etc. disponen de una protección adecuada para las condiciones de utilización.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Cambiarlos por otros adecuados (Ej.: Intemperie y mojado IPx4)
23. Las lámparas portátiles son de doble aislamiento y protección contra agua o se usa transformador de seguridad o separación de circuitos.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Instalar uno de los 3 sistemas.
24. Todas las máquinas portátiles están alimentadas por transformadores de seguridad o tienen doble aislamiento.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Dotarlas de uno de los dos sistemas.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
2, 10, 11, o más de seis deficientes.	1, 3, 4, 5, 6, 7, 13, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24.	14, 19.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD		
<b>6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="SALA DE ACUMULACIÓN ACS"/>	Fecha <input type="text" value="17/01/12"/> Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por	<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>	
1. En los trabajos en instalaciones eléctricas se verifica el cumplimiento de las "3 reglas de oro" (Art. 62 y 67 de la OGSHT).	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Es obligatorio su cumplimiento excepto si se realizan por personal especializado ajeno a la empresa.
2. El personal que realiza trabajos en alta tensión está cualificado y autorizado para su realización.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Contratar personal especializado y ajeno a la empresa o establecer un plan de formación y cualificación para el personal propio.
3. En trabajos en proximidad de líneas eléctricas de alta tensión se adoptan medidas antes del trabajo para evitar el posible contacto accidental.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Señalizar y delimitar de la zona peligrosa. Si subsiste el peligro cumplir las normas de trabajos en alta tensión.
4. Los cuadros eléctricos y los receptores confieren un grado de protección igual o superior a IP 2x (no pueden tocarse con los dedos partes en tensión).	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Aislar o resguardar las partes bajo tensión.
5. Las clavijas y bases de enchufes son correctas y sus partes en tensión son inaccesibles cuando la clavija está parcial o totalmente introducida.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Sustituirlas por otras normalizadas.
6. Los conductores eléctricos mantienen su aislamiento en todo el recorrido y los empalmes y conexiones se realizan de manera adecuada.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Eliminar empalmes y clavijas inadecuadas. Usar conductores de doble aislamiento, regletas, cajas o dispositivos equivalentes.
7. Los trabajos de mantenimiento se realizan por personal formado y con experiencia y se dispone de los elementos de protección exigibles.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Realizarlos con personal especializado ajeno a la empresa o establecer un plan de formación y cualificación para personal propio.
8. Se carece de puesta a neutro de las masas (TN) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (magnetotérmicos, interruptores diferenciales).	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Pasar a la cuestión 11.
9. Se carece del sistema de neutro aislado (IT) y dispositivos de corte automático (fusibles o magnetotérmicos, interruptor diferencial).	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Pasar a la cuestión 11.
10. La instalación general dispone de puesta a tierra (TT) revisado anualmente e interruptores diferenciales dispuestos por sectores.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Revisar la instalación por un especialista y adaptarla al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión MIBT. 021. (IT-C-BT-24 del nuevo Reglamento).
11. Los receptores que no dispongan de alguno de los tres sistemas anteriores, disponen de doble aislamiento, separación de circuitos o uso de tensiones de seguridad.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Adoptar uno de los mencionados sistemas de protección.
12. El emplazamiento está mojado (impregnado de humedad, duchas, cámaras frigoríficas, lavanderías, e instalaciones a la intemperie).	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Pasar a la cuestión 15.
13. Los equipos eléctricos, receptores fijos y tomas de corriente están protegidos contra "proyecciones de agua" (IP x 4).	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Sustituílos o instálalos en local no mojado.
14. Las canalizaciones son estancas.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Sustituílas.

15. Las lámparas portátiles y otros receptores móviles utilizan protección por “pequeñas tensiones de seguridad” o “separación de circuitos”.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Instalar uno de los dos sistemas.
16. El local presenta riesgo de incendio y explosión al existir sustancias susceptibles de inflamarse o explosionar.	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Passar a la cuestión 20.
17. La instalación eléctrica dispone del dictamen favorable de la entidad competente y Boletín de Reconocimiento de las revisiones anuales de instalador.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Cumplir estrictamente lo reglamentado.
18. La instalación o los receptores se ajustan a MIT. 026 (ITC-BT-29 del nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Sustituir por las protecciones correctas normalizadas.
19. Es adecuado el mantenimiento (cajas cerradas, sin roturas, todos los tornillos puestos, canalizaciones bien montadas, etc.)	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Establecer un programa de mantenimiento preventivo estricto.
20. Se trata de una obra de construcción.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Passar a otro cuestionario.
21. Las canalizaciones fijas por el suelo disponen de protección mecánica.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Dotar de la suficiente protección mecánica.
22. Las tomas de corriente, clavijas, etc. disponen de una protección adecuada para las condiciones de utilización.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Cambiarlos por otros adecuados (Ej.: Intemperie y mojado IPx4)
23. Las lámparas portátiles son de doble aislamiento y protección contra agua o se usa transformador de seguridad o separación de circuitos.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Instalar uno de los 3 sistemas.
24. Todas las máquinas portátiles están alimentadas por transformadores de seguridad o tienen doble aislamiento.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Dotarlas de uno de los dos sistemas.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
2, 10, 11, o más de seis deficientes.	1, 3, 4, 5, 6, 7, 13, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24.	14, 19.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="FACHADA"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/> Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por		<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>	
1. En los trabajos en instalaciones eléctricas se verifica el cumplimiento de las "5 reglas de oro" (Art. 62 y 67 de la OGSHT).	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Es obligatorio su cumplimiento excepto si se realizan por personal especializado ajeno a la empresa.
2. El personal que realiza trabajos en alta tensión está cualificado y autorizado para su realización	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Contratar personal especializado y ajeno a la empresa o establecer un plan de formación y cualificación para el personal propio.
3. En trabajos en proximidad de líneas eléctricas de alta tensión se adoptan medidas antes del trabajo para evitar el posible contacto accidental.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Señalizar y delimitar de la zona peligrosa. Si subsiste el peligro cumplir las normas de trabajos en alta tensión.
4. Los cuadros eléctricos y los receptores confieren un grado de protección igual o superior a IP 2x (no pueden tocarse con los dedos partes en tensión).	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Aislar o resguardar las partes bajo tensión.
5. Las clavijas y bases de enchufes son correctas y sus partes en tensión son inaccesibles cuando la clavija está parcial o totalmente introducida.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Sustituirlas por otras normalizadas.
6. Los conductores eléctricos mantienen su aislamiento en todo el recorrido y los empalmes y conexiones se realizan de manera adecuada.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Eliminar empalmes y clavijas inadecuadas. Usar conductores de doble aislamiento, regletas, cajas o dispositivos equivalentes.
7. Los trabajos de mantenimiento se realizan por personal formado y con experiencia y se dispone de los elementos de protección exigibles.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Realizarlos con personal especializado ajeno a la empresa o establecer un plan de formación y cualificación para personal propio.
8. Se carece de puesta a neutro de las masas (TN) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (magnetotérmicos, interruptores diferenciales).	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Pasar a la cuestión 11.
9. Se carece del sistema de neutro aislado (IT) y dispositivos de corte automático (fusibles o magnetotérmicos, interruptor diferencial).	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Pasar a la cuestión 11.
10. La instalación general dispone de puesta a tierra (TT) revisado anualmente e interruptores diferenciales dispuestos por sectores.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Revisar la instalación por un especialista y adaptarla al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión MIBT. 021. (ITC-BT-24 del nuevo Reglamento).
11. Los receptores que no dispongan de alguno de los tres sistemas anteriores, disponen de doble aislamiento, separación de circuitos o uso de tensiones de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Adoptar uno de los mencionados sistemas de protección.
12. El emplazamiento está mojado (impregnado de humedad, duchas, cámaras frigoríficas, lavanderías, e instalaciones a la intemperie).	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Pasar a la cuestión 15.
13. Los equipos eléctricos, receptores fijos y tomas de corriente están protegidos contra "proyecciones de agua" (IP x 4).	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Sustituíroslos o instalarlos en local no mojado.
14. Las canalizaciones son estancas.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Sustituírlas.

15. Las lámparas portátiles y otros receptores móviles utilizan protección por “pequeñas tensiones de seguridad” o “separación de circuitos”.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Instalar uno de los dos sistemas.
16. El local presenta riesgo de incendio y explosión al existir sustancias susceptibles de inflamarse o explotar.	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Passar a la cuestión 20.
17. La instalación eléctrica dispone del dictamen favorable de la entidad competente y Boletín de Reconocimiento de las revisiones anuales de instalador.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Cumplir estrictamente lo reglamentado.
18. La instalación o los receptores se ajustan a MIT. 026 (ITC-BT-29 del nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Sustituir por las protecciones correctas normalizadas.
19. Es adecuado el mantenimiento (cajas cerradas, sin roturas, todos los tornillos puestos, canalizaciones bien montadas, etc.)	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Establecer un programa de mantenimiento preventivo estricto.
20. Se trata de una obra de construcción.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Passar a otro cuestionario.
21. Las canalizaciones fijas por el suelo disponen de protección mecánica.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Dotar de la suficiente protección mecánica.
22. Las tomas de corriente, clavijas, etc. disponen de una protección adecuada para las condiciones de utilización.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Cambiarlos por otros adecuados (Ej.: Intemperie y mojado IPx4)
23. Las lámparas portátiles son de doble aislamiento y protección contra agua o se usa transformador de seguridad o separación de circuitos.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Instalar uno de los 3 sistemas.
24. Todas las máquinas portátiles están alimentadas por transformadores de seguridad o tienen doble aislamiento.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Dotarlas de uno de los dos sistemas.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
2, 10, 11, o más de seis deficientes.	1, 3, 4, 5, 6, 7, 13, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24.	14, 19.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

### **7.5.7 Establecimiento de las condiciones de seguridad en los aparatos a presión y gases.**

El riesgo principal de los aparatos a presión es la liberación brusca de presión. Para poder ser utilizados deben reunir una serie de características técnicas y de seguridad requeridas en las disposiciones legales que les son de aplicación, lo que permitirá su homologación, con la acreditación y sellado pertinente.

Al margen de las características constructivas de los equipos, los usuarios de los aparatos a presión, para los que es de aplicación el reglamento de aparatos a presión, deberán llevar un libro registro, visado y sellado por la correspondiente autoridad competente, en el que deben figurar todos los aparatos instalados, indicándose en el mismo: características, procedencia, suministrador, instalador, fecha en la que se autorizó la instalación y fecha de la primera prueba y de las pruebas periódicas, así como las inspecciones no oficiales y reparaciones efectuadas con detalle de las mismas. No se incluyen en el libro las botellas y botellones de GLP u otros gases, sifones, extintores y aparatos análogos, de venta normal en el comercio.

Los operadores encargados de vigilar, supervisar, conducir y mantener los aparatos a presión deben estar adecuadamente instruidos en el manejo de los equipos y ser conscientes de los riesgos que puede ocasionar una falsa maniobra o un mal mantenimiento.

El Reglamento de aparatos a presión, mediante sus ITC determina, para cada aparato, las prescripciones de seguridad que deberán cumplir, así como las características de los emplazamientos o salas donde estén instalados, en función de su categoría.

Para la manipulación o almacenamiento seguro de gases, es necesario identificar sus propiedades fisicoquímicas, toxicológicas y sus efectos sobre la salud de las personas. Las condiciones de utilización de estos gases deben ser adecuadas a la naturaleza de los riesgos que pueden derivarse (inflamables, tóxicos, corrosivos, etc.).

Los gases están almacenados en recipientes móviles (botellas y botellones), existiendo además, frecuentemente, conducciones que transportan estas sustancias.

Los almacenes de botellas y botellones de gases se clasifican en cinco categorías, definidas en la ITCMIE APQ-5 en función de las cantidades de producto de cada clase. Cada almacén debe cumplir con unos requisitos de seguridad generales y con otros específicos para cada una de las categorías y tipos de gases almacenados, especificados en la mencionada ITC.

El establecimiento de las condiciones de seguridad en las instalaciones eléctricas del lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

Real Decreto 1244/1979 de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de aparatos a presión. Modificado: por el Real Decreto 507/1982 de 15 de enero, por el Real Decreto 473/1988 de 30 de marzo, por el Real Decreto 1504/1990 de 23 de noviembre y por el Real Decreto 769/1999 de 7 de mayo y completado mediante las siguientes Instrucciones Técnicas Complementarias.

Real Decreto 1751/98 por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE), modificado por el Real Decreto 1218/2002.

Real Decreto 473/1988 de 30 de marzo, por el que se dictan disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 76/767/CEE sobre aparatos a presión.

Real Decreto 1495/1991 de 11 de octubre, por el se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 87/404/CEE, sobre recipientes a presión simples. Modificado por el Real Decreto 2486/1994 de 23 de diciembre.

Real Decreto 379/2001 de 10 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos. Completado por siete Instrucciones Técnicas Complementarias, en particular la ITCMIE- APQ-5 de ‘Almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión ‘.

Orden de 19-1-1986, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones de almacenamiento de gases licuados del petróleo en depósitos fijos.

Real Decreto 1853/1993 de 27 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales.

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>7. APARATOS A PRESIÓN Y GASES</b>		Personas afectadas	4
Área de trabajo	CUBIERTA DEL EDIFICIO	Fecha	17/01/12
		Fecha próxima revisión	17/02/12
Cumplimentado por		D. JUAN LUIS DIAZ VILLAREJO	
1. Se llevan a cabo las formalidades administrativas que requieren estos equipos (autorización de puesta en marcha, revisiones periódicas, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Cumplir de acuerdo con el Reglamento de Aparatos a Presión.
2. Existe un registro interno de los controles y revisiones efectuados tanto por la empresa como por una entidad autorizada.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Implantar un sistema documental de registro a disposición de quien lo precise.
3. Su emplazamiento está alejado de fuentes de calor.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Alejar o aislar de cualquier foco calorífico y de materiales combustibles no controlados.
4. Disponen de válvulas de seguridad y/o discos de ruptura en adecuadas condiciones de uso.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Revisar y corregir. Tales dispositivos estarán sujetos a control.
5. Se llevan a cabo las operaciones de mantenimiento, de acuerdo con un plan preestablecido.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Implantar un programa de mantenimiento de todos los elementos clave.
6. Los operarios están instruidos en el manejo seguro del equipo. En el caso de calderas hay una persona encargada de las mismas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Mejorar la formación.
7. Si se emplea caldera de vapor, existe doble sistema de seguridad y control de las variaciones de la misma (control, nivel, presión, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Verificar y corregir por el fabricante. Si no se utiliza caldera pasar a la cuestión 11.
8. Si $V \times P > 10$ ( $V$ m <sup>3</sup> nivel medio agua, $P$ Kg/cm <sup>2</sup> presión efectiva máxima), se dispone de una sala de calderas sectorizada de uso exclusivo.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Corregir con una RF 240 minutos y 2 puertas cortafuegos.
9. La sala de calderas dispone de ventilación natural o forzada y su ubicación es adecuada (no sótano).	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Asegurar una buena ventilación y/o adecuar su ubicación según RAP 1214/79, ITC-MIE AP1.
10. En la sala de calderas existe instalación fija de detección y alarma de incendio.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Instalar tal sistema de detección y comprobar periódicamente su estado.
11. Se utiliza compresor.	<input type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO Pasar a la cuestión 15.
12. Está situado al aire libre o en un local con aislamiento acústico, ventilado, resistente al fuego y que evite la proximidad a áreas de trabajo.	<input type="checkbox"/>	SI	NO Disponer de abertura de ventilación, dotar de aislamiento acústico o ubicar en exterior en cobertizo sin paredes.
13. Se dispone de válvulas de bloqueo y parada para emergencias, dispositivos de purga (agua, aceite), así como de válvula de retención.	<input type="checkbox"/>	SI	NO Aplicar las medidas correctoras pertinentes.
14. Las tuberías auxiliares están bien sujetas para evitar vibraciones y desprendimientos.	<input type="checkbox"/>	SI	NO Sujetar debidamente todas las tuberías y elementos expuestos a vibraciones.

15. Se realiza almacenamiento, manipulación o utilización de gases	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	NO Pasar al siguiente cuestionario.
16. Los recipientes de gases en uso están bien sujetos y alejados de focos caloríficos y en áreas delimitadas y protegidas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Sujetar debidamente y ubicar en lugares protegidos bien ventilados.
17. El personal que trabaja con gases tóxicos y corrosivos dispone de máscaras de gas adecuadas y/o equipos autónomos de respiración accesibles.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Suministrar los equipos de protección individual normalizados adecuados a los gases utilizados.
18. Las zonas de uso de gases tóxicos y corrosivos están ventiladas, con dispositivos de detección y alarma y sistemas de contención de fugas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Instalar esos medios de protección y comprobar periódicamente su estado y funcionamiento.
19. Se evita la existencia de bridas y conexiones en las tuberías en áreas desprotegidas, con personal expuesto a fugas tóxicas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	En caso de no poderse evitar, proteger las bridas o las zonas de trabajo ante posibles fugas.
20. Las canalizaciones de gases se mantienen en buen estado (sin corrosión, buena sujeción, vainas pasamuros, etc).	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Reparar las conducciones y controlar periódicamente su estado.
21. Las botellas de gases almacenados, incluso las vacías, están provistas de caperuza o protector y tienen la válvula cerrada.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Establecer la normativa pertinente para proteger las válvulas y prevenir fugas.
22. Las botellas de gases se transportan en carretillas adecuadas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Utilizar carretillas especiales para esta función.
23. Los equipos de soldadura oxi-acetilénica disponen de válvulas antirretroceso de llama.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Instalar válvulas antirretroceso de llama en manoredutores, sopletes y/o en línea.
24. Existe un programa de mantenimiento preventivo y de formación sobre los peligros que se pueden producir en la manipulación, uso y almacenamiento de gases.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Implantarlo.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
1, 4 o más de 5 deficientes.	2, 3, 5, 6, 8, 9, 16, 17, 18, 23.	7, 10, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 24.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>7. APARATOS A PRESIÓN Y GASES</b>		Personas afectadas	<b>2</b>
Área de trabajo	SALA DE ACUMULACIÓN ACS	Fecha	17/01/12
		Fecha próxima revisión	17/02/12
Cumplimentado por		D. JUAN LUIS DIAZ VILLAREJO	
1. Se llevan a cabo las formalidades administrativas que requieren estos equipos (autorización de puesta en marcha, revisiones periódicas, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Cumplir de acuerdo con el Reglamento de Aparatos a Presión.
2. Existe un registro interno de los controles y revisiones efectuados tanto por la empresa como por una entidad autorizada.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Implantar un sistema documental de registro a disposición de quien lo precise.
3. Su emplazamiento está alejado de fuentes de calor.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Alejar o aislar de cualquier foco calorífico y de materiales combustibles no controlados.
4. Disponen de válvulas de seguridad y/o discos de ruptura en adecuadas condiciones de uso.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Revisar y corregir. Tales dispositivos estarán sujetos a control.
5. Se llevan a cabo las operaciones de mantenimiento, de acuerdo con un plan preestablecido.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Implantar un programa de mantenimiento de todos los elementos clave.
6. Los operarios están instruidos en el manejo seguro del equipo. En el caso de calderas hay una persona encargada de las mismas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Mejorar la formación.
7. Si se emplea caldera de vapor, existe doble sistema de seguridad y control de las variables críticas de la misma (control, nivel, presión, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Verificar y corregir por el fabricante. Si no se utiliza caldera pasar a la cuestión 11.
8. Si $V \times P > 10$ ( $V$ m <sup>3</sup> nivel medio agua, $P$ Kg/cm <sup>2</sup> presión efectiva máxima), se dispone de una sala de calderas sectorizada de uso exclusivo.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Corregir con una RF 240 minutos y 2 puertas cortafuegos.
9. La sala de calderas dispone de ventilación natural o forzada y su ubicación es adecuada (no sótano).	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Asegurar una buena ventilación y/o adecuar su ubicación según RAP 1214/79, ITC-MIE AP1.
10. En la sala de calderas existe instalación fija de detección y alarma de incendio.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Instalar tal sistema de detección y comprobar periódicamente su estado.
11. Se utiliza compresor.	<input type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO Pasar a la cuestión 15.
12. Está situado al aire libre o en un local con aislamiento acústico, ventilado, resistente al fuego y que evite la proximidad a áreas de trabajo.	<input type="checkbox"/>	SI	NO Disponer de abertura de ventilación, dotar de aislamiento acústico o ubicar en exterior en cobertizo sin paredes.
13. Se dispone de válvulas de bloqueo y parada para emergencias, dispositivos de purga (agua, aceite), así como de válvula de retención.	<input type="checkbox"/>	SI	NO Aplicar las medidas correctoras pertinentes.
14. Las tuberías auxiliares están bien sujetas para evitar vibraciones y desprendimientos.	<input type="checkbox"/>	SI	NO Sujetar debidamente todas las tuberías y elementos expuestos a vibraciones.

15. Se realiza almacenamiento, manipulación o utilización de gases	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Pasará al siguiente cuestionario.	
16. Los recipientes de gases en uso están bien sujetos y alejados de focos caloríficos, en áreas delimitadas y protegidas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Sujetar debidamente y ubicar en lugares protegidos bien ventilados.	
17. El personal que trabaja con gases tóxicos y corrosivos dispone de máscaras de gas adecuadas y/o equipos autónomos de respiración accesibles.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Suministrar los equipos de protección individual normalizados adecuados a los gases utilizados.	
18. Las zonas de uso de gases tóxicos y corrosivos están ventiladas, con dispositivos de detección y alarma y sistemas de contención de fugas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Instalar esos medios de protección y comprobar periódicamente su estado y funcionamiento.	
19. Se evita la existencia de bridas y conexiones en las tuberías en áreas desprotegidas, con personal expuesto a fugas tóxicas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	En caso de no poderse evitar, proteger las bridas o las zonas de trabajo ante posibles fugas.	
20. Las canalizaciones de gases se mantienen en buen estado (sin corrosión, buena sujeción, vainas pasamuros, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Reparar las conducciones y controlar periódicamente su estado.	
21. Las botellas de gases almacenados, incluso las vacías, están provistas de caperuza o protector y tienen la válvula cerrada.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Establecer la normativa pertinente para proteger las válvulas y prevenir fugas.	
22. Las botellas de gases se transportan en carretillas adecuadas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Utilizar carretillas especiales para esta función.	
23. Los equipos de soldadura oxí-acetilénica disponen de válvulas antirretroceso de llama.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Instalar válvulas antirretroceso de llama en manoreductores, sopletes y/o en líneas.	
24. Existe un programa de mantenimiento preventivo y de formación sobre los peligros que se pueden producir en la manipulación, uso y almacenamiento de gases.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Implantarlo.	
<b>CRITERIOS DE VALORACIÓN</b>				
<b>MUY DEFICIENTE</b>	<b>DEFICIENTE</b>	<b>MEJORABLE</b>		
1, 4 o más de 5 deficientes.	2, 3, 5, 6, 8, 9, 16, 17, 18, 23.	7, 10, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 24.		
<b>RESULTADO DE LA VALORACIÓN</b>				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS</b>				

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>7. APARATOS A PRESIÓN Y GASES</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="FACHADA"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/> Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por		<input type="text" value="D. JUAN LUIS DIAZ VILLAREJO"/>	
1. Se llevan a cabo las formalidades administrativas que requieren estos equipos (autorización de puesta en marcha, revisiones periódicas, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Cumplir de acuerdo con el Reglamento de Aparatos a Presión.
2. Existe un registro interno de los controles y revisiones efectuados tanto por la empresa como por una entidad autorizada.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Implantar un sistema documental de registro a disposición de quien lo precise.
3. Su emplazamiento está alejado de fuentes de calor.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Alejar o aislar de cualquier foco calorífico y de materiales combustibles no controlados.
4. Disponen de válvulas de seguridad y/o discos de ruptura en adecuadas condiciones de uso.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Revisar y corregir. Tales dispositivos estarán sujetos a control.
5. Se llevan a cabo las operaciones de mantenimiento, de acuerdo con un plan preestablecido.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Implantar un programa de mantenimiento de todos los elementos clave.
6. Los operarios están instruidos en el manejo seguro del equipo. En el caso de calderas hay una persona encargada de las mismas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Mejorar la formación.
7. Si se emplea caldera de vapor, existe doble sistema de seguridad y control de las variables críticas de la misma (control, nivel, presión, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Verificar y corregir por el fabricante. Si no se utiliza caldera pasar a la cuestión 11.
8. Si $V \times P > 10$ ( $V$ m <sup>3</sup> nivel medio agua, $P$ Kg/cm <sup>2</sup> presión efectiva máxima), se dispone de una sala de calderas sectorizada de uso exclusivo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Corregir con una RF 240 minutos y 2 puertas cortafuegos.
9. La sala de calderas dispone de ventilación natural o forzada y su ubicación es adecuada (no sótano).	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Asegurar una buena ventilación y/o adecuar su ubicación según RAP 1214/79, ITC-MIE AP1.
10. En la sala de calderas existe instalación fija de detección y alarma de incendio.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Instalar tal sistema de detección y comprobar periódicamente su estado.
11. Se utiliza compresor.	<input type="checkbox"/>	<b>SI</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Pasar a la cuestión 15.
12. Está situado al aire libre o en un local con aislamiento acústico, ventilado, resistente al fuego y que evite la proximidad a áreas de trabajo.	<input type="checkbox"/>	<b>SI</b>	<b>NO</b> Disponer de abertura de ventilación, dotar de aislamiento acústico o ubicar en exterior en cobertizo sin paredes.
13. Se dispone de válvulas de bloqueo y parada para emergencias, dispositivos de purga (agua, aceite), así como de válvula de retención.	<input type="checkbox"/>	<b>SI</b>	<b>NO</b> Aplicar las medidas correctoras pertinentes.
14. Las tuberías auxiliares están bien sujetas para evitar vibraciones y desprendimientos.	<input type="checkbox"/>	<b>SI</b>	<b>NO</b> Sujetar debidamente todas a tuberías y elementos expuestos a vibraciones.

15. Se realiza almacenamiento, manipulación o utilización de gases	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	NO	Pasar al siguiente cuestionario.
16. Los recipientes de gases en uso están bien sujetos y alejados de focos caloríficos, en áreas delimitadas y protegidas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>		Sujetar debidamente y ubicar en lugares protegidos bien ventilados.
17. El personal que trabaja con gases tóxicos y corrosivos dispone de máscaras de gas adecuadas y/o equipos autónomos de respiración accesibles.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>		Suministrar los equipos de protección individual normalizados adecuados a los gases utilizados.
18. Las zonas de uso de gases tóxicos y corrosivos están ventiladas, con dispositivos de detección y alarma y sistemas de contención de fugas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>		Instalar esos medios de protección y comprobar periódicamente su estado y funcionamiento.
19. Se evita la existencia de bridas y conexiones en las tuberías en áreas desprotegidas, con personal expuesto a fugas tóxicas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>		En caso de no poderse evitar, proteger las bridas o las zonas de trabajo ante posibles fugas.
20. Las canalizaciones de gases se mantienen en buen estado (sin corrosión, buena sujeción, vainas pasamuros, etc).	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>		Reparar las conducciones y controlar periódicamente su estado.
21. Las botellas de gases almacenados, incluso las vacías, están provistas de caperuza o protector y tienen la válvula cerrada.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>		Establecer la normativa pertinente para proteger las válvulas y prevenir fugas.
22. Las botellas de gases se transportan en carretillas adecuadas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>		Utilizar carretillas especiales para esta función.
23. Los equipos de soldadura oxí-acetilénica disponen de válvulas antirretroceso de llama.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>		Instalar válvulas antirretroceso de llama en manoreductores, sopletes y/o en líneas.
24. Existe un programa de mantenimiento preventivo y de formación sobre los peligros que se pueden producir en la manipulación, uso y almacenamiento de gases.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>		Implantarlo.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
1, 4 o más de 5 deficientes.	2, 3, 5, 6, 8, 9, 16, 17, 18, 23.	7, 10, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 24.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS

### **7.5.8 Establecimiento de las condiciones de seguridad en incendios y explosiones.**

Mediante la aplicación de medidas de PREVENCIÓN que actúan sobre uno o más de los componentes del triángulo del fuego se evita el inicio del incendio o la explosión.

La actuación sobre el combustible se podrá hacer por:

- Sustitución o dilución del combustible para reducir su peligrosidad, siempre que pueda cumplir la misma función.
- Limpieza de derrames y restos de combustibles, almacenamiento en lugar aislado y protegido, utilización de recipientes seguros y herméticamente cerrados, realización de trasvases en condiciones de seguridad, empleo de permisos para trabajos especiales en instalaciones o equipos que han contenido productos inflamables, extracción localizada y ventilación general ante focos generadores de atmósferas peligrosas, tratamiento o recubrimiento ignífugo de elementos estructurales o decorativos para evitar la propagación, señalización adecuada de recipientes y conducciones, etc.

La actuación sobre el comburente (oxígeno del aire) a través de la inertización sólo se puede hacer en casos determinados.

La actuación sobre los focos de ignición se puede conseguir mediante la prohibición de fumar, el emplazamiento externo de instalaciones generadoras de calor, la instalación eléctrica protegida y particularmente en atmósferas explosivas, el uso de herramientas antichispa, el control automático de la temperatura en procesos exotérmicos, etc.

La PROTECCIÓN es el conjunto de acciones destinadas a complementar la acción preventiva para limitar la propagación y reducir las consecuencias en caso de iniciarse el incendio.

La protección pasiva se debe prever en la fase de proyecto y está destinada a evitar el desplome del edificio y/o a aislar un posible incendio en un sector de incendio controlado.

Dentro de esta protección se contempla la compartimentación en sectores de incendio, por ejemplo, las escaleras y vías de evacuación, los muros y puertas cortafuego, los cubetos para contener derrames de líquidos inflamables, etc.

La detección y alarma tienen por objetivo descubrir lo antes posible la existencia de un incendio y avisar para iniciar su extinción y la evacuación del personal en caso necesario. La detección automática se puede realizar mediante detectores distribuidos convenientemente en las dependencias que se han de proteger, en función del tipo de fuego previsible y que se conectan a una central de control situada en un servicio de vigilancia continuada. Mediante un sistema de alarma, preferiblemente por megafonía, se dan las señales de actuación al personal, fundamentalmente, para evacuar el edificio o centro de trabajo.

También se recomienda la instalación de pulsadores manuales para ser accionados por la persona que descubra un incendio. La detección automática es necesaria en locales o en áreas de especial peligrosidad en donde no esté garantizada la presencia humana continuada o en locales de pública concurrencia.

La evacuación es una forma de protección para las personas y consiste en desalojar un local o edificio en que se ha declarado un incendio u otro tipo de emergencia. Debe estar prevista en un Plan de Emergencia, divulgado a los trabajadores, realizándose simulacros de forma periódica. El objetivo fundamental del Plan de Emergencia es optimizar los medios de extinción disponibles y garantizar comportamientos seguros del personal.

Las vías de evacuación y las puertas de salida deben ser amplias, estar señalizadas y libres de obstáculos.

La extinción es el conjunto de operaciones encaminadas a apagar un incendio mediante la utilización de unas instalaciones y equipos de extinción, entre las que se incluyen los extintores portátiles, las bocas de incendio equipadas, los hidrantes, los equipos de espuma, etc.

Los extintores de incendios, que estarán ubicados en lugares accesibles y bien señalizados, deberían poder ser utilizados por cualquier persona del centro de trabajo que deba actuar en una primera intervención para apagar el conato de incendio.

El agua es ideal para la extinción de sólidos con brasa, el polvo BC (convencional) es idóneo para líquidos y gases, y el polvo polivalente (ABC) también lo es para sólidos. El anhídrido carbónico es ideal para fuegos de tipo eléctrico, en especial en ambientes interiores.

Un aspecto complementario a la evacuación y extinción es la señalización e iluminación normal y de emergencia para que estas operaciones se puedan hacer en condiciones adecuadas y en el menor tiempo posible.

El establecimiento de las condiciones de seguridad en incendios y explosiones en el lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Orden de 9 de marzo de 1971.

Norma Básica de la Edificación NBE CPI-82. Real Decreto 1587/1982 de 25 de junio.

Norma Básica de la Edificación NBE CPI-91. Condiciones de protección contra incendios en los edificios.

Real Decreto 279/1991 de 1 de marzo. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. En el Apéndice 4 de la NBE-PCI-91 se incluye un índice de disposiciones legales relacionadas con la protección contra incendios en los edificios.

Norma Básica de la Edificación NBE CPI-96. Real Decreto 2177/1996 de 4 de octubre.

Manual de autoprotección para el desarrollo del plan de emergencia contra incendios y de evacuación en locales y edificios. Orden de 29-11-1984. Ministerio de Interior.

Orden de 13-11-1984 del Ministerio de Educación y Ciencia. Ejercicios de Evacuación en centros docentes de EGB, Bachillerato y Formación Profesional. Instrucciones para la realización de simulacros de evacuación de emergencia.

Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. Real Decreto 1942/1993 de 5 de noviembre.

Ministerio de Industria y Energía. Modificada por la Orden de 16 de abril de 1998.

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Instrucción Complementaria MIBT 026 (ITC-BT-29 del nuevo R.D. 842/2002). Prescripciones para locales con riesgo de incendio o explosión.

RD 374/2001 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo RD 379/2001 Reglamento de almacenamiento de productos químicos, y su ITC-MIE-APQ 1 de ‘Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.’

RD 1254/1999 por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>8. INCENDIOS Y EXPLOSIONES</b>		Personas afectadas	4
Área de trabajo	CUBIERTA DEL EDIFICIO	Fecha	17/01/12
		Fecha próxima revisión	17/02/12
Cumplimentado por		D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO	
1. Se conocen las cantidades de materias y productos inflamables presentes actualmente en la empresa.	X	NO	Minimizar las cantidades en los lugares de trabajo. La Norma Básica NBE-CPI-96 establece cómo clasificar el nivel de riesgo intrínseco.
2. El almacenamiento de materias y productos inflamables se realiza en armarios o en locales protegidos.	X	NO	Prever áreas de almacenamiento aisladas, ventiladas y con medios de extinción.
3. Los residuos combustibles (retales, trapos de limpieza, virutas, serrín, etc.) se limpian periódicamente y se depositan en lugares seguros.	X	NO	Clasificar los residuos en contenedores cerrados. Eliminarlos diariamente.
4. Están identificados los posibles focos de ignición.	X	NO	Los focos de ignición de cualquier tipo (mecánicos, térmicos, eléctricos, químicos) deben estar totalmente controlados.
5. Las operaciones de trasvase y manipulación de líquidos inflamables se realizan en condiciones de seguridad.	X	NO	Trasvasar en lugares específicos y con los medios necesarios. Usar equipos de bombeo protegidos y controlar posibles derrames.
6. Las tareas de encolado o limpieza con disolventes se realizan de forma segura.	X	NO	La limpieza o encolado se realizará con productos no inflamables, y bajo métodos seguros en ambientes bien ventilados.
7. Está prohibido fumar en zonas donde se almacenan o manejan productos combustibles e inflamables.	X	NO	Deben dictarse normas escritas de prohibición y señalizarlo en las áreas afectadas.
8. Las materias y productos inflamables están separados de equipos con llama o al rojo vivo (estufas, hornos, calderas, etc.).	X	NO	Alejar y separar las materias peligrosas de tales focos caloríficos.
9. Está garantizado que un incendio producido en cualquier zona del local no se propagará libremente al resto de la planta o edificio.	X	NO	Los elementos estructurales o delimitadores de las áreas de riesgo deben garantizar una RF preferiblemente superior a 120 minutos.
10. Un incendio producido en cualquier zona del local se detectaría con prontitud a cualquier hora y se transmitiría a los equipos de intervención.	X	NO	Debe garantizarse una detección rápida y su transmisión eficaz, sea a través de medios humanos o técnicos.
11. Existen extintores en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida.	X	NO	Vigilar que los extintores, además de ser adecuados, estén en correcto estado y revisados periódicamente, según normativa.
12. Existen BIE's (Bocas de Incendio Equipadas) en número y distribución suficientes para garantizar la cobertura de toda el área del local.	X	NO	Vigilar que estén en condiciones de uso y se realice periódicamente su despliegue y verificación de su correcto estado.
13. Hay trabajadores formados y adiestrados en el manejo de los medios de lucha contra incendios.	X	NO	Deben seleccionarse, formarse y adiestrarse trabajadores, a fin de optimizar la eficacia de los medios de extinción.
14. Los centros de trabajo con riesgo de incendio disponen al menos de dos salidas al exterior de anchura suficiente.	X	NO	Las vías de evacuación y salidas serán conocidas y estarán libres de obstáculos y señalizadas. Anchura mínima 0,80 m.

15. Existen cuando se precisa rótulos de señalización y alumbrado de emergencia para facilitar el acceso al exterior.	X	NO	La iluminación de emergencia estará garantizada. Utilizar señalización normalizada.
16. La empresa tiene un Plan de Emergencia contra Incendios y de Evacuación.	X	NO	Elaborar un plan de emergencia y evacuación. Formar al personal y realizar simulacros periódicos.
17. Se utilizan permisos de trabajo en operaciones ocasionales con riesgo de incendio.	X	NO	Implementar un sistema de autorizaciones escritas para asegurar un control de las operaciones peligrosas.
18. Se mantienen los accesos a los bomberos libres de obstáculos de forma permanente.	X	NO	Cualquier edificio debe disponer de un espacio exterior, para facilitar el acceso de los vehículos del Servicio de Extinción de Incendios.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Cuatro o más deficientes	2, 5, 6, 7, 8, 15, 17.	1, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DE TECTADAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>8. INCENDIOS Y EXPLOSIONES</b>		Personas afectadas	2
Área de trabajo	SALA DE ACUMULACIÓN ACS	Fecha	17/01/12
		Fecha próxima revisión	17/02/12
Cumplimentado por		D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO	
1. Se conocen las cantidades de materias y productos inflamables presentes actualmente en la empresa.	X	NO	Minimizar las cantidades en los lugares de trabajo. La Norma Básica NBE-CPI-96 establece cómo clasificar el nivel de riesgo intrínseco.
2. El almacenamiento de materias y productos inflamables se realiza en armarios o en locales protegidos.	X	NO	Prever áreas de almacenamiento aisladas, ventiladas y con medios de extinción.
3. Los residuos combustibles (retales, trapos de limpieza, virutas, serrín, etc.) se limpian periódicamente y se depositan en lugares seguros.	X	NO	Clasificar los residuos en contenedores cerrados. Eliminarlos diariamente.
4. Están identificados los posibles focos de ignición.	X	NO	Los focos de ignición de cualquier tipo (mecánicos, térmicos, eléctricos, químicos) deben estar totalmente controlados.
5. Las operaciones de trasvase y manipulación de líquidos inflamables se realizan en condiciones de seguridad.	X	NO	Trasvasar en lugares específicos y con los medios necesarios. Usar equipos de bombeo protegidos y controlar posibles derrames.
6. Las tareas de encolado o limpieza con disolventes se realizan de forma segura.	X	NO	La limpieza o encolado se realizará con productos no inflamables, y bajo métodos seguros en ambientes bien ventilados.
7. Está prohibido fumar en zonas donde se almacenan o manejan productos combustibles e inflamables.	X	NO	Deben dadas normas escritas de prohibición y señalizarlo en las áreas afectadas.
8. Las materias y productos inflamables están separados de equipos con llama o al rojo vivo (estufas, hornos, calderas, etc.).	X	NO	Alejar y separar las materias peligrosas de tales focos caloríficos.
9. Está garantizado que un incendio producido en cualquier zona del local no se propagará libremente al resto de la planta o edificio.	X	NO	Los elementos estructurales o delimitadores de las áreas de riesgo deben garantizar una RF preferiblemente superior a 120 minutos.
10. Un incendio producido en cualquier zona del local se detectaría con prontitud a cualquier hora y se transmitiría a los equipos de intervención.	X	NO	Debe garantizarse una detección rápida y su transmisión eficaz, sea a través de medios humanos o técnicos.
11. Existen extintores en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida.	X	NO	Vigilar que los extintores, además de ser adecuados, estén en correcto estado y revisados periódicamente, según normativa.
12. Existen BIE's (Bocas de Incendio Equipadas) en número y distribución suficientes para garantizar la cobertura de toda el área del local.	X	NO	Vigilar que estén en condiciones de uso y se realice periódicamente su despliegue y verificación de su correcto estado.
13. Hay trabajadores formados y adiestrados en el manejo de los medios de lucha contra incendios.	X	NO	Deben seleccionarse, formarse y adiestrarse trabajadores, a fin de optimizar la eficacia de los medios de extinción.
14. Los centros de trabajo con riesgo de incendio disponen al menos de dos salidas al exterior de anchura suficiente.	X	NO	Las vías de evacuación y salidas serán conocidas y estarán libres de obstáculos y señalizadas. Anchura mínima 0,80 m.

15. Existen cuando se precisa rótulos de señalización y alumbrado de emergencia para facilitar el acceso al exterior.	X	NO	La iluminación de emergencia estará garantizada. Utilizar señalización normalizada.
16. La empresa tiene un Plan de Emergencia contra Incendios y de Evacuación.	X	NO	Elaborar un plan de emergencia y evacuación. Formar al personal y realizar simulacros periódicos.
17. Se utilizan permisos de trabajo en operaciones ocasionales con riesgo de incendio.	X	NO	Implementar un sistema de autorizaciones escritas para asegurar un control de las operaciones peligrosas.
18. Se mantienen los accesos a los bomberos libres de obstáculos de forma permanente.	X	NO	Cualquier edificio debe disponer de un espacio exterior, para facilitar el acceso de los vehículos del Servicio de Extinción de Incendios.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Cuatro o más deficientes	2, 5, 6, 7, 8, 15, 17.	1, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DE TECTADAS

CONDICIONES DE SEGURIDAD		
<b>8. INCENDIOS Y EXPLOSIONES</b>		Personas afectadas <input type="text" value="2"/>
Área de trabajo <input type="text" value="FACHADA"/>	Fecha <input type="text" value="17/01/12"/>	Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por <input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. Se conocen las cantidades de materias y productos inflamables presentes actualmente en la empresa.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Minimizar las cantidades en los lugares de trabajo. La Norma Básica NBE-CPI-96 establece cómo clasificar el nivel de riesgo intrínseco.
2. El almacenamiento de materias y productos inflamables se realiza en armarios o en locales protegidos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Prever áreas de almacenamiento abovedadas, ventiladas y con medios de extinción.
3. Los residuos combustibles (retales, trapos de limpieza, virutas, serrín, etc.) se limpian periódicamente y se depositan en lugares seguros.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Clasificar los residuos en contenedores cerrados. Eliminarlos diariamente.
4. Están identificados los posibles focos de ignición.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Los focos de ignición de cualquier tipo (mecánicos, térmicos, eléctricos, químicos) deben estar totalmente controlados.
5. Las operaciones de trasvase y manipulación de líquidos inflamables se realizan en condiciones de seguridad.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Trasvasar en lugares específicos y con los medios necesarios. Usar equipos de bombeo protegidos y controlar posibles derrames.
6. Las tareas de encolado o limpieza con disolventes se realizan de forma segura.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> La limpieza o encolado se realizará con productos no inflamables, y bajo métodos seguros en ambientes bien ventilados.
7. Está prohibido fumar en zonas donde se almacenan o manejan productos combustibles e inflamables.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Deben dictarse normas escritas de prohibición y señalizarlo en las áreas afectadas.
8. Las materias y productos inflamables están separados de equipos con llama o al rojo vivo (estufas, hornos, calderas, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Alejar y separar las materias peligrosas de tales focos caloríficos.
9. Está garantizado que un incendio producido en cualquier zona del local no se propagará libremente al resto de la planta o edificio.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Los elementos estructurales o delimitadores de las áreas de riesgo deben garantizar una RF preferiblemente superior a 120 minutos.
10. Un incendio producido en cualquier zona del local se detectaría con prontitud a cualquier hora y se transmitiría a los equipos de intervención.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe garantizarse una detección rápida y su transmisión eficaz, sea a través de medios humanos o técnicos.
11. Existen extintores en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Vigilar que los extintores, además de ser adecuados, estén en correcto estado y revisados periódicamente, según normativa.
12. Existen BIE's (Bocas de Incendio Equipadas) en número y distribución suficientes para garantizar la cobertura de toda el área del local.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Vigilar que estén en condiciones de uso y se realice periódicamente su despliegue y verificación de su correcto estado.
13. Hay trabajadores formados y adiestrados en el manejo de los medios de lucha contra incendios.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Deben seleccionarse, formarse y adiestrarse trabajadores, a fin de optimizar la eficacia de los medios de extinción.
14. Los centros de trabajo con riesgo de incendio disponen al menos de dos salidas al exterior de anchura suficiente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Las vías de evacuación y salidas serán conocidas y estarán libres de obstáculos y señalizadas. Anchura mínima 0,80 m.

15. Existen cuando se precisa rótulos de señalización y alumbrado de emergencia para facilitar el acceso al exterior.	X	NO	La iluminación de emergencia estará garantizada. Utilizar señalización normalizada.
16. La empresa tiene un Plan de Emergencia contra Incendios y de Evacuación.	X	NO	Elaborar un plan de emergencia y evacuación. Formar al personal y realizar simulacros periódicos.
17. Se utilizan permisos de trabajo en operaciones ocasionales con riesgo de incendio.	X	NO	Implementar un sistema de autorizaciones escritas para asegurar un control de las operaciones peligrosas.
18. Se mantienen los accesos a los bomberos libres de obstáculos de forma permanente.	X	NO	Cualquier edificio debe disponer de un espacio exterior, para facilitar el acceso de los vehículos del Servicio de Extinción de Incendios.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Cuatro o más deficientes	2, 5, 6, 7, 8, 15, 17.	1, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DE TECTADAS

## **7.5.9 Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a agentes químicos.**

### **Etiquetado y fichas de seguridad**

Los envases contenedores de sustancias peligrosas deben ir etiquetados por el fabricante o proveedor. Las etiquetas deben indicar el nombre, la concentración y las propiedades de las sustancias, así como información correspondiente al fabricante o entidad comercializadora, y pictogramas, con indicación del tipo de peligro, además de los riesgos específicos (frases R) y consejos de prudencia (frases S). Además, estas sustancias deben ir acompañadas de sus correspondientes fichas de datos de seguridad.

### **Almacenamiento**

Un principio básico de seguridad es limitar las cantidades de sustancias peligrosas en los lugares de trabajo a las estrictamente necesarias. Las sustancias deberán ser almacenadas agrupándolas por comunidades de riesgo, depositándolas en recipientes seguros y herméticamente cerrados. Los recipientes metálicos son los más seguros, los de vidrio son frágiles y por ello deben protegerse. Los de plástico, por otra parte, se deterioran por envejecimiento. Las áreas de almacenamiento deben estar protegidas, ventiladas y con control de derrames, aparte de las exigencias propias en función de su peligrosidad y de acuerdo con las prescripciones legales.

### **Manipulación**

La mayoría de la siniestralidad con sustancias químicas se presenta en su manipulación, especialmente en las operaciones de trasvase. Esta operación debería efectuarse, en instalaciones fijas, en lugares bien ventilados, preferentemente con extracción localizada y bajo control de derrames, evitando el vertido libre. Debe ser igualmente objeto de consideración la idoneidad de los sistemas mecánicos de bombeo. En este sentido, los motores eléctricos deberán estar protegidos siempre que se manipulen inflamables. Con este tipo de productos deben así mismo adoptarse medidas preventivas ante las descargas electrostáticas.

Es necesario el empleo de equipos de protección individual, especialmente de cara y manos, cuando se trasvasen sustancias corrosivas.

Los derrames deben eliminarse con medios adecuados como, por ejemplo, neutralizar el vertido de una sustancia corrosiva.

Las operaciones de limpieza de sustancias inflamables o corrosivas deben realizarse con la debida precaución: ventilación, control de posibles focos de ignición, disponibilidad de medios materiales idóneos, etc.

### **Procedimientos escritos de trabajo**

En todas las operaciones en las que intervengan sustancias peligrosas deberían establecerse procedimientos escritos de trabajo en los que se indiquen, junto a la secuencia de operaciones que se han de realizar, las debidas medidas preventivas.

## **Plan de emergencia**

Es muy importante, al tiempo que se cumple con la normativa establecida, en previsión de situaciones que puedan revestir trascendencia y especial peligrosidad, rebasando incluso los límites de la propia instalación. A tal fin, se dispondrá de los medios precisos, tanto humanos como materiales, para hacer frente a este tipo de contingencias.

El establecimiento de las condiciones de seguridad frente a agentes químicos en el lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

### **Legislación general:**

RD 374/2001. Protección de la seguridad y salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo. INSHT

RD 379/2001. Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas

### **Complementarias:**

MIE APQ-1, Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles; MIE APQ-2, Almacenamiento de óxido de etileno; MIE APQ-3, Almacenamiento de cloro; MIE APQ-4, Almacenamiento de amoníaco anhidro; MIE APQ-5, Almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión; MIE APQ-6, Almacenamiento de líquidos corrosivos; MIE APQ-7, Almacenamiento de líquidos tóxicos.

Orden de Presidencia 2414/1961. Reglamento de Industrias Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.

RD 363 /1995. Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, y sus posteriores modificaciones y adaptaciones al progreso técnico.

RD 255/2003 que aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.

Ley 10/1998 de Residuos.

RD 1254/1999, por el que se aprueban las medidas de control de riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

RD 1196/2003, por el que se aprueba la Directriz Básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.

RD 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Guía Técnica de señalización de seguridad y salud en el trabajo. INSHT.

RD 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo. INSHT.

RD 665/1997 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, modificado por el RD1124/2000 y por el

RD 349/2003 por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.

RD 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Guía Técnica para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de protección individual. INSHT.

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CONDICIONES DE SEGURIDAD		
<b>9. AGENTES QUÍMICOS. SEGURIDAD</b>		Personas afectadas <input type="text" value="4"/>
Área de trabajo <input type="text" value="CUBIERTA DEL EDIFICIO"/>	Fecha <input type="text" value="17/01/12"/>	Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por <input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. Se almacenan, usan o manipulan en la empresa agentes que pueden generar accidentes o afectar a la salud.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Verificar si los agentes se pueden ver afectados por el RD 363/1995, el RD 255/2003 o el RD 374/2001. De no ser así, pasar a otro cuestionario.
2. Están correcta y permanentemente identificados y señalizados todos los agentes químicos peligrosos y se dispone de sus fichas de seguridad (FDS).	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Tal identificación es exigible al fabricante o proveedor al adquirir el producto, y el empresario/usuario debe mantener la garantía de esta identificación permanentemente.
3. Se evalúan los riesgos basándose en FDS, valores límite, cantidades usadas y almacenadas, exposición, efecto de las medidas preventivas y resultados de la vigilancia de la salud.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe realizarse la evaluación de riesgos, atendiendo a todos estos efectos si existen agentes químicos peligrosos.
4. Están informadas las personas expuestas de los resultados de la evaluación, tienen acceso a las FDS y están firmadas en el uso de los métodos de trabajo aplicables en la empresa.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe informarse de los riesgos a las personas afectadas y adiestrarlas en las operaciones que han de realizar.
5. Se almacenan los agentes químicos peligrosos agrupando los que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de los incompatibles.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Tener en cuenta: riesgos comunes y productos incompatibles.
6. Se almacenan los productos inflamables en armarios protegidos o en recintos especiales.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Los productos inflamables deben almacenarse según la instrucción MIE-APQ 1 del RD 379/2001.
7. Está correctamente ventilada el área de almacenamiento, sea por flujo natural o forzado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe estarlo y, en especial, si en ella se realizan tareas.
8. Ofrecen suficiente resistencia física o química los envases de almacenamiento de sustancias peligrosas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe garantizarse la idoneidad de los envases frente a las agresiones físicas o químicas a que puedan verse sometidos.
9. Son totalmente seguros los envases de sustancias peligrosas que se usan.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Usar preferentemente recipientes metálicos y controlar todo tipo de envases, manteniéndolos herméticamente cerrados.
10. Está asegurada la retención en la zona de almacenamiento, en caso de fugas o derrames masivos de líquidos corrosivos o inflamables.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Deberán establecerse sistemas de contención controlada.
11. Se evita trasladar productos por vertido libre.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Se deberá hacer uso de equipos de bombeo, medios mecánicos de pipeteo, etc.
12. Se controla la formación y/o acumulación de cargas electrostáticas en el trasvase de líquidos inflamables.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Se debe evitar su formación y complementariamente facilitar su descarga mediante conexiones equipotenciales y puesta a tierra.
13. Es antiexplosiva la instalación eléctrica, al tiempo que están controlados los focos de ignición, en las zonas de atmósferas inflamables.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> La instalación eléctrica en zonas clasificadas debe ajustarse a la MBT-020 (ITC-BT-29 del nuevo REBT, RD 842/2002), debiendo controlarse todos los posibles focos de ignición.
14. Se realizan en áreas bien ventiladas o con aspiración forzada las operaciones que emitan vapores o gases tóxicos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Se deben evitar concentraciones ambientales peligrosas, aislando las fuentes de emisión.

15. Se dispone y se usan equipos de protección individual en la realización de operaciones con productos peligrosos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben adquirirse y utilizarse equipos certificados adecuados a los diferentes riesgos.
16. Se precisa de autorización para la realización de operaciones con riesgo en recipientes que contienen o han contenido productos peligrosos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben normalizarse estas operaciones y redactarse por escrito las autorizaciones y los procedimientos de trabajo.
17. Se dispone de procedimientos escritos para la realización de actividades que pueden ocasionar accidentes graves.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Elaborar procedimientos por escrito. Asegurar que los trabajadores los conozcan y los tengan a su disposición.
18. Se dispone de medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o control de fugas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben existir y se deberá firmar y adiestrar a los trabajadores en su uso, a fin de optimizar su eficacia.
19. Se sigue la legislación vigente en la eliminación de residuos peligrosos y sus envases.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La eliminación se debe realizar siguiendo las exigencias legales. Todo material no útil es considerado legalmente como residuo.
20. Los residuos de las operaciones de limpieza y la recogida de derrames se tratan también según lo legislado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La gestión de residuos se debe realizar de acuerdo a lo legislado.
21. Se realizan de forma segura las operaciones de limpieza.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Usar productos lo más inocuos posibles y métodos de trabajo seguros en ambientes bien ventilados.
22. Existen duchas descontaminadoras y fuentes lavajos próximas a los lugares donde es factible la proyección de líquidos peligrosos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben instalarse.
23. Están suficientemente controlados los procesos químicos peligrosos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debería disponerse de sistemas redundantes de actuación y alarma que eviten situaciones descontroladas.
24. Se dispone de un Plan de Emergencia acorde a la normativa aplicable específicamente a la empresa (RD 1254/1999, 374/2001, 379/2001).	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Elaborar un Plan de Emergencia que se ajuste a los requisitos exigidos por la normativa aplicable a la empresa y asegurar su implantación.

CRITERIOS DE VALORACIÓN			
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE	
Ocho deficientes o más	2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 23, 24.	5, 7, 9, 11, 18, 21, 22.	

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD		
<b>9. AGENTES QUÍMICOS. SEGURIDAD</b>		Personas afectadas <input type="text" value="2"/>
Área de trabajo <input type="text" value="SALA DE ACUMULACIÓN ACS"/>	Fecha <input type="text" value="17/01/12"/>	Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por <input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. Se almacenan, usan o manipulan en la empresa agentes que pueden generar accidentes o afectar a la salud.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Verificar si los agentes se pueden ver afectados por el RD 363/1995, el RD 255/2003 o el RD 374/2001. De no ser así, pasar a otro cuestionario.
2. Están correcta y permanentemente identificados y señalizados todos los agentes químicos peligrosos y se dispone de sus fichas de seguridad (FDS).	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Tal identificación es exigible al fabricante o proveedor al adquirir el producto, y el empresario/usuario debe mantener la garantía de esta identificación permanentemente.
3. Se evalúan los riesgos basándose en FDS, valores límite, cantidades usadas y almacenadas, exposición, efecto de las medidas preventivas y resultados de la vigilancia de la salud.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe realizarse la evaluación de riesgos, atendiendo a todos estos efectos si existen agentes químicos peligrosos.
4. Están informadas las personas expuestas de los resultados de la evaluación, tienen acceso a las FDS y están formadas en el uso de los métodos de trabajo aplicables en la empresa.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe informarse de los riesgos a las personas afectadas y adiestrarse en las operaciones que han de realizar.
5. Se almacenan los agentes químicos peligrosos agrupando los que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de los incompatibles.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Tener en cuenta: riesgos comunes y productos incompatibles.
6. Se almacenan los productos inflamables en armarios protegidos o en recintos especiales.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Los productos inflamables deben almacenarse según la instrucción ME-APQ 1 del RD 379/2001.
7. Está correctamente ventilada el área de almacenamiento, sea por tiro natural o forzado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe estarlo y, en especial, si en ella se realizan trasvases.
8. Ofrecen suficiente resistencia física o química los envases de almacenamiento de sustancias peligrosas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe garantizarse la idoneidad de los envases frente a las agresiones físicas o químicas a que puedan verse sometidos.
9. Son totalmente seguros los envases de sustancias peligrosas que se usan.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Usar preferentemente recipientes metálicos y controlar todo tipo de envases, manteniéndolos herméticamente cerrados.
10. Está asegurada la retención en la zona de almacenamiento, en caso de fugas o derrames masivos de líquidos corrosivos o inflamables.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Deberán establecerse sistemas de contención controlada.
11. Se evita trasvasar productos por vertido libre.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Se deberá hacer uso de equipos de bombeo, medios mecánicos de pipeteo, etc.
12. Se controla la formación y/o acumulación de cargas electrostáticas en el trasvase de líquidos inflamables.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Se debe evitar su formación y complementariamente facilitar su descarga mediante conexiones equipotenciales y puesta a tierra.
13. Es antiexplosiva la instalación eléctrica, al tiempo que están controlados los focos de ignición, en las zonas de atmósferas inflamables.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> La instalación eléctrica en zonas clasificadas debe ajustarse a la MIBT-026 (ITC-BT-29 del nuevo REBT, RD 842/2002), debiendo controlarse todos los posibles focos de ignición.
14. Se realizan en áreas bien ventiladas o con aspiración forzada las operaciones que emiten vapores o gases tóxicos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Se deben evitar concentraciones ambientales peligrosas, aislando las fuentes de emisión.

15. Se dispone y se usan equipos de protección individual en la realización de operaciones con productos peligrosos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben adquirirse y utilizarse equipos certificados adecuados a los diferentes riesgos.
16. Se precisa de autorización para la realización de operaciones con riesgo en recipientes que contienen o han contenido productos peligrosos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben normalizarse estas operaciones y redactarse por escrito las autorizaciones y los procedimientos de trabajo.
17. Se dispone de procedimientos escritos para la realización de actividades que pueden ocasionar accidentes graves.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Elaborar procedimientos por escrito. Asegurar que los trabajadores los conozcan y los tengan a su disposición.
18. Se dispone de medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o control de fugas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben existir y se deberá firmar y adiestrar a los trabajadores en su uso, a fin de optimizar su eficacia.
19. Se sigue la legislación vigente en la eliminación de residuos peligrosos y sus envases.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La eliminación se debe realizar siguiendo las exigencias legales. Todo material no útil es considerado legalmente como residuo.
20. Los residuos de las operaciones de limpieza y la recogida de derrames se tratan también según lo legislado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La gestión de residuos se debe realizar de acuerdo a lo legislado.
21. Se realizan de forma segura las operaciones de limpieza.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Usar productos lo más inocuos posibles y métodos de trabajo seguros en ambientes bien ventilados.
22. Existen duchas descontaminadoras y fuentes lavajos próximas a los lugares donde es factible la proyección de líquidos peligrosos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben instalarse.
23. Están suficientemente controlados los procesos químicos peligrosos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debería disponerse de sistemas redundantes de actuación y alarma que eviten situaciones descontroladas.
24. Se dispone de un Plan de Emergencia acorde a la normativa aplicable específicamente a la empresa (RD 1254/1999, 374/2001, 379/2001).	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Elaborar un Plan de Emergencia que se ajuste a los requisitos exigidos por la normativa aplicable a la empresa y asegurar su implantación.

CRITERIOS DE VALORACIÓN			
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE	
Ocho deficientes o más	2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 23, 24.	5, 7, 9, 11, 18, 21, 22.	

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD		
<b>9. AGENTES QUÍMICOS. SEGURIDAD</b>		Personas afectadas <input type="text" value="2"/>
Área de trabajo <input type="text" value="FACHADA"/>	Fecha <input type="text" value="17/01/12"/>	Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumpimentado por <input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. Se almacenan, usan o manipulan en la empresa agentes que pueden generar accidentes o afectar a la salud.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Verificar si los agentes se pueden ver afectados por el RD 363/1996, el RD 255/2003 o el RD 374/2001. De no ser así, pasar a otro cuestionario.
2. Están correcta y permanentemente identificados y señalizados todos los agentes químicos peligrosos y se dispone de sus fichas de seguridad (FDS).	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Tal identificación es exigible al fabricante o proveedor al adquirir el producto, y el empresario/usuario debe mantener la garantía de esta identificación permanentemente.
3. Se evalúan los riesgos basándose en FDS, valores límite, cantidades usadas y almacenadas, exposición, efecto de las medidas preventivas y resultados de la vigilancia de la salud.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe realizarse la evaluación de riesgos, atendiendo a todos estos efectos si existen agentes químicos peligrosos.
4. Están informadas las personas expuestas de los resultados de la evaluación, tienen acceso a las FDS y están firmadas en el uso de los métodos de trabajo aplicables en la empresa.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe informarse de los riesgos a las personas afectadas y adiestrarse en las operaciones que han de realizar.
5. Se almacenan los agentes químicos peligrosos agrupando los que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de los incompatibles.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Tener en cuenta: riesgos comunes y productos incompatibles.
6. Se almacenan los productos inflamables en armarios protegidos o en recintos especiales.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Los productos inflamables deben almacenarse según la Instrucción MIE-APQ 1 del RD 375/2001.
7. Está correctamente ventilada el área de almacenamiento, sea por frío natural o forzado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe estarlo y, en especial, si en ella se realizan trasvases.
8. Ofrecen suficiente resistencia física o química los envases de almacenamiento de sustancias peligrosas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe garantizarse la idoneidad de los envases frente a las agresiones físicas o químicas a que puedan verse sometidos.
9. Son totalmente seguros los envases de sustancias peligrosas que se usan.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Usar preferentemente recipientes metálicos y controlar todo tipo de envases, manteniéndolos herméticamente cerrados.
10. Está asegurada la retención en la zona de almacenamiento, en caso de fugas o derrames masivos de líquidos corrosivos o inflamables.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Deberán establecerse sistemas de contención controlada.
11. Se evita trasvasar productos por vertido libre.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Se deberá hacer uso de equipos de bombeo, medios mecánicos de pipeteo, etc.
12. Se controla la formación y/o acumulación de cargas electrostáticas en el trasvase de líquidos inflamables.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Se debe evitar su formación y complementariamente facilitar su descarga mediante conexiones equipotenciales y puesta a tierra.
13. Es antiexplosiva la instalación eléctrica, al tiempo que están controlados los focos de ignición, en las zonas de atmósferas inflamables.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> La instalación eléctrica en zonas clasificadas debe ajustarse a la MIBT-026 (ITC-BT-29 del nuevo REBT, RD 842/2002), debiendo controlarse todos los posibles focos de ignición.
14. Se realizan en áreas bien ventiladas o con aspiración forzada las operaciones que emiten vapores o gases tóxicos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Se deben evitar concentraciones ambientales peligrosas, aislando las fuentes de emisión.

15. Se dispone y se usan equipos de protección individual en la realización de operaciones con productos peligrosos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben adquirirse y utilizarse equipos certificados adecuados a los diferentes riesgos.
16. Se precisa de autorización para la realización de operaciones con riesgo en recipientes que contienen o han contenido productos peligrosos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben normalizarse estas operaciones y redactarse por escrito las autorizaciones y los procedimientos de trabajo.
17. Se dispone de procedimientos escritos para la realización de actividades que pueden ocasionar accidentes graves.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Elaborar procedimientos por escrito. Asegurar que los trabajadores los conozcan y los tengan a su disposición.
18. Se dispone de medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o control de fugas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben existir y se deberá firmar y adiestrar a los trabajadores en su uso, a fin de optimizar su eficacia.
19. Se sigue la legislación vigente en la eliminación de residuos peligrosos y sus envases.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La eliminación se debe realizar siguiendo las exigencias legales. Todo material no útil es considerado legalmente como residuo.
20. Los residuos de las operaciones de limpieza y la recogida de derrames se tratan también según lo legislado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La gestión de residuos se debe realizar de acuerdo a lo legislado.
21. Se realizan de forma segura las operaciones de limpieza.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Usar productos lo más inocuos posibles y métodos de trabajo seguros en ambientes bien ventilados.
22. Existen duchas descontaminadoras y fuentes lavajos próximas a los lugares donde es factible la proyección de líquidos peligrosos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben instalarse.
23. Están suficientemente controlados los procesos químicos peligrosos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debería disponerse de sistemas redundantes de actuación y alarma que eviten situaciones descontroladas.
24. Se dispone de un Plan de Emergencia acorde a la normativa aplicable específicamente a la empresa (RD 1254/1999, 374/2001, 379/2001).	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Elaborar un Plan de Emergencia que se ajuste a los requisitos exigidos por la normativa aplicable a la empresa y asegurar su implantación.

CRITERIOS DE VALORACIÓN			
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE	
Ocho deficientes o más	2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 23, 24.	5, 7, 9, 11, 18, 21, 22.	

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

### **7.5.10 Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a la exposición de agentes químicos.**

De acuerdo con el RD 374/2001, un agente químico es un elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado normal o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no. Sus vías principales de penetración son la inhalatoria, la dérmica y la digestiva.

Los agentes químicos pueden provocar un daño de forma inmediata o a corto plazo (intoxicación aguda), o generar una enfermedad profesional al cabo de los años (intoxicación crónica).

Para que la inhalación de un agente químico no produzca efectos irreversibles a largo plazo, su concentración en el aire debe ser inferior a un cierto valor límite previamente establecido. El valor de la concentración ambiental de un agente químico se puede conocer midiendo adecuadamente dicho parámetro, para lo que se precisan instrumentos de lectura directa o toma de muestras del contaminante y posterior análisis químico que cuantifique su presencia. La evaluación del riesgo para las personas expuestas a agentes químicos supone, además de la comparación de la concentración ambiental existente con el valor límite de exposición, la ponderación con el tiempo que dura la exposición al mismo.

En nuestro país existen valores límite de exposición diaria (VLA- ED) y de corta duración (VLA- EC). Los primeros limitan la concentración media del agente químico durante una jornada de trabajo. Los segundos se aplican a un periodo de 15 minutos.

La mayoría de agentes químicos producen efectos perjudiciales a partir de cierta dosis (“cantidad”), por lo que se puede trabajar en contacto con ellos por debajo de esa dosis sin que aparezcan efectos irreversibles en la mayor parte de los casos, pero ciertos contaminantes de reconocido potencial carcinogénico pueden provocar la aparición de la enfermedad a muy bajas concentraciones. Por ello el contacto con estos agentes debe evitarse y las medidas preventivas exigibles son más estrictas.

Los agentes “sensibilizantes” pueden provocar, así mismo, sensibilizaciones en ciertos individuos, incluso trabajando en ambientes cuya concentración ambiental pueda estar por debajo de los valores límite de exposición.

La prevención de posibles riesgos originados por la exposición a agentes químicos se basa en la actuación, según un esquema clásico, sobre el foco de contaminación, sobre el medio y sobre el receptor (individuos expuestos).

Como medidas generales de actuación en el foco destacan las siguientes:

- Selección de equipos adecuados.
- Sustitución de productos, cuando las características toxicológicas del agente en cuestión (cancerígenos, sensibilizantes) justifiquen la búsqueda de alternativas a las sustancias químicas utilizadas.

- Modificación del proceso, cuando técnicamente sea posible, de forma que se eliminen operaciones especialmente contaminantes.
- Encerramiento de procesos, cuando son generadores de agentes químicos y puede prescindirse de la presencia continuada de personas en sus cercanías.
- Extracción localizada, que implica la instalación de un sistema de ventilación que elimine el contaminante en el momento de su generación en el foco.
- Mantenimiento preventivo de las instalaciones y equipos de trabajo. El envejecimiento de la maquinaria en general aumenta el riesgo de fugas y deficiencias en los materiales que pueden favorecer la presencia de agentes químicos en el ambiente de trabajo.

La actuación preventiva en el medio supone casi siempre una serie de medidas correctoras de apoyo que por sí solas no suelen solucionar los problemas de contaminación, pero que unidas a aquéllas aplicadas en el foco o receptor reducen el riesgo. Como ejemplo pueden citarse los siguientes:

- Limpieza de los locales y puestos de trabajo, de forma periódica, puesto que la existencia de vertidos o derrames genera nuevos focos de contaminación adicionales y dispersos.
- Señalización de riesgos, que advierte de los peligros y las precauciones a adoptar.
- Ventilación general, cuya filosofía es diferente de la extracción localizada, ya que lo que intenta es diluir la concentración del contaminante en el ambiente, pero no lo elimina al generarse. Por ello sólo es de utilidad como medida preventiva complementaria, o en aquellos casos de lejanía de los operarios del foco y cuando los agentes químicos presentan poca toxicidad.
- Sistemas de alarma, que avisan óptica o acústicamente de la superación de un cierto nivel de concentración ambiental de un compuesto químico, a través de sistemas de detección en continuo.
- Muestreos periódicos, cuya finalidad es conocer la concentración ambiental de forma periódica en aquellas situaciones en las que el muestreo inicial no permite afirmar que la concentración ambiental está claramente por debajo de los límites establecidos.

Las medidas preventivas sobre las personas expuestas son fundamentalmente:

- Formación e información acerca de los riesgos posibles que genera la manipulación de ciertas sustancias químicas. Implica organizar las actuaciones necesarias para que los operarios reciban una formación previa a la incorporación al puesto de trabajo, así como la temática de la información toxicológica básica acerca de las sustancias que se manipulan, mediante el etiquetado y señalización de las mismas, según se regula en la legislación española.

- Equipos de protección individual (EPI), que deben ser certificados y de uso solo complementario.

- Aislamiento del trabajador. Se emplea en procesos que no requieren la presencia próxima continua del operario, sino que éste se limita a controlar el proceso, y esto puede realizarlo a distancia, lo que se aprovecha para aislar del ambiente al individuo, creándole un microclima en su área de permanencia.

El establecimiento de las condiciones de seguridad frente a la exposición a agentes químicos en el lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

Ley 10/1998 de residuos y reglamentación equivalente de vigencia en las diferentes Comunidades Autónomas.

Reales Decretos 363/1995 y 255/2003, sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos, respectivamente.

RD 665/1997 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, modificado por el RD1124/2000 y por el RD 349/2003 por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.

RD 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

RD 374/2001 Sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos durante el trabajo.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo. INSHT

Directiva 2000/39/CE. Sobre valores límite de exposición profesional.

Documento sobre límites de exposición Profesional para Agentes Químicos en España 2004. INSHT.

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES			
<b>10. AGENTES QUÍMICOS. EXPOSICIÓN</b>		Personas afectadas	4
Área de trabajo	CUBIERTA DEL EDIFICIO	Fecha	17/01/12
		Fecha próxima revisión	17/02/12
Cumplimentado por		D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO	
1. Existen en la empresa Agentes Químicos Peligrosos (AQP), tal como los define el RD 374/2001.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Pasar a otro cuestionario
2. Si están contenidos en recipientes, éstos están debidamente etiquetados y se conserva esa señalización durante su uso.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben clasificarse y señalizarse según se establece en la reglamentación vigente.
3. Se informa a los trabajadores sobre los riesgos que comporta el trabajo con AQP.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Los trabajadores deben recibir formación e información adecuada respecto a los riesgos derivados de la presencia de AQP en su trabajo.
4. Se han aplicado los principios de prevención para la reducción de los riesgos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben, necesariamente, aplicarse los principios generales de prevención que se exponen en el artículo 4 del RD 374/2001.
5. Teniendo en cuenta la peligrosidad del AQP, la cantidad de éste y las condiciones de trabajo, se puede considerar el riesgo leve.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Si la información disponible sobre los riesgos del AQP lleva a la conclusión de riesgo no leve, pase a la cuestión siguiente; si es leve, pase a la cuestión 20.
6. Alguno de los AQP es tóxico o nocivo por inhalación.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Pase a la cuestión 11
7. Se han iniciado gestiones para sustituir el AQP, o se trabaja en proceso cerrado o de firma que no existe contacto con él, o se reduce lo máximo posible.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Son prioritarias las acciones encaminadas a la eliminación o reducción en lo posible del riesgo por AQP, tal como indica el artículo 5 del RD 374/2001
8. Se dispone de sistemas eficaces de extracción localizada y ventilación general forzada.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Se debe disponer de sistemas de extracción localizada y de ventilación general forzada, que reduzcan eficazmente la concentración ambiental de AQP.
9. Se utilizan EPI respiratoria, en exposiciones ocasionales o en operaciones de corta duración, o cuando son insuficientes otro tipo de medidas colectivas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La utilización de EPI está permitida en las condiciones mencionadas y con los requisitos que establecen el RD 1407/1992 y el RD 773/1997.
10. Se han realizado mediciones de la concentración ambiental del AQP.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben realizarse dichas mediciones ambientales, previa o posteriormente, según sea su finalidad
11. Alguna de las sustancias es tóxica o nociva por contacto con la piel.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Pasar a la cuestión 14
12. Se utilizan guantes y ropas impermeables a las sustancias con las que puede haber contacto dérmico.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe proveerse a las personas expuestas de este tipo de protección individual debidamente certificada.
13. Se sustituye la ropa de trabajo y se procede a la limpieza de la piel afectada cuando se impregna de este tipo de sustancias contaminantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe sustituirse la ropa y limpiarse de forma inmediata la piel impregnada.
14. Se procede a la recogida de derrames, de sustancias tóxicas o nocivas cuando se producen, y con la protección individual adecuada.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Deben eliminarse lo antes posible utilizando medios adecuados para ello y protección individual dérmica y respiratoria en su caso.

15. Se procede a la limpieza de los puestos de trabajo después de cada turno y periódicamente de los locales.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es necesario realizar este tipo de limpieza.
16. Se procede al mantenimiento de las instalaciones de ventilación.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe organizarse y llevarse a cabo este mantenimiento preventivo.
17. Se lleva a cabo la vigilancia de la salud sobre los trabajadores expuestos, cuando ésta es obligatoria.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La vigilancia de la salud es un requisito obligatorio, cuando así se presente en una normativa específica o cuando lo disponga en el RD 374/2001.
18. Si alguno de los AQ que se manipulan es cancerígeno, mutágeno o tóxico para la reproducción, se incrementan los controles y las medidas de prevención.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	En estos casos, además de respetar los preceptos apuntados en las anteriores cuestiones, debe cumplirse lo dispuesto en el RD 665/1997 y modificaciones.
19. Los residuos producidos en la limpieza y recogida de derrames de productos nocivos y tóxicos se tratan y eliminan de forma controlada.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Los residuos deben clasificarse y eliminarse de acuerdo con la legislación sobre residuos.
20. Se ha previsto la frecuencia y alcance, con los que se procederá a la revisión de la evaluación de los riesgos debidos a AQP.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe establecerse dicha periodicidad tal como se indica en el RD 374/2001.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Más de 6 consideraciones deficientes.	2, 3, 4, 17, 18, 19, 20	5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES		
<b>10. AGENTES QUÍMICOS. EXPOSICIÓN</b>		Personas afectadas <input type="text" value="2"/>
Área de trabajo <input type="text" value="SALA DE ACUMULACIÓN ACS"/>	Fecha <input type="text" value="17/01/12"/>	Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por <input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. Existen en la empresa Agentes Químicos Peligrosos (AQP), tal como los define el RD 374/2001.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Pasar a otro cuestionario
2. Si están contenidos en recipientes, éstos están debidamente etiquetados y se conserva esa señalización durante su uso.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Deben clasificarse y señalizarse según se establece en la reglamentación vigente.
3. Se informa a los trabajadores sobre los riesgos que comporta el trabajo con AQP.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Los trabajadores deben recibir formación e información adecuada respecto a los riesgos derivados de la presencia de AQP en su trabajo.
4. Se han aplicado los principios de prevención para la reducción de los riesgos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Deben, necesariamente, aplicarse los principios generales de prevención que se exponen en el artículo 4 del RD 374/2001.
5. Teniendo en cuenta la peligrosidad del AQP, la cantidad de éste y las condiciones de trabajo, se puede considerar el riesgo leve.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Si la información disponible sobre los riesgos del AQP lleva a la conclusión de riesgo no leve, pase a la cuestión siguiente; si es leve, pase a la cuestión 20.
6. Alguno de los AQP es tóxico o nocivo por inhalación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Pase a la cuestión 11
7. Se han iniciado gestiones para sustituir el AQP, o se trabaja en proceso cerrado o de forma que no existe contacto con él, o se reduce lo máximo posible.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Son prioritarias las acciones encaminadas a la eliminación o reducción en lo posible del riesgo por AQP, tal como indica el artículo 5 del RD 374/2001
8. Se dispone de sistemas eficaces de extracción localizada y ventilación general forzada.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Se debe disponer de sistemas de extracción localizada y de ventilación general forzada, que reduzcan eficazmente la concentración ambiental de AQP.
9. Se utilizan EPI respiratoria, en exposiciones ocasionales o en operaciones de corta duración, o cuando son insuficientes otro tipo de medidas colectivas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> La utilización de EPI está permitida en las condiciones mencionadas y con los requisitos que establecen el RD 1407/1992 y el RD 773/1997.
10. Se han realizado mediciones de la concentración ambiental del AQP.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Deben realizarse dichas mediciones ambientales, previa o posteriormente, según sea su finalidad
11. Alguna de las sustancias es tóxica o nociva por contacto con la piel.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Pasar a la cuestión 14
12. Se utilizan guantes y ropas impermeables a las sustancias con las que puede haber contacto dérmico.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe proveerse a las personas expuestas de este tipo de protección individual debidamente certificada.
13. Se sustituye la ropa de trabajo y se procede a la limpieza de la piel afectada cuando se impregna de este tipo de sustancias contaminantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe sustituirse la ropa y limpiarse de forma inmediata la piel impregnada.
14. Se procede a la recogida de derrames, de sustancias tóxicas o nocivas cuando se producen, y con la protección individual adecuada.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Deben eliminarse lo antes posible utilizando medios adecuados para ello y protección individual dérmica y respiratoria en su caso.

15. Se procede a la limpieza de los puestos de trabajo después de cada turno y periódicamente de los locales.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es necesario realizar este tipo de limpieza.
16. Se procede al mantenimiento de las instalaciones de ventilación.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe organizarse y llevarse a cabo este mantenimiento preventivo.
17. Se lleva a cabo la vigilancia de la salud sobre los trabajadores expuestos, cuando ésta es obligatoria.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La vigilancia de la salud es un requisito obligatorio, cuando así se presente en una normativa específica o cuando lo disponga en el RD 374/2001.
18. Si alguno de los AQ que se manipulan es cancerígeno, mutágeno o tóxico para la reproducción, se incrementan los controles y las medidas de prevención.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	En estos casos, además de respetar los preceptos apuntados en las anteriores cuestiones, debe cumplirse lo dispuesto en el RD 665/1997 y modificaciones.
19. Los residuos producidos en la limpieza y recogida de derrames de productos nocivos y tóxicos se tratan y eliminan de forma controlada.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Los residuos deben clasificarse y eliminarse de acuerdo con la legislación sobre residuos.
20. Se ha previsto la frecuencia y alcance, con los que se procederá a la revisión de la evaluación de los riesgos debidos a AQP.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe establecerse dicha periodicidad tal como se indica en el RD 374/2001.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Más de 6 consideraciones deficientes.	2, 3, 4, 17, 18, 19, 20	5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES			
<b>10. AGENTES QUÍMICOS. EXPOSICIÓN</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="FACHADA"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/>
		Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por	<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. Existen en la empresa Agentes Químicos Peligrosos (AQP), tal como los define el RD 374/2001.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Passar a otro cuestionario
2. Si están contenidos en recipientes, éstos están debidamente etiquetados y se conserva esa señalización durante su uso.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Deben clasificarse y señalizarse según se establece en la reglamentación vigente.
3. Se informa a los trabajadores sobre los riesgos que comporta el trabajo con AQP.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Los trabajadores deben recibir formación e información adecuada respecto a los riesgos derivados de la presencia de AQP en su trabajo.
4. Se han aplicado los principios de prevención para la reducción de los riesgos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Deben, necesariamente, aplicarse los principios generales de prevención que se exponen en el artículo 4 del RD 374/2001.
5. Teniendo en cuenta la peligrosidad del AQP, la cantidad de éste y las condiciones de trabajo, se puede considerar el riesgo leve.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Si la información disponible sobre los riesgos del AQP lleva a la conclusión de riesgo no leve, pase a la cuestión siguiente; si es leve, pase a la cuestión 20.
6. Alguno de los AQP es tóxico o nocivo por inhalación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Passar a la cuestión 11
7. Se han iniciado gestiones para sustituir el AQP, o se trabaja en proceso cerrado o de forma que no existe contacto con él, o se reduce lo máximo posible.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Son prioritarias las acciones encaminadas a la eliminación o reducción en lo posible del riesgo por AQP, tal como indica el artículo 5 del RD 374/2001.
8. Se dispone de sistemas eficaces de extracción localizada y ventilación general forzada.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Se debe disponer de sistemas de extracción localizada y de ventilación general forzada, que reduzcan eficazmente la concentración ambiental de AQP.
9. Se utilizan EPI respiratoria, en exposiciones ocasionales o en operaciones de corta duración, o cuando son insuficientes otro tipo de medidas colectivas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	La utilización de EPI está permitida en las condiciones mencionadas y con los requisitos que establecen el RD 1407/1992 y el RD 773/1997.
10. Se han realizado mediciones de la concentración ambiental del AQP.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Deben realizarse dichas mediciones ambientales; previa o posteriormente, según sea su finalidad.
11. Alguna de las sustancias es tóxica o nociva por contacto con la piel.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Passar a la cuestión 14
12. Se utilizan guantes y ropas impermeables a las sustancias con las que puede haber contacto dérmico.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Debe proveerse a las personas expuestas de este tipo de protección individual debidamente certificada.
13. Se sustituye la ropa de trabajo y se procede a la limpieza de la piel a medida cuando se impregna de este tipo de sustancias contaminantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Debe sustituirse la ropa y limpiar de forma inmediata la piel impregnada.
14. Se procede a la recogida de derrames de sustancias tóxicas o nocivas cuando se producen, y con la protección individual adecuada.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Deben eliminarse lo antes posible utilizando medios adecuados para ello y protección individual dérmica y respiratoria en su caso.

15. Se procede a la limpieza de los puestos de trabajo después de cada turno y periódicamente de los locales.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es necesario realizar este tipo de limpieza.
16. Se procede al mantenimiento de las instalaciones de ventilación.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe organizarse y llevarse a cabo este mantenimiento preventivo.
17. Se lleva a cabo la vigilancia de la salud sobre los trabajadores expuestos, cuando ésta es obligatoria.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La vigilancia de la salud es un requisito obligatorio, cuando así se presente en una normativa específica o cuando lo disponga en el RD 374/2001.
18. Si alguno de los AQ que se manipulan es cancerígeno, mutágeno o tóxico para la reproducción, se incrementan los controles y las medidas de prevención.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	En estos casos, además de respetar los preceptos apuntados en las anteriores cuestiones, debe cumplirse lo dispuesto en el RD 665/1997 y modificaciones.
19. Los residuos producidos en la limpieza y recogida de derrames de productos nocivos y tóxicos se tratan y eliminan de forma controlada.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Los residuos deben clasificarse y eliminarse de acuerdo con la legislación sobre residuos.
20. Se ha previsto la frecuencia y alcance, con los que se procederá a la revisión de la evaluación de los riesgos debidos a AQP.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe establecerse dicha periodicidad tal como se indica en el RD 374/2001.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Más de 6 consideraciones deficientes.	2, 3, 4, 17, 18, 19, 20	5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS

### 7.5.11 Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a agentes biológicos.

El establecimiento de las condiciones de seguridad en el trabajo a turnos no procede.

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES			
<b>11. AGENTES BIOLÓGICOS</b>		Personas afectadas <input type="text" value="4"/>	
Área de trabajo <input type="text" value="CUBIERTA DEL EDIFICIO"/>		Fecha <input type="text" value="17/01/12"/>	Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por <input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>			
1. El trabajo implica la manipulación de contaminantes biológicos o el contacto con personas, animales o productos que pueden estar infectados.	<input type="text" value="SI"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Passar al siguiente cuestionario.
2. Los trabajadores conocen el grado de peligrosidad de los contaminantes biológicos que "están o pueden estar" presentes en el lugar de trabajo.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	La normativa española clasifica los contaminantes biológicos en cuatro grupos según su peligrosidad y el riesgo de infección.
3. Existen zonas de trabajo diferenciadas que reúnan los requisitos recomendables para manipular los distintos contaminantes biológicos.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	La normativa española establece tres niveles de contención que llevan asociadas una serie de medidas preventivas aplicables.
4. Los procedimientos de trabajo, evitan o minimizan la liberación de agentes biológicos en el lugar de trabajo.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Toda medida aplicable al foco de emisión del contaminante tiene una incidencia significativa en la reducción del riesgo.
5. Se evita la posibilidad de que los trabajadores puedan sufrir cortes, pinchazos, arañazos, mordeduras, etc.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Extremar las medidas de seguridad. Establecer programas de control de plagas.
6. Está establecido y se cumple un programa de gestión de todos los residuos generados en el lugar de trabajo.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Todo programa de gestión de residuos peligrosos debe contemplar la clasificación, señalización, y tratamiento de los mismos.
7. Está establecido y se cumple un programa para la limpieza, desinfección y desinactivación de los locales.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Se debe establecer. La utilización de materiales lisos, impermeables y resistentes a los productos empleados, facilita esta tarea.
8. Los trabajadores reciben vacunación específica expuestos a estos riesgos o los animales.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Siempre que se disponga de vacunas eficaces y los trabajadores lo deseen, se debe contemplar la aplicación de las mismas.
9. Los trabajadores tienen, usan y conocen las características de los equipos de protección individual en las operaciones que las requieran.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	El empresario es el responsable de proporcionar las prendas y equipos de protección individual y controlar su correcta utilización.
10. Todos los trabajadores expuestos reciben formación adecuada a sus responsabilidades, que les permita desarrollar sus tareas correctamente.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Para la prevención de riesgos es fundamental conocerlos. Planifique acciones formativas a todos los niveles.
11. Se dispone de suficientes instalaciones sanitarias (lavabos, duchas, vestuarios, etc.) y de áreas de descanso (comedor, zona de fumadores, etc.).	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Debe mejorar esta situación.
12. Está definido un protocolo de primeros auxilios y disponen de medios para llevarlo a cabo.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Contemple esta posibilidad y cuide de su mantenimiento.
13. Está establecido un plan de emergencia que haga frente a accidentes en los que están implicados los agentes biológicos.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Contemple esta posibilidad. Según la peligrosidad del agente biológico, se puede generar un grave peligro para la comunidad.

<b>CRITERIOS DE VALORACIÓN</b>				
<b>MUY DEFICIENTE</b>	<b>DEFICIENTE</b>	<b>MEJORABLE</b>		
Cuatro o más respuestas consideradas deficientes.	2, 4, 5, 9, 10, 11, 13.	3, 6, 7, 8, 12.		
<b>RESULTADO DE LA VALORACIÓN</b>				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS</b>				

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES			
<b>11. AGENTES BIOLÓGICOS</b>		Personas afectadas	2
Área de trabajo	SALA DE ACUMULACION ACS	Fecha	17/01/12
		Fecha próxima revisión	17/02/12
Cumplimentado por D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO			
1. El trabajo implica la manipulación de contaminantes biológicos o el contacto con personas, animales o productos que pueden estar infectados.	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasar al siguiente cuestionario.
2. Los trabajadores conocen el grado de peligrosidad de los contaminantes biológicos que están o pueden estar presentes en el lugar de trabajo.	SI	NO	La normativa española clasifica los contaminantes biológicos en cuatro grupos según su peligrosidad y el riesgo de infección.
3. Existen zonas de trabajo diferenciadas que reúnan los requisitos recomendables para manipular los distintos contaminantes biológicos.	SI	NO	La normativa española establece tres niveles de contención que llevan asociadas una serie de medidas preventivas aplicables.
4. Los procedimientos de trabajo, evitan o minimizan la liberación de agentes biológicos en el lugar de trabajo.	SI	NO	Toda medida aplicable al foco de emisión del contaminante tiene una incidencia significativa en la reducción del riesgo.
5. Se evita la posibilidad de que los trabajadores puedan sufrir cortes, pinchazos, arañazos, mordeduras, etc.	SI	NO	Extremar las medidas de seguridad. Establecer programas de control de plagas.
6. Está establecido y se cumple un programa de gestión de todos los residuos generados en el lugar de trabajo.	SI	NO	Todo programa de gestión de residuos peligrosos debe contemplar la clasificación, señalización, y tratamiento de los mismos.
7. Está establecido y se cumple un programa para la limpieza, desinfección y desinsectación de los locales.	SI	NO	Se debe establecer. La utilización de materiales lisos, impermeables y resistentes a los productos empleados, facilita esta tarea.
8. Los trabajadores reciben vacunación específica expuestos a estos riesgos o los animales.	SI	NO	Siempre que se disponga de vacunas eficaces y los trabajadores lo deseen, se debe contemplar la aplicación de las mismas.
9. Los trabajadores tienen, usan y conocen las características de los equipos de protección individual en las operaciones que las requieran.	SI	NO	El empresario es el responsable de proporcionar las prendas y equipos de protección individual y controlar su correcta utilización.
10. Todos los trabajadores expuestos reciben formación adecuada a sus responsabilidades, que les permita desarrollar sus tareas correctamente.	SI	NO	Para la prevención de riesgos es fundamental conocerlos. Planifique acciones formativas a todos los niveles.
11. Se dispone de suficientes instalaciones sanitarias (lavabos, duchas, vestuarios, etc.) y de áreas de descanso (comedor, zona de fumadores, etc.).	SI	NO	Debe mejorar esta situación.
12. Está definido un protocolo de primeros auxilios y disponen de medios para llevarlo a cabo.	SI	NO	Contemple esta posibilidad y cuide de su mantenimiento.
13. Está establecido un plan de emergencia que haga frente a accidentes en los que están implicados los agentes biológicos.	SI	NO	Contemple esta posibilidad. Según la peligrosidad del agente biológico, se puede generar un grave peligro para la comunidad.

<b>CRITERIOS DE VALORACIÓN</b>				
<b>MUY DEFICIENTE</b>	<b>DEFICIENTE</b>	<b>MEJORABLE</b>		
Cuatro o más respuestas consideradas deficientes.	2, 4, 5, 9, 10, 11, 13.	3, 6, 7, 8, 12.		
<b>RESULTADO DE LA VALORACIÓN</b>				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS</b>				

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES			
<b>11. AGENTES BIOLÓGICOS</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="FACHADA"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/>
		Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por	<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. El trabajo implica la manipulación de contaminantes biológicos o el contacto con personas, animales o productos que pueden estar infectados.	<input type="text" value="SI"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Pasar al siguiente cuestionario.
2. Los trabajadores conocen el grado de peligrosidad de los contaminantes biológicos que "están o pueden estar" presentes en el lugar de trabajo.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	La normativa española clasifica los contaminantes biológicos en cuatro grupos según su peligrosidad y el riesgo de infección.
3. Existen zonas de trabajo diferenciadas que reúnan los requisitos recomendables para manipular los distintos contaminantes biológicos.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	La normativa española establece tres niveles de contención que llevan asociadas una serie de medidas preventivas aplicables.
4. Los procedimientos de trabajo, evitan o minimizan la liberación de agentes biológicos en el lugar de trabajo.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Toda medida aplicable al foco de emisión del contaminante tiene una incidencia significativa en la reducción del riesgo.
5. Se evita la posibilidad de que los trabajadores puedan sufrir cortes, pinchazos, arañazos, mordeduras, etc.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Extremar las medidas de seguridad. Establecer programas de control de plagas.
6. Está establecido y se cumple un programa de gestión de todos los residuos generados en el lugar de trabajo.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Todo programa de gestión de residuos peligrosos debe contemplar la clasificación, señalización, y tratamiento de los mismos.
7. Está establecido y se cumple un programa para la limpieza, desinfección y desinsectación de los locales.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Se debe establecer. La utilización de materiales lisos, impermeables y resistentes a los productos empleados, facilita esta tarea.
8. Los trabajadores reciben vacunación específica expuestos a estos riesgos o los animales.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Siempre que se disponga de vacunas eficaces y los trabajadores lo deseen, se debe contemplar la aplicación de las mismas.
9. Los trabajadores tienen, usan y conocen las características de los equipos de protección individual en las operaciones que las requieran.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	El empresario es el responsable de proporcionar las prendas y equipos de protección individual y controlar su correcta utilización.
10. Todos los trabajadores expuestos reciben formación adecuada a sus responsabilidades, que les permita desarrollar sus tareas correctamente.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Para la prevención de riesgos es fundamental conocerlos. Planifique acciones formativas a todos los niveles.
11. Se dispone de suficientes instalaciones sanitarias (lavabos, duchas, vestuarios, etc.) y de áreas de descanso (comedor, zona de fumadores, etc.).	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Debe mejorar esta situación.
12. Está definido un protocolo de primeros auxilios y disponen de medios para llevarlo a cabo.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Contemple esta posibilidad y cuide de su mantenimiento.
13. Está establecido un plan de emergencia que haga frente a accidentes en los que están implicados los agentes biológicos.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Contemple esta posibilidad. Según la peligrosidad del agente biológico, se puede generar un grave peligro para la comunidad.

<b>CRITERIOS DE VALORACIÓN</b>				
<b>MUY DEFICIENTE</b>	<b>DEFICIENTE</b>	<b>MEJORABLE</b>		
Cuatro o más respuestas consideradas deficientes.	2, 4, 5, 9, 10, 11, 13.	3, 6, 7, 8, 12.		
<b>RESULTADO DE LA VALORACIÓN</b>				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS</b>				

### **7.5.12 Establecimiento de las condiciones de seguridad en la ventilación y climatización.**

**En los trabajos realizados en la cubierta del edificio y en la fachada al tratarse de zonas exteriores no es necesario estudiar la ventilación. Sin embargo en la “Sala de acumulación de ACS” al tratarse de un local cerrado sí.**

**La “Sala de acumulación de ACS” presentará ventilación natural. Dicha ventilación se consigue con un hueco en la parte superior del paramento vertical que comunica con el exterior de 225 cm<sup>2</sup> y una rejilla de ventilación en la parte inferior de la puerta de doble hoja que comunica con el exterior de 0,2 m<sup>2</sup>.**

La renovación del aire en cualquier local es necesaria para reponer el oxígeno y evacuar los subproductos generados por la actividad humana o por el proceso productivo, tales como el anhídrido carbónico, el exceso de vapor de agua, los olores desagradables u otros agentes contaminantes.

El término “ventilación” es sinónimo de renovación del aire, es decir, del cambio de aire viciado o contaminado por aire limpio que procede generalmente del exterior. Para medir o especificar la ventilación de un recinto hay que indicar el volumen de aire que se renueva por unidad de tiempo en . Lo más común es referir el volumen de aire de renovación por ocupante y unidad de tiempo (cociente entre el caudal de aire exterior y el número de ocupantes del local) o por unidad de superficie y unidad de tiempo (cociente entre el caudal de aire exterior y los metros cuadrados de superficie del local).

La ventilación de un local puede ser natural o forzada. Se habla de ventilación natural cuando no hay aporte de energía artificial para lograr la renovación del aire. Comúnmente, la ventilación natural se consigue dejando aberturas en el local (puertas, ventanas, lucernarios, etc.), que comunican con el ambiente exterior. La ventilación forzada utiliza ventiladores para conseguir la renovación.

En el caso de la ventilación natural, las diferencias de temperatura entre el exterior y el interior y los efectos del viento son el origen de las fuerzas que ocasionan el movimiento del aire necesario para lograr la ventilación. En general, la ventilación natural es suficiente cuando en el local no hay más focos de contaminación que las personas que lo ocupan.

Su principal inconveniente es la dificultad de regulación, ya que la tasa de renovación en cada momento depende de las condiciones climatológicas y de la superficie de las aberturas de comunicación con el exterior.

Existen normas y recomendaciones técnicas que indican valores de tasas de ventilación en función del uso del local o de su ocupación. Generalmente, dichos valores están pensados para mantener la calidad del aire de los locales y evitar el ambiente viciado y los olores desagradables. El Reglamento de Lugares de Trabajo (RD 486/1997) establece que la renovación mínima del aire en los locales de trabajo será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco, y de 50 metros cúbicos por hora y trabajador en los demás casos a fin de evitar el aire viciado y los olores desagradables.

Por otra parte, el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RD 1751/1998, RITE) contiene recomendaciones sobre las tasas de ventilación necesarias para distintos locales destinados, fundamentalmente, a usos de tipo no industrial, por ejemplo: restaurantes, aulas, oficinas, hospitales, gimnasios. Es preciso tener presente que se deben cumplir ambos reglamentos, y que las tasas de ventilación exigidas son valores mínimos, por lo que dichos valores no aseguran la ausencia de contaminación en cualquier circunstancia. Ante la necesidad de controlar la presencia de agentes químicos procedentes de un proceso productivo, se deberá valorar la idoneidad de la ventilación general como técnica de prevención y, en su caso, proceder al cálculo del caudal de aire necesario para reducir la concentración del agente químico hasta niveles aceptables.

En la instalación bajo estudio se da el caso de extracción localizada en concreto en la extracción de humos de la caldera.

La extracción localizada es un caso particular de ventilación, cuyo objeto es captar los humos, polvo, vapores, etc. lo más cerca posible de su punto de generación, evitando su dispersión en el ambiente. El RD 374/2001 cita la ventilación como una medida específica de prevención y protección contra los riesgos derivados de la exposición a agentes químicos. Dadas las limitaciones de la ventilación general anteriormente comentadas, la extracción localizada es la técnica de ventilación recomendable para el control de la contaminación por agentes químicos en los puestos de trabajo.

Los sistemas de extracción localizada constan de cuatro elementos principales: la campana por la que son efectivamente captados los contaminantes, el conducto, el depurador y el ventilador (extractor) que proporciona la energía para la circulación del aire.

La eficacia de un sistema de extracción localizada consiste en su capacidad para producir una corriente de aire suficientemente elevada en los puntos de generación del contaminante. Esto se consigue con el diseño, distancia y adaptación de la campana al foco de generación, así como eligiendo el ventilador adecuado. Como toda instalación, un sistema de extracción localizada necesita un mantenimiento, que debe incluir la revisión periódica de las campanas, la comprobación del caudal de extracción y la limpieza de los conductos y filtros.

En las zonas de trabajo exteriores no tiene sentido hablar de climatización. Tan solo en la “Sala de Acumulación de ACS” tendría sentido hablar de climatización. Sin embargo al tratarse de un local técnico de acceso restringido se opta por no climatizarlo y simplemente se aumentará la tasa de renovación de aire mínima exigida por la normativa en la zona.

El establecimiento de las condiciones de seguridad en ventilación y climatización del lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

RD 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. INSHT.

Orden de 16.7.81 (Ministerio de Presidencia). Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria. IT.IC.02: Exigencias ambientales y de confortabilidad.

RD1751/1998 Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).

Norma UNE 100-011. Climatización: Ventilación para una calidad del aire aceptable en los locales.

Norma UNE 100-030 INSTALACIÓN Prevención de la Legionela en instalaciones de edificios.

Norma UNE-EN-ISO 7730 Ambientes térmicos moderados. Determinación de los índices PMV y PPD y especificaciones para las condiciones de bienestar térmico.

RD 374/2001 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES			
<b>12. VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="4"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="CUBIERTA DEL EDIFICIO"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/>
		Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por		<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>	
1. Se utilizan sustancias químicas tóxicas o nocivas, o existen focos de generación de contaminantes (polvo, humo, nieblas, gases o vapores).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pase a la cuestión 12.
2. Se han instalado extracciones localizadas en las zonas o puntos donde se puede producir la generación y dispersión de contaminantes ambientales.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Es necesario instalar extracciones localizadas en los puntos de generación de contaminantes. Cumplimentar cuestionarios 9 y 10.
3. Estas extracciones disponen de campanas de captación de forma y tamaño adecuados a las características de los focos de generación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Las campanas deben encerrar todo lo posible el foco de generación, o bien encontrarse muy cerca del mismo.
4. Se han adoptado precauciones para evitar corrientes de aire transversales que puedan afectar a los sistemas de extracción localizada.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Las corrientes de aire transversales que puedan afectar al funcionamiento de los sistemas de extracción localizada deben evitarse.
5. Se comprueba periódicamente el funcionamiento de los sistemas de extracción localizada.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Comprobar periódicamente el caudal, la velocidad del aire en las campanas y la presión estática en la garganta de las campanas. Como mínimo, visualizar el flujo de aire mediante tubos de humo.
6. El caudal del sistema de extracción localizada es suficiente para capturar los contaminantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El ventilador debe suministrar un caudal suficiente para conseguir la captura de los contaminantes venciendo las pérdidas de carga.
7. Se lleva a cabo una limpieza y un mantenimiento periódico de los elementos de la instalación de extracción localizada.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Es necesario el mantenimiento y limpieza de todos los componentes (campanas, conductos, depurador y ventilador).
8. Se comprueba por inspección visual la integridad física de los elementos del sistema.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No deben existir grietas, roturas, abolladuras, tubos desconectados, bridas sueltas, etc.
9. Se miden periódicamente las emisiones atmosféricas de los sistemas de extracción localizada para verificar el cumplimiento de lo legislado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Es preciso comprobar que las emisiones atmosféricas respeten las limitaciones impuestas por la reglamentación.
10. Los sistemas de extracción tiene depuradores o filtros.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Pase a la cuestión 12
11. Se realiza una adecuada gestión de los residuos recogidos y/o generados en la limpieza y mantenimiento de los elementos de depuración.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La legislación sobre residuos requiere la caracterización previa de los residuos para proceder a su tratamiento y eliminación.
12. Se dispone de un sistema de ventilación general (natural o forzada) de los locales de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Independientemente de la actividad laboral que se realice o de la existencia de elementos de extracción localizada, los locales de trabajo deben disponer de ventilación.
13. En todos los locales hay suministro de aire limpio y extracción de aire viciado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Para que el sistema de ventilación funcione correctamente estos dos aspectos deben asegurarse en todos y cada uno de los locales en los que se haya compartimentado el lugar de trabajo.
14. Se ha comprobado, mediante medición, que el sistema proporciona los caudales de aire exterior mínimos exigidos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ver Anexo III del RD 485/1997 sobre lugares de trabajo y el RD 1751/1998 Reglamento de instalaciones térmicas en edificios.

15. Es posible regular el sistema de modo que en todo momento (para toda actividad y/o nivel de ocupación) proporcione la ventilación necesaria.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	El uso de la ventilación general para reducir la presencia de agentes contaminantes en el ambiente requiere cálculos específicos.
16. El número de elementos para el suministro y extracción de aire, así como su distribución, permiten asegurar la eficacia del sistema de ventilación.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	La carencia de alguno de estos elementos o un número insuficiente y/o una inadecuada distribución puede favorecer la creación de zonas mal ventiladas.
17. Las tomas de aire exterior se encuentran suficientemente alejadas de los puntos de descarga del aire contaminado.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	La situación de la entrada de aire exterior debe estar alejada de los puntos de descarga para evitar el reintroducción de los contaminantes al local.
18. Se dispone de sistemas (independientes o integrados en el sistema de ventilación) para la climatización de los locales.	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	El RD 480/1997 establece los intervalos de temperatura, humedad relativa y velocidad de aire, que permiten evitar los riesgos para la seguridad y salud de las personas.
19. El programa de mantenimiento de la instalación incluye las operaciones de limpieza del equipo y sustitución de filtros.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	La limpieza de los equipos es fundamental, puesto que contribuye a evitar la formación de focos de contaminación y su dispersión.
20. Se realiza, si existen, el mantenimiento preventivo de instalaciones tales como los humidificadores o las torres de refrigeración.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	El mantenimiento preventivo (limpieza y desinfección) de estos equipos es fundamental para evitar la formación de focos de contaminación microbiológica.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Más de tres deficientes	2, 3, 6, 11, 12.	4, 5, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES		
<b>12. VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN</b>		Personas afectadas <input type="text" value="2"/>
Área de trabajo <input type="text" value="SALA DE ACUMULACIÓN ACS"/>	Fecha <input type="text" value="17/01/12"/>	Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por <input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. Se utilizan sustancias químicas tóxicas o nocivas, o existen focos de generación de contaminantes (polvo, humo, nieblas, gases o vapores).	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO <input type="text" value="Pase a la cuestión 12."/>
2. Se han instalado extracciones localizadas en las zonas o puntos donde se puede producir la generación y dispersión de contaminantes ambientales.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text" value="Es necesario instalar extracciones localizadas en los puntos de generación de contaminantes. Cumplimentar cuestionarios 9 y 10."/>
3. Estas extracciones disponen de campanas de captación de forma y tamaño adecuados a las características de los focos de generación.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text" value="Las campanas deben encerrar todo lo posible el foco de generación, o bien encontrarse muy cerca del mismo."/>
4. Se han adoptado precauciones para evitar corrientes de aire transversales que puedan afectar a los sistemas de extracción localizada.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text" value="Las corrientes de aire transversales que puedan afectar al funcionamiento de los sistemas de extracción localizada deben evitarse."/>
5. Se comprueba periódicamente el funcionamiento de los sistemas de extracción localizada.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text" value="Comprobar periódicamente el caudal, la velocidad del aire en las campanas y la presión estática en la garganta de las campanas. Como mínimo, visualizar el flujo de aire mediante tubos de humo."/>
6. El caudal del sistema de extracción localizada es suficiente para capturar los contaminantes.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text" value="El ventilador debe suministrar un caudal suficiente para conseguir la captura de los contaminantes evitando las pérdidas de carga."/>
7. Se lleva a cabo una limpieza y un mantenimiento periódicos de los elementos de la instalación de extracción localizada.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text" value="Es necesario el mantenimiento y limpieza de todos los componentes (campanas, conductos, depurador y ventilador)."/>
8. Se comprueba por inspección visual la integridad física de los elementos del sistema.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text" value="No deben existir grietas, roturas, abolladuras, tubos desconectados, bridas sueltas, etc."/>
9. Se miden periódicamente las emisiones atmosféricas de los sistemas de extracción localizada para verificar el cumplimiento de lo legislado.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text" value="Es preciso comprobar que las emisiones atmosféricas respeten las limitaciones impuestas por la reglamentación."/>
10. Los sistemas de extracción tiene depuradores o filtros.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="text" value="Pase a la cuestión 12."/>
11. Se realiza una adecuada gestión de los residuos recogidos y/o generados en la limpieza y mantenimiento de los elementos de depuración.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="text" value="La legislación sobre residuos requiere la caracterización previa de los residuos para proceder a su tratamiento y eliminación."/>
12. Se dispone de un sistema de ventilación general (natural o forzada) de los locales de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text" value="Independientemente de la actividad laboral que se realice o de la existencia de elementos de extracción localizada, los locales de trabajo deben disponer de ventilación."/>
13. En todos los locales hay suministro de aire limpio y extracción de aire viciado.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text" value="Para que el sistema de ventilación funcione correctamente estos dos aspectos deben asegurarse en todos y cada uno de los locales en los que se haya compartimentado el lugar de trabajo."/>
14. Se ha comprobado, mediante medición, que el sistema proporciona los caudales de aire exterior mínimos exigidos.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text" value="Ver Anexo III del RD 485/1997 sobre lugares de trabajo y el RD 1751/1998 Reglamento de instalaciones térmicas en edificios."/>

15. Es posible regular el sistema de modo que en todo momento (para toda actividad y/o nivel de ocupación) proporcione la ventilación necesaria.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	El uso de la ventilación general para reducir la presencia de agentes contaminantes en el ambiente requiere cálculos específicos.
16. El número de elementos para el suministro y extracción de aire, así como su distribución, permiten asegurar la eficacia del sistema de ventilación.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	La carencia de alguno de estos elementos o un número insuficiente y/o una inadecuada distribución puede favorecer la creación de zonas mal ventiladas.
17. Las tomas de aire exterior se encuentran suficientemente alejadas de los puntos de descarga del aire contaminado.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	La situación de la entrada de aire exterior debe estar alejada de los puntos de descarga para evitar el reintroducción de los contaminantes al local.
18. Se dispone de sistemas (independientes o integrados en el sistema de ventilación) para la climatización de los locales.	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	El RD 485/1997 establece los intervalos de temperatura, humedad relativa y velocidad de aire, que permiten evitar los riesgos para la seguridad y salud de las personas.
19. El programa de mantenimiento de la instalación incluye las operaciones de limpieza del equipo y sustitución de filtros.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	La limpieza de los equipos es fundamental, puesto que contribuye a evitar la formación de focos de contaminación y su dispersión.
20. Se realiza, si existen, el mantenimiento preventivo de instalaciones tales como los humidificadores o las torres de refrigeración.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	El mantenimiento preventivo (limpieza y desinfección) de estos equipos es fundamental para evitar la formación de focos de contaminación microbiológica.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Más de tres deficientes	2, 3, 6, 11, 12.	4, 5, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DE TECTADAS

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES		
<b>12. VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN</b>	Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="FACHADA"/>	Fecha <input type="text" value="17/01/12"/> Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por	<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>	
1. Se utilizan sustancias químicas tóxicas o nocivas, o existen focos de generación de contaminantes (polvo, humo, nieblas, gases o vapores).	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO Pase a la cuestión 12.
2. Se han instalado extracciones localizadas en las zonas o puntos donde se puede producir la generación y dispersión de contaminantes ambientales.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO Es necesario instalar extracciones localizadas en los puntos de generación de contaminantes. Cumplimentar cuestionarios 9 y 10.
3. Estas extracciones disponen de campanas de captación de forma y tamaño adecuados a las características de los focos de generación.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO Las campanas deben encerrar todo lo posible el foco de generación, o bien encontrarse muy cerca del mismo.
4. Se han adoptado precauciones para evitar corrientes de aire transversales que puedan afectar a los sistemas de extracción localizada.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO Las corrientes de aire transversales que puedan afectar al funcionamiento de los sistemas de extracción localizada deben evitarse.
5. Se comprueba periódicamente el funcionamiento de los sistemas de extracción localizada.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO Comprobar periódicamente el caudal, la velocidad del aire en las campanas y la presión estática en la garganta de las campanas. Como mínimo, visualizar el flujo de aire mediante tubos de humo.
6. El caudal del sistema de extracción localizada es suficiente para capturar los contaminantes.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO El ventilador debe suministrar un caudal suficiente para conseguir la captura de los contaminantes evitando las pérdidas de carga.
7. Se lleva a cabo una limpieza y un mantenimiento periódicos de los elementos de la instalación de extracción localizada.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO Es necesario el mantenimiento y limpieza de todos los componentes (campanas, conductos, depurador y ventilador).
8. Se comprueba por inspección visual la integridad física de los elementos del sistema.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO No deben existir grietas, roturas, abolladuras, tubos desconectados, bridas sueltas, etc.
9. Se miden periódicamente las emisiones atmosféricas de los sistemas de extracción localizada para verificar el cumplimiento de lo legislado.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO Es preciso comprobar que las emisiones atmosféricas respeten las limitaciones impuestas por la reglamentación.
10. Los sistemas de extracción tiene depuradores o filtros.	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO Pase a la cuestión 12
11. Se realiza una adecuada gestión de los residuos recogidos y/o generados en la limpieza y mantenimiento de los elementos de depuración.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO La legislación sobre residuos requiere la caracterización previa de los residuos para proceder a su tratamiento y eliminación.
12. Se dispone de un sistema de ventilación general (natural o forzada) de los locales de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO Independientemente de la actividad laboral que se realice o de la existencia de elementos de extracción localizada, los locales de trabajo deben disponer de ventilación.
13. En todos los locales hay suministro de aire limpio y extracción de aire viciado.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO Para que el sistema de ventilación funcione correctamente estos dos aspectos deben asegurarse en todos y cada uno de los locales en los que se haya compartimentado el lugar de trabajo.
14. Se ha comprobado, mediante medición, que el sistema proporciona los caudales de aire exterior mínimos exigidos.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO Ver Anexo III del RD 486/1997 sobre lugares de trabajo y el RD 1751/1998 Reglamento de instalaciones térmicas en edificios.

15. Es posible regular el sistema de modo que en todo momento (para toda actividad y/o nivel de ocupación) proporcione la ventilación necesaria.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	El uso de la ventilación general para reducir la presencia de agentes contaminantes en el ambiente requiere cálculos específicos.
16. El número de elementos para el suministro y extracción de aire, así como su distribución, permiten asegurar la eficacia del sistema de ventilación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	La carencia de alguno de estos elementos o un número insuficiente y/o una inadecuada distribución puede favorecer la creación de zonas mal ventiladas.
17. Las tomas de aire exterior se encuentran suficientemente alejadas de los puntos de descarga del aire contaminado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	La situación de la entrada de aire exterior debe estar alejada de los puntos de descarga para evitar el reintroducción de los contaminantes al local.
18. Se dispone de sistemas (independientes o integrados en el sistema de ventilación) para la climatización de los locales.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	El RD 480/1997 establece los intervalos de temperatura, humedad relativa y velocidad de aire, que permiten evitar los riesgos para la seguridad y salud de las personas.
19. El programa de mantenimiento de la instalación incluye las operaciones de limpieza del equipo y sustitución de filtros.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	La limpieza de los equipos es fundamental, puesto que contribuye a evitar la formación de focos de contaminación y su dispersión.
20. Se realiza, si existen, el mantenimiento preventivo de instalaciones tales como los humidificadores o las torres de refrigeración.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	El mantenimiento preventivo (limpieza y desinfección) de estos equipos es fundamental para evitar la formación de focos de contaminación microbiológica.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Más de tres deficientes	2, 3, 6, 11, 12.	4, 5, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS

### **7.5.13 Establecimiento de las condiciones de seguridad frente al ruido.**

La prevención de la pérdida de audición implica la disminución del  $L_{Aeq,d}$  por debajo de 80 dBA.

Esto se consigue a través de medidas operativas (encerramiento de las fuentes de ruido, colocación de barreras acústicas, aumentando la absorción de paredes y techos, etc.) o disminuyendo el tiempo de exposición al ruido.

Cuando nada de esto es posible o es insuficiente, se recurre a los protectores personales. Éstos deben poseer la correspondiente certificación que garantiza una atenuación adecuada y calidad de fabricación, según Normas Armonizadas.

Los puestos de trabajo cuyo  $L_{Aeq,d}$  supere los 80 dBA deben, además, ser sometidos periódicamente a nuevas mediciones. Así mismo, deben llevarse a cabo audiometrías a los trabajadores expuestos a esas condiciones. La audiometría consiste en someter al individuo a diferentes tipos de ruido (diferentes frecuencias) y analizar la percepción que tiene de ellos, para detectar posibles pérdidas auditivas. En nuestro país el RD 1316/1989 regula las actuaciones cuando el  $L_{Aeq,d}$  supera 80 dBA, fijando un  $L_{Aeq,d}$  máximo de 90 dBA.

La legislación actual no contempla situaciones de disconfort por ruido, ya que se orienta en principio a prevenir la hipoacusia. Para evitar situaciones de disconfort y prevenir otro tipo de efectos del ruido se recomienda no sobrepasar 65 dBA en trabajos que requieran un mínimo de concentración mental. No obstante, el estudio de las frecuencias predominantes y del tipo de tarea que se va a realizar es necesario para conocer los niveles de ruido deseables y evitar molestias durante el trabajo.

El cuestionario correspondiente al ruido está basado en el cumplimiento de los principales requisitos que dispone el RD 1316/1989 intentando discriminar, desde el principio, la necesidad o no de su aplicación.

El establecimiento de las condiciones de seguridad en ventilación y climatización del lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

RD 1316/1989, sobre la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido)

UNE EN ISO 4869 Acústica. Protectores auditivos contra el ruido. Parte 2: Estimación de los niveles efectivos de presión sonora ponderados A cuando se utilizan protectores auditivos. AENOR 1996

ISO 9612 Acoustics-Guidelines for the measurement and assessment of exposure noise working environment-1997.

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES			
<b>13. RUIDO</b>	Personas afectadas	<input type="text" value="4"/>	
Área de trabajo	<input type="text" value="CUBIERTA DEL EDIFICIO"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/> Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por	<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. El ruido en el ambiente de trabajo produce molestias, ocasional o habitualmente.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Si no hay cambios en el proceso, puede ser que no existan deficiencias, no obstante aplique el cuestionario.
2. El ruido obliga continuamente a elevar la voz a dos personas que conversen a medio metro de distancia.	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Probablemente, el ruido existente no genera riesgo de pérdida auditiva, no obstante debe conocer y aplicar el RD 1315/1989.
3. Se han realizado mediciones iniciales de ruido, según se establece en el RD 1315/1989.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Debe efectuarse mediciones de ruido, según indica el RD mencionado.
4. El nivel de ruido en los puntos referidos es mayor de 80 dBA de promedio diario.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Puede mejorarse el confort acústico. Deben planificar la adecuación de medidas, disminuir los niveles de ruido y eliminar quejas.
5. Se realizan mediciones de ruido con la periodicidad y condiciones que se indican en el RD 1315/1989.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Debe aplicarse el RD 1315/1989, en lo que se refiere a mediciones periódicas. Dicha periodicidad depende del nivel de ruido existente.
6. Se llevan a cabo reconocimientos médicos específicos a las personas expuestas a ruido según lo indicado en el RD 1315/1989.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Deben realizarse reconocimientos médicos periódicos, como indica la mencionada legislación.
7. Se suministran y utilizan protectores auditivos a las personas expuestas a ruido, tal como se indica en el RD 1315/1989.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Deben utilizarse protectores auditivos adecuados al tipo de ruido existente.
8. Se ha planificado la adecuación de medidas preventivas tendentes a la reducción del ruido.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Deben establecerse medidas preventivas para disminuir los niveles de ruido existentes siguiendo las pautas indicadas en el RD 1315/1989.

<b>CRITERIOS DE VALORACIÓN</b>				
<b>MUY DEFICIENTE</b>	<b>DEFICIENTE</b>	<b>MEJORABLE</b>		
Tres o más deficientes.	3, 5, 6, 7, 8	4		
<b>RESULTADO DE LA VALORACIÓN</b>				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DE TECTADAS</b>				

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES			
<b>13. RUIDO</b>	Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>	
Área de trabajo	<input type="text" value="SALA DE ACUMULACIÓN ACS"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/>
		Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por	<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. El ruido en el ambiente de trabajo produce molestias, ocasional o habitualmente.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Si no hay cambios en el proceso, puede ser que no existan deficiencias, no obstante aplique el cuestionario.
2. El ruido obliga continuamente a elevar la voz a dos personas que conversen a medio metro de distancia.	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Probablemente, el ruido existente no genera riesgo de pérdida auditiva, no obstante debe conocer y aplicar el RD 1315/1989.
3. Se han realizado mediciones iniciales de ruido, según se establece en el RD 1315/1989.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Debe efectuarse mediciones de ruido, según indica el RD mencionado.
4. El nivel de ruido en los puntos referidos es mayor de 80 dBA de promedio diario.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Puede mejorarse el confort acústico. Deben planificarse la adecuación de medidas, disminuir los niveles de ruido y eliminar quejas.
5. Se realizan mediciones de ruido con la periodicidad y condiciones que se indican en el RD 1315/1989.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Debe aplicarse el RD 1315/1989, en lo que se refiere a mediciones periódicas. Dicha periodicidad depende del nivel de ruido existente.
6. Se llevan a cabo reconocimientos médicos específicos a las personas expuestas a ruido según lo indicado en el RD 1315/1989.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Deben realizarse reconocimientos médicos periódicos, como indica la mencionada legislación.
7. Se suministran y utilizan protectores auditivos a las personas expuestas a ruido, tal como se indica en el RD 1315/1989.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Deben utilizarse protectores auditivos adecuados al tipo de ruido existente.
8. Se ha planificado la adecuación de medidas preventivas tendientes a la reducción del ruido.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Deben establecerse medidas preventivas para disminuir los niveles de ruido existentes siguiendo las pautas indicadas en el RD 1315/1989.

<b>CRITERIOS DE VALORACIÓN</b>				
<b>MUY DEFICIENTE</b>	<b>DEFICIENTE</b>	<b>MEJORABLE</b>		
Tres o más deficientes.	3, 5, 6, 7, 8	4		
<b>RESULTADO DE LA VALORACIÓN</b>				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DE TECTADAS</b>				

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES			
<b>13. RUIDO</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="FACHADA"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/> Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por		<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>	
1. El ruido en el ambiente de trabajo produce molestias, ocasional o habitualmente.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Si no hay cambios en el proceso, puede ser que no existan deficiencias, no obstante aplique el cuestionario.
2. El ruido obliga continuamente a elevar la voz a dos personas que conversen a medio metro de distancia.	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Probablemente, el ruido existente no genera riesgo de pérdida auditiva, no obstante debe conocer y aplicar el RD 1315/1989.
3. Se han realizado mediciones iniciales de ruido, según se establece en el RD 1315/1989.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Debe efectuarse mediciones de ruido, según indica el RD mencionado.
4. El nivel de ruido en los puntos referidos es mayor de 80 dBA de promedio diario.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Puede mejorarse el confort acústico. Debería planificar la adecuación de medidas, disminuir los niveles de ruido y eliminar quejas.
5. Se realizan mediciones de ruido con la periodicidad y condiciones que se indican en el RD 1315/1989.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Debe aplicarse el RD 1315/1989, en lo que se refiere a mediciones periódicas. Dicha periodicidad depende del nivel de ruido existente.
6. Se llevan a cabo reconocimientos médicos específicos a las personas expuestas a ruido según lo indicado en el RD 1315/1989.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Deben realizarse reconocimientos médicos periódicos, como indica la mencionada legislación.
7. Se suministran y utilizan protectores auditivos a las personas expuestas a ruido, tal como se indica en el RD 1315/1989.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Deben utilizarse protectores auditivos adecuados al tipo de ruido existente.
8. Se ha planificado la adecuación de medidas preventivas tendentes a la reducción del ruido.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Deben establecerse medidas preventivas para disminuir los niveles de ruido existentes siguiendo las pautas indicadas en el RD 1315/1989.

<b>CRITERIOS DE VALORACIÓN</b>				
<b>MUY DEFICIENTE</b>	<b>DEFICIENTE</b>	<b>MEJORABLE</b>		
Tres o más deficientes.	3, 5, 6, 7, 8	4		
<b>RESULTADO DE LA VALORACIÓN</b>				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS</b>				

### **7.5.14 Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a las vibraciones.**

La medida de la vibración transmitida al cuerpo se lleva a cabo mediante vibrómetros cuyo diseño tiene en cuenta el punto de contacto entre el elemento vibrante y el cuerpo (empuñadura, asiento o piso). La valoración se suele hacer basándose en lo dispuesto en las normas ISO y UNE que se citan en las que se diferencia entre la vibración mano-brazo y las vibraciones globales.

Para prevenir los efectos de las vibraciones en el cuerpo humano se puede actuar mediante medidas de tipo administrativo y técnico. Las acciones de tipo administrativo tienen como objetivo común la disminución del tiempo diario de exposición a las vibraciones; dentro de este grupo se incluyen acciones tales como la organización del trabajo, el establecimiento de pausas en el trabajo, la rotación de puestos o la modificación de las secuencias de montaje.

Las acciones técnicas tienen como objetivo la disminución de la intensidad de vibración que se transmite al cuerpo humano, bien sea disminuyendo la vibración en su origen, evitando su transmisión hasta el cuerpo bien utilizando equipos de protección personal.

#### **Reducción de la vibración en la fuente**

Normalmente, es el fabricante de las herramientas o el instalador de un equipo el responsable de conseguir que la intensidad de la vibración sea tolerable, también es importante un diseño ergonómico de los asientos y empuñaduras. En algunas circunstancias, es posible modificar una máquina para reducir su nivel de vibración, cambiando la posición de las masas móviles, modificando los puntos de anclaje o las uniones entre los elementos móviles.

**Este tipo de vibraciones se dan en las bombas por ello se emplearán electrobombas que generen un nivel mínimo de vibraciones.**

**También se dan en herramientas como los taladros, las amoladoras... Su empleo no será frecuente pero se adquirirán herramientas que generen un nivel mínimo posible de vibraciones**

#### **Aislamiento de vibraciones**

El uso de aislantes de vibración, tales como muelles o elementos elásticos en los apoyos de las máquinas, masas de inercia, plataformas aisladas del suelo, manguitos absorbentes de vibración en las empuñaduras de las herramientas, asientos montados sobre soportes elásticos, etc. son acciones que, aunque no disminuyen la vibración original, impiden que pueda transmitirse al cuerpo, con lo que se evita el riesgo de daños a la salud.

**Este tipo de vibraciones se dan en las electrobombas por ello se emplearán manguitos antivibratorio en la impulsión y en la aspiración de las mismas.**

**Las abrazaderas de las conducciones serán isofónicas.**

**Este tipo de vibraciones se dan también se dan en herramientas como los taladros, las amoladoras... Su empleo no será frecuente pero se adecuados para los trabajos en los que se vayan a emplear.**

#### **Otras medidas de prevención**

Se realizará un reconocimiento médico específico anual para conocer el estado de afectación de las personas expuestas a vibraciones y así poder actuar en los casos de mayor susceptibilidad. Así mismo, debe informarse a los trabajadores de los niveles de vibración a que están expuestos y de las medidas de protección disponibles, también es útil mostrar a los trabajadores cómo pueden optimizar su esfuerzo muscular y su postura para realizar su trabajo.

El establecimiento de las condiciones de seguridad frente a las vibraciones en el lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

Directiva 2002/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones).

UNE-EN ISO 5349-1:2002 Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Parte 1: Requisitos generales. (ISO 5349-1:2001)

UNE-EN ISO 5349-2:2002 Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Parte 2: Guía práctica para la medición en el lugar de trabajo. (ISO 5349-2:2001)

ISO 2631-1'Mechanical vibration and shock-Evaluation of human exposure to whole-body vibration-1997.

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES					
<b>14. VIBRACIONES</b>		Personas afectadas <input type="text" value="4"/>			
Área de trabajo	<input type="text" value="CUBIERTA DEL EDIFICIO"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/>	Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por		<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>			
1. Se dispone de máquinas o herramientas portátiles o instalaciones capaces de generar vibraciones.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO	Passar a otro cuestionario	
2. Estos mecanismos tienen suficiente aislamiento o amortiguación o su diseño minimiza la transmisión de vibraciones a las personas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO	Deben tenerse en cuenta los requisitos de aislamiento y diseño en la adquisición e instalación del material nuevo.	
3. Se limita el tiempo de exposición de las personas expuestas a vibraciones cuando éstas producen, como mínimo, molestias.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO	Puede disminuirse el riesgo, la fatiga o el inconveniente producido por las vibraciones, limitando el tiempo de trabajo en esas condiciones.	
4. Se utilizan protecciones individuales (guantes, botas, chalecos, etc.) certificadas cuando las vibraciones producen como mínimo molestias.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO	Su utilización puede reducir la transmisión de vibraciones.	
5. Se evita la presencia prolongada en estos puestos de trabajo de personal con lesiones osteo-musculares, vasculares o neurológicas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO	Debe conocerse esa circunstancia mediante la realización de reconocimientos médicos iniciales y periódicos.	
6. Se lleva a cabo un programa de mantenimiento preventivo de máquinas, herramientas e instalaciones.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO	Debe llevarse a cabo dicho mantenimiento como medida preventiva frente a las vibraciones.	
7. Se han realizado mediciones de la aceleración o desplazamiento de las vibraciones transmitidas a las personas que trabajan.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO	Medir las variables mencionadas y compararlas con los niveles de referencia expresados en la Directiva 2002/44/CE.	
CRITERIOS DE VALORACIÓN					
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE			
Más de 2 consideradas deficientes.	2, 4, 5.	3, 6, 7.			
RESULTADO DE LA VALORACIÓN					
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta	
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS					

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES				
<b>14. VIBRACIONES</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>	
Área de trabajo	<input type="text" value="SALA DE ACUMULACIÓN ACS"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/>	
		Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/02/12"/>	
Cumplimentado por		<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. Se dispone de máquinas o herramientas portátiles o instalaciones capaces de generar vibraciones.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasará a otro cuestionario	
2. Estos mecanismos tienen suficiente aislamiento o amortiguación o su diseño minimiza la transmisión de vibraciones a las personas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Deben tenerse en cuenta los requisitos de aislamiento y diseño en la adquisición e instalación del material nuevo.	
3. Se limita el tiempo de exposición de las personas expuestas a vibraciones cuando éstas producen, como mínimo, molestias.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Puede disminuirse el riesgo, la fatiga o el inconveniente producido por las vibraciones, limitando el tiempo de trabajo en esas condiciones.	
4. Se utilizan protecciones individuales (guantes, botas, chalecos, etc.) certificadas cuando las vibraciones producen como mínimo molestias.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Su utilización puede reducir la transmisión de vibraciones.	
5. Se evita la presencia prolongada en estos puestos de trabajo de personal con lesiones osteo-musculares, vasculares o neurológicas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Debe conocerse esa circunstancia mediante la realización de reconocimientos médicos iniciales y periódicos.	
6. Se lleva a cabo un programa de mantenimiento preventivo de máquinas, herramientas e instalaciones.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Debe llevarse a cabo dicho mantenimiento como medida preventiva frente a las vibraciones.	
7. Se han realizado mediciones de la aceleración o desplazamiento de las vibraciones transmitidas a las personas que trabajan.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Medir las variables mencionadas y compararlas con los niveles de referencia expresados en la Directiva 2002/44/CE.	
CRITERIOS DE VALORACIÓN				
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE		
Más de 2 consideradas deficientes.	2, 4, 5.	3, 6, 7.		
RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS				

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES				
<b>14. VIBRACIONES</b>	Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>		
Área de trabajo	<input type="text" value="FACHADA"/>	Fecha <input type="text" value="17/01/12"/> Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>		
Cumplimentado por	<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>			
1. Se dispone de máquinas o herramientas portátiles o instalaciones capaces de generar vibraciones.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Pasar a otro cuestionario		
2. Estos mecanismos tienen suficiente aislamiento o amortiguación o su diseño minimiza la transmisión de vibraciones a las personas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Deben tenerse en cuenta los requisitos de aislamiento y diseño en la adquisición e instalación del material nuevo.		
3. Se limita el tiempo de exposición de las personas expuestas a vibraciones cuando éstas producen, como mínimo, molestias.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Puede disminuirse el riesgo, la fatiga o el incomfort producido por las vibraciones, limitando el tiempo de trabajo en esas condiciones.		
4. Se utilizan protecciones individuales (guantes, botas, chalecos, etc.) aerfilzadas cuando las vibraciones producen como mínimo molestias.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Su utilización puede reducir la transmisión de vibraciones.		
5. Se evita la presencia prolongada en estos puestos de trabajo de personal con lesiones osteo-musculares, vasculares o neurológicas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe conocerse esa circunstancia mediante la realización de reconocimientos médicos iniciales y periódicos.		
6. Se lleva a cabo un programa de mantenimiento preventivo de máquinas, herramientas e instalaciones.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Debe llevarse a cabo dicho mantenimiento como medida preventiva frente a las vibraciones.		
7. Se han realizado mediciones de la aceleración o desplazamiento de las vibraciones transmitidas a las personas que trabajan.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> Medir las variables mencionadas y comparárlas con los niveles de referencia expresados en la Directiva 200244/CE.		
CRITERIOS DE VALORACIÓN				
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE		
Más de 2 consideradas deficientes.	2, 4, 5.	3, 6, 7.		
RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS				

### **7.5.15 Establecimiento de las condiciones de seguridad en la iluminación.**

**En el edificio se ha llevado a cabo un estudio de iluminación al que se tendrá acceso solicitándolo previamente y se ha establecido un protocolo de mantenimiento preventivo de la luminaria.**

El establecimiento de las condiciones de seguridad en lo concerniente a la iluminación en el lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

RD 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (BOE 23/4/1997)

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. INSHT.

RD 488/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo que incluye pantallas de visualización. (BOE 23/4/1997)

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización. INSHT

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES			
<b>15. ILUMINACIÓN</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="4"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="CUBIERTA DEL EDIFICIO"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/>
		Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por		<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>	
1. Se han emprendido acciones para conocer si las condiciones de iluminación de la empresa se ajustan a las diferentes tareas visuales que se realizan.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Para mejorar las condiciones de trabajo, deben planificarse acciones para conseguir los mínimos especificados en la legislación.
2. Los niveles de iluminación existentes (general y localizada) son los adecuados, en función del tipo de tarea, en todos los lugares de trabajo o paso.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La normativa recoge los niveles de iluminación requeridos para diferentes tareas.
3. Se ha comprobado que el número y la potencia de los focos luminosos instalados son suficientes.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Una instalación de iluminación debe disponer de suficientes puntos de luz que proporcionen los niveles de iluminación requeridos.
4. Hay establecido un programa de mantenimiento de las luminancias para asegurar los niveles de iluminación.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	El establecimiento y cumplimiento de estos programas es fundamental para asegurar el mantenimiento de los niveles de iluminación.
5. Entre las actuaciones previstas en el programa de mantenimiento, está contemplada la sustitución rápida de los focos luminosos fundidos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es de utilidad organizar un sistema ágil de comunicación y resolución de deficiencias y disponer de una reserva de focos luminosos.
6. El programa de mantenimiento contempla la limpieza regular de focos luminosos, luminarias, difusores, paredes, etc.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La acumulación de polvo y suciedad en estos puntos reduce notablemente el rendimiento de la instalación.
7. El programa de mantenimiento prevé la renovación de la pintura de paredes, techos, etc. y la utilización de colores claros y materiales mates.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La atención prestada a estos aspectos permite obtener un mayor aprovechamiento del sistema de iluminación.
8. Todos los focos luminosos tienen elementos difusores de la luz y/o protectores antideslumbrantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La visión directa de focos luminosos desdibujados puede producir deslumbramientos. Con la esa situación.
9. La posición de las personas evita que éstas trabajen de forma continuada frente a las ventanas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La visión directa de grandes superficies luminosas puede producir deslumbramientos. Modifique la orientación o coloque persianas.
10. Los puestos de trabajo están orientados de modo que se eviten los reflejos en las superficies de trabajo y PVD's.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Reorganice los puestos de trabajo para que la luz incida lateralmente sobre el plano de trabajo.

<b>CRITERIOS DE VALORACIÓN</b>				
<b>MUY DEFICIENTE</b>	<b>DEFICIENTE</b>	<b>MEJORABLE</b>		
Más de una respuesta considerada deficiente.	2, 8.	1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10.		
<b>RESULTADO DE LA VALORACIÓN</b>				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS</b>				

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES			
<b>15. ILUMINACIÓN</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="SALA DE ACUMULACIÓN ACS"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/>
		Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por	<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. Se han emprendido acciones para conocer si las condiciones de iluminación de la empresa se ajustan a las diferentes tareas y locales que se realizan.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Para mejorar las condiciones de trabajo, deberían planificarse acciones para conseguir los mínimos especificados en la legislación.
2. Los niveles de iluminación existentes (general y localizada) son los adecuados, en función del tipo de tarea, en todos los lugares de trabajo o paso.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	La normativa recoge los niveles de iluminación requeridos para diferentes tareas.
3. Se ha comprobado que el número y la potencia de los focos luminosos instalados son suficientes.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Una instalación de iluminación debe disponer de suficientes puntos de luz que proporcionen los niveles de iluminación requeridos.
4. Hay establecido un programa de mantenimiento de las luminancias para asegurar los niveles de iluminación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	El establecimiento y cumplimiento de estos programas es fundamental para asegurar el mantenimiento de los niveles de iluminación.
5. Entre las actuaciones previstas en el programa de mantenimiento, está contemplada la sustitución rápida de los focos luminosos fundidos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Es de utilidad organizar un sistema ágil de comunicación y resolución de deficiencias y disponer de una reserva de focos luminosos.
6. El programa de mantenimiento contempla la limpieza regular de focos luminosos, luminarias, difusores, paredes, etc.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	La acumulación de polvo y suciedad en estos puntos reduce notablemente el rendimiento de la instalación.
7. El programa de mantenimiento prevé la renovación de la pintura de paredes, techos, etc. y la utilización de colores claros y materiales mates.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	La atención prestada a estos aspectos permite obtener un mayor aprovechamiento del sistema de iluminación.
8. Todos los focos luminosos tienen elementos difusores de la luz y/o protectores antideslumbrantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	La visión directa de focos luminosos descubiertos puede producir deslumbramientos. Corrija esa situación.
9. La posición de las personas evita que éstas trabajen de forma continuada frente a las ventanas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	La visión directa de grandes superficies luminosas puede producir deslumbramientos. Modifique la orientación o coloque persianas.
10. Los puestos de trabajo están orientados de modo que se eviten los reflejos en las superficies de trabajo y PVD's.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Reorganice los puestos de trabajo para que la luz incida lateralmente sobre el plano de trabajo.

<b>CRITERIOS DE VALORACIÓN</b>				
<b>MUY DEFICIENTE</b>	<b>DEFICIENTE</b>	<b>MEJORABLE</b>		
Más de una respuesta considerada deficiente.	2, 8.	1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10.		
<b>RESULTADO DE LA VALORACIÓN</b>				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS</b>				

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES			
<b>15. ILUMINACIÓN</b>		Personas afectadas	2
Área de trabajo	FACHADA	Fecha	17/01/12
		Fecha próxima revisión	17/02/12
Cumplimentado por		D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO	
1. Se han emprendido acciones para conocer si las condiciones de iluminación de la empresa se ajustan a las diferentes tareas visuales que se realizan.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Para mejorar las condiciones de trabajo, deben planificarse acciones para conseguir los mínimos especificados en la legislación.
2. Los niveles de iluminación existentes (general y localizada) son los adecuados, en función del tipo de tarea, en todos los lugares de trabajo o peso.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La normativa recoge los niveles de iluminación requeridos para diferentes tareas.
3. Se ha comprobado que el número y la potencia de los focos luminosos instalados son suficientes.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Una instalación de iluminación debe disponer de suficientes puntos de luz que proporcionen los niveles de iluminación requeridos.
4. Hay establecido un programa de mantenimiento de las luminancias para asegurar los niveles de iluminación.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	El establecimiento y cumplimiento de estos programas es fundamental para asegurar el mantenimiento de los niveles de iluminación.
5. Entre las actuaciones previstas en el programa de mantenimiento, está contemplada la sustitución rápida de los focos luminosos fundidos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es de utilidad organizar un sistema ágil de comunicación y resolución de deficiencias y disponer de una reserva de focos luminosos.
6. El programa de mantenimiento contempla la limpieza regular de focos luminosos, luminarias, difusores, paredes, etc.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La acumulación de polvo y suciedad en estos puntos reduce notablemente el rendimiento de la instalación.
7. El programa de mantenimiento prevé la renovación de la pintura de paredes, techos, etc. y la utilización de colores claros y materiales mates.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La atención prestada a estos aspectos permite obtener un mayor aprovechamiento del sistema de iluminación.
8. Todos los focos luminosos tienen elementos difusores de la luz y/o protectores antideslumbrantes.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La visión directa de focos luminosos descubiertos puede producir deslumbramientos. Corrija esa situación.
9. La posición de las personas evita que éstas trabajen de forma continuada frente a las ventanas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La visión directa de grandes superficies luminosas puede producir deslumbramientos. Modifique la orientación o coloque persianas.
10. Los puestos de trabajo están orientados de modo que se eviten los reflejos en las superficies de trabajo y PVD's.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Reorganice los puestos de trabajo para que la luz incida lateralmente sobre el plano de trabajo.

<b>CRITERIOS DE VALORACIÓN</b>				
<b>MUY DEFICIENTE</b>	<b>DEFICIENTE</b>	<b>MEJORABLE</b>		
Más de una respuesta considerada deficiente.	2, 8.	1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10.		
<b>RESULTADO DE LA VALORACIÓN</b>				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS</b>				

### **7.5.16 Establecimiento de las condiciones de seguridad frente al calor y el frío.**

#### **Calor**

En las zonas de trabajo las medidas a tomar contra el calor consistirán en:

- **Limitar la carga física de trabajo, programando las tareas más duras durante los períodos más fríos del turno de trabajo.**
- **Limitar la duración de la exposición aumentando la frecuencia y duración de los intervalos de trabajo o permitiendo la autolimitación de la exposición.**
- **Suministrar agua potable y sal en las inmediaciones del lugar de trabajo.**
- **Proporcionar prendas de protección frente al calor.**
- **Realizar programas de formación al personal para el reconocimiento y la aplicación de primeros auxilios frente a problemas de sobrecarga térmica.**
- **Realizar reconocimientos médicos específicos previos y periódicos.**

#### **Frío**

En las zonas de trabajo las medidas a tomar contra el calor consistirán en:

- **Proporcionar ropa de protección frente al frío, teniendo en cuenta tres factores muy importantes: esa ropa debe aislar frente al frío, el viento y la humedad; debe permitir la transpiración y disipación de parte del calor que se genera al trabajar; y debe permitir la cómoda realización del trabajo (peso y volumen).**
- **Reducir o eliminar las tareas de mera vigilancia que impliquen una escasa actividad física.**
- **Incrementar el esfuerzo en aquellas tareas que supongan la realización de un trabajo ligero.**
- **Limitar la duración de la exposición aumentando la frecuencia y duración de los tiempos de descanso y recuperación o permitiendo la autolimitación de la exposición.**
- **Realizar programas de formación al personal para el reconocimiento de los síntomas y signos de la exposición y congelación precoces.**

El establecimiento de las condiciones de seguridad frente al calor y el frío en el lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

RD 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Guía Técnica para la prevención y protección de riesgos laborales en los lugares de trabajo. INSHT

RD 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo

UNE-EN 27726. Ambientes térmicos. Instrumentos y métodos de medida de los parámetros físicos. AENOR. 1995

UNE-EN 28996. Ergonomía. Determinación de la producción de calor metabólico AENOR. 1995

UNE-EN 27243. Ambientes calurosos. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT. AENOR. 1995.

UNE EN 12515 97 Ambientes calurosos. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice de sudoración requerida.

UNE ENV ISO 11079 98. Evaluación de ambientes fríos. Determinación del aislamiento requerido para la vestimenta.

UNE EN ISO 27730. Moderate thermal environments. Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. AENOR 1996

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES					
<b>16. CALOR Y FRÍO</b>	Personas afectadas	4			
Área de trabajo	CUBIERTA DEL EDIFICIO	Fecha	17/01/12	Fecha próxima revisión	17/02/12
Cumplimentado por	D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO				
1. La temperatura del aire está comprendida entre 17°C y 27°C en locales donde se realizan trabajos de tipo sedentario (oficinas) o similares.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Los trabajos de bajo consumo energético deben realizarse en locales en los que se adecue la temperatura del aire a los mencionados valores tal como indica el RD 486/1997.		
2. La temperatura del aire está comprendida entre 14°C y 25°C en locales donde se realizan trabajos de tipo ligero (dependientes, conductores, laborantes y similares).	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Los trabajos de consumo energético moderado, como los indicados, deben realizarse en locales en los que se adecue la temperatura del aire a los mencionados valores.		
3. Está comprendida la humedad relativa, de los locales de trabajo, entre el 30% y el 70%.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La humedad relativa se mantendrá entre los valores del 30% al 70%, excepto cuando existan riesgos debidos a la electricidad estática, que se mantendrá por encima del 30%.		
4. Se respetan los límites propuestos en el RD 486/1997 respecto a corrientes de aire en los locales de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Excepto en situaciones de calor muy intenso, la velocidad del aire no debe exceder de los límites especificados en el RD 486/1997.		
5. Disponen, los locales de trabajo, de aislamiento térmico suficiente.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Los locales de trabajo cerrados deben poseer aislamiento térmico acorde con las condiciones climáticas propias del lugar, tal como indica el RD 486/1997.		
6. Se encuentran apantallados los focos de radiación térmica.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe evitarse la incidencia de la radiación térmica mediante apantallamiento o aislando las superficies calientes.		
7. Si existen situaciones de calor muy intenso (se supe en claramente los límites superiores expuestos en las cuestiones 1, 2 y 3), se ha evaluado el riesgo de estrés térmico.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	La combinación de altos valores de temperatura, actividad física, humedad, ropa inadecuada, etc., puede generar riesgo de estrés térmico, que debe ser evaluado.		
8. Si existen situaciones de calor muy intenso, en las que, una vez evaluado, se concluye que existe riesgo de estrés térmico, se limita el tiempo de permanencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe limitarse el tiempo de permanencia, por debajo del máximo, calculado según criterios establecidos en la UNE EN 12515:97.		
9. Se suministra agua a los trabajadores en las situaciones de trabajo mencionadas en la cuestión 8.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	En esas situaciones los trabajadores deben recuperar el agua perdida, ingiriendo como mínimo un vaso de agua cada 20 minutos.		
10. Si existen lugares de trabajo a temperaturas inferiores a 10°C, se ha evaluado el riesgo de enfriamiento general del cuerpo o de enfriamiento localizado de los tejidos expuestos.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe llevarse a cabo dicha evaluación con la metodología de la norma UNE EN/ISO 11079:98 y cumplir con las prescripciones de la mencionada norma.		
11. Se limita la duración del trabajo en caso de tener que trabajar en el interior de las cámaras frigoríficas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	En estos casos la duración de la jornada de trabajo y las pausas de recuperación, en lugares cálidos, deben ser como mínimo las que establece el RD 1561/1995.		
12. Se evitan los cambios bruscos de temperatura.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Los cambios de temperatura se deben, en lo posible, atenuar o regular, de acuerdo con el RD 486/1997.		
13. Si existen objetos o sustancias a temperaturas extremadamente frías o calientes, disponen del aislamiento térmico o confinamiento, necesario para evitar el contacto fortuito con la piel.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Debe evitarse dicho contacto con la piel, si es procedente, mediante aislamiento térmico o confinamiento suficiente.		
14. En caso de exposición a temperaturas extremas, existe señalización de aviso y precaución.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Es necesario señalizar el riesgo inminente, de acuerdo con lo dispuesto en el RD 486/1997.		

15. Los trabajadores, en esos casos, disponen de los equipos de protección individual adecuados.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Deben utilizarse dichos equipos cuando el aislamiento o confinamiento es insuficiente o no procede (por ejemplo: manipulación de nitrógeno líquido, etc.)
16. Se lleva a cabo la vigilancia de la salud adecuada cuando el trabajo transcurre en ambientes muy calurosos o muy fríos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Debe llevarse a cabo la correspondiente vigilancia de la salud de las personas expuestas adecuada a los riesgos detectados.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Más de 6 consideradas deficientes.	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16.	5, 6, 12.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES		
<b>16. CALOR Y FRÍO</b>		Personas afectadas <input type="text" value="2"/>
Área de trabajo <input type="text" value="SALA DE ACUMULACIÓN ACS"/>	Fecha <input type="text" value="17/01/12"/>	Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por <input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. La temperatura del aire está comprendida entre 17°C y 27°C en locales donde se realizan trabajos de tipo sedentario (oficinas) o similares.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Los trabajos de bajo consumo energético deben realizarse en locales en los que se adecue la temperatura del aire a los mencionados valores tal como indica el RD 486/1997.
2. La temperatura del aire está comprendida entre 14°C y 25°C en locales donde se realizan trabajos de tipo ligero (dependientes, conductores, laborantes y similares).	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Los trabajos de consumo energético moderado, como los indicados, deben realizarse en locales en los que se adecue la temperatura del aire a los mencionados valores.
3. Está comprendida la humedad relativa de los locales de trabajo, entre el 30% y el 70%.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	La humedad relativa se mantendrá entre los valores del 30% al 70%, excepto cuando existan riesgos debidos a la electricidad estática, que se mantendrá por encima del 50%.
4. Se respetan los límites propuestos en el RD 486/1997 respecto a corrientes de aire en los locales de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Excepto en situaciones de calor muy intenso, la velocidad del aire no debe exceder de los límites especificados en el RD 486/1997.
5. Disponen, los locales de trabajo, de aislamiento térmico suficiente.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Los locales de trabajo cerrados deben poseer aislamiento térmico acorde con las condiciones climáticas propias del lugar, tal como indica el RD 486/1997.
6. Se encuentran apantallados los focos de radiación térmica.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Debe evitarse la incidencia de la radiación térmica mediante apantallamiento o aislando las superficies calientes.
7. Si existen situaciones de calor muy intenso (se superan claramente los límites superiores expuestos en las cuestiones 1, 2 y 3), se ha evaluado el riesgo de estrés térmico.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	La combinación de altos valores de temperatura, actividad física, humedad, ropa inadecuada, etc., puede generar riesgo de estrés térmico, que debe ser evaluado.
8. Si existen situaciones de calor muy intenso, en las que, una vez evaluado, se concluye que existe riesgo de estrés térmico, se limita el tiempo de permanencia.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Debe limitarse el tiempo de permanencia, por debajo del máximo, calculado según criterios establecidos en la UNE EN 12515:97.
9. Se suministra agua a los trabajadores en las situaciones de trabajo mencionadas en la cuestión 8.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	En esas situaciones los trabajadores deben recuperar el agua perdida, ingiriendo como mínimo un vaso de agua cada 20 minutos.
10. Si existen lugares de trabajo a temperaturas inferiores a 10°C, se ha evaluado el riesgo de enfriamiento general del cuerpo o de enfriamiento localizado de las tejidas expuestas.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Debe llevarse a cabo dicha evaluación con la metodología de la norma UNE EN ISO 11079:96 y cumplir con las prescripciones de la mencionada norma.
11. Se limita la duración del trabajo en caso de tener que trabajar en el interior de las cámaras frigoríficas.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	En estos casos la duración de la jornada de trabajo y las pausas de recuperación, en lugares cálidos, deben ser como mínimo las que establece el RD 1561/1995.
12. Se evitan los cambios bruscos de temperatura.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Los cambios de temperatura se deben, en lo posible, atenuar o graduar, de acuerdo con el RD 486/1997.
13. Si existen objetos o sustancias a temperaturas extremadamente frías o calientes, disponen del aislamiento térmico o confinamiento, necesario para evitar el contacto fortuito con la piel.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Debe evitarse dicho contacto con la piel, si es procedente, mediante aislamiento térmico o confinamiento suficiente.
14. En caso de exposición a temperaturas extremas, existe señalización de aviso y precaución.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Es necesario señalizar el riesgo inminente, de acuerdo con lo dispuesto en el RD 486/1997.

<p>15. Los trabajadores, en esos casos, disponen de los equipos de protección individual adecuados.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> NO</p>	<p>Deben utilizarse dichos equipos cuando el aislamiento o confinamiento es insuficiente o no procede (por ejemplo: manipulación de nitrógeno líquido, etc.)</p>
<p>16. Se lleva a cabo la vigilancia de la salud adecuada cuando el trabajo transcurre en ambientes muy calurosos o muy fríos.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> NO</p>	<p>Debe llevarse a cabo la correspondiente vigilancia de la salud de las personas expuestas adecuada a los riesgos detectados.</p>

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
<p>Más de 6 consideradas deficientes.</p>	<p>1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16.</p>	<p>5, 6, 12.</p>

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS
<p> </p>

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES		
<b>16. CALOR Y FRÍO</b>		Personas afectadas <input type="text" value="2"/>
Área de trabajo <input type="text" value="FACHADA"/>	Fecha <input type="text" value="17/01/12"/>	Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por <input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. La temperatura del aire está comprendida entre 17ºC y 27ºC en locales donde se realizan trabajos de tipo sedentario (oficinas) o similares	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Los trabajos de bajo consumo energético deben realizarse en locales en los que se adecue la temperatura del aire a los mencionados valores tal como indica el RD 486/1997
2. La temperatura del aire está comprendida entre 14ºC y 25ºC en locales donde se realizan trabajos de tipo ligero (dependientes, conductores, laborantes y similares)	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Los trabajos de consumo energético moderado, como los indicados, deben realizarse en locales en los que se adecue la temperatura del aire a los mencionados valores.
3. Está comprendida la humedad relativa de los locales de trabajo, entre el 30% y el 70%.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	La humedad relativa se mantendrá entre los valores del 30% al 70%, excepto cuando existan riesgos debidos a la electricidad estática, que se mantendrá por encima del 50%.
4. Se respetan los límites propuestos en el RD 486/1997 respecto a corrientes de aire en los locales de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Excepto en situaciones de calor muy intenso, la velocidad del aire no debe exceder de los límites especificados en el RD 486/1997.
5. Disponen, los locales de trabajo, de aislamiento térmico suficiente.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Los locales de trabajo cerrados deben poseer aislamiento térmico acorde con las condiciones climáticas propias del lugar, tal como indica el RD 486/1997.
6. Se encuentran apantallados los focos de radiación térmica.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Debe evitarse la incidencia de la radiación térmica mediante apantallamiento o aislando las superficies calientes.
7. Si existen situaciones de calor muy intenso (se superan claramente los límites superiores expuestos en las cuestiones 1, 2 y 3), se ha evaluado el riesgo de estrés térmico.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	La combinación de altos valores de temperatura, actividad física, humedad, ropa inadecuada, etc. puede generar riesgo de estrés térmico, que debe ser evaluado.
8. Si existen situaciones de calor muy intenso, en las que, una vez evaluado, se concluye que existe riesgo de estrés térmico, se limita el tiempo de permanencia.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Debe limitarse el tiempo de permanencia por debajo del máximo, calculado según criterios establecidos en la UNE EN 12515-37
9. Se suministra agua a los trabajadores en las situaciones de trabajo mencionadas en la cuestión 8.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	En esas situaciones los trabajadores deben reducir el agua perdida, ingiriendo como mínimo un vaso de agua cada 20 minutos.
10. Si existen lugares de trabajo a temperaturas inferiores a 10ºC, se ha evaluado el riesgo de enfriamiento general del cuerpo o de enfriamiento localizado de los tejidos expuestos.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Debe llevarse a cabo dicha evaluación con la metodología de la norma UNE EN ISO 11079-98 y cumplir con las prescripciones de la mencionada norma.
11. Se limita la duración del trabajo en caso de tener que trabajar en el interior de las cámaras frigoríficas.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	En estos casos la duración de la jornada de trabajo y las pausas de recuperación, en lugares cálidos, deben ser como mínimo las que establece el RD 1561/1995
12. Se evitan los cambios bruscos de temperatura.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Los cambios de temperatura se deben, en lo posible, atenuar o graduar, de acuerdo con el RD 486/1997.
13. Si existen objetos o sustancias a temperaturas extremadamente frías o calientes, disponen del aislamiento térmico o confinamiento, necesario para evitar el contacto fortuito con la piel.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Debe evitarse dicho contacto con la piel, si es procedente, mediante aislamiento térmico o confinamiento suficiente.
14. En caso de exposición a temperaturas extremas, existe señalización de aviso y precaución.	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Es necesario señalizar el riesgo inminente, de acuerdo con lo dispuesto en el RD 486/1997.

<p>15. Los trabajadores, en esos casos, disponen de los equipos de protección individual adecuados.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> NO</p>	<p>Deben utilizarse dichos equipos cuando el aislamiento o confinamiento es insuficiente o no procede (por ejemplo: manipulación de nitrógeno líquido, etc.)</p>
<p>16. Se lleva a cabo la vigilancia de la salud adecuada cuando el trabajo transcurre en ambientes muy calurosos o muy fríos.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> NO</p>	<p>Debe llevarse a cabo la correspondiente vigilancia de la salud de las personas expuestas adecuada a los riesgos detectados.</p>

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
<p>Más de 6 consideradas deficientes.</p>	<p>1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16.</p>	<p>5, 6, 12.</p>

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS
<p> </p>

### **7.5.17 Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a radiaciones ionizantes.**

El establecimiento de las condiciones de seguridad frente a radiaciones ionizantes no procede.

### **7.5.18 Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a radiaciones no ionizantes.**

El establecimiento de las condiciones de seguridad frente a radiaciones no ionizantes no procede.

### **7.5.19 Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a la carga física.**

Hay que tener en cuenta que en ambientes calurosos el ritmo cardíaco aumenta, con lo que las personas que trabajen en este tipo de ambientes sufrirán una aceleración adicional de la frecuencia cardíaca.

Este cuestionario deberá aplicarse en aquellas situaciones en las que el trabajo suponga un esfuerzo físico considerable por parte del trabajador. Deberán incluirse las situaciones que exijan la manipulación o manejo de carga o pesos, aquellas en las que el trabajo sea manual y repetitivo (actividades cuyo ciclo sea inferior a 30 segundos o trabajos en los que se repitan los movimientos elementales durante más de un 50% de la duración del ciclo) y situaciones en las que deban mantenerse posturas forzadas o incómodas.

En cuanto a la carga dinámica se tendrán en consideración los siguientes factores:

- El Esfuerzo Muscular: el diseño de la tarea evitará, en lo posible, la carga excesiva de músculos, ligamentos y articulaciones; el esfuerzo requerido se ajustará a la capacidad física del trabajador. Las herramientas y útiles de trabajo se adaptarán a la anatomía funcional de la mano. **Este caso se da cada vez que empleamos herramientas con un peso superior a 3Kg.**

- Manejo de Cargas: se considera que existe manejo manual de cargas a partir de los 3 kilos. No se deben sobrepasar los límites establecidos de manejo de cargas teniendo en cuenta el sexo y la edad del trabajador. Es muy importante informar y adiestrar al personal en las técnicas de manutención y levantamiento de cargas. **Este caso se da en los desplazamientos de materiales y herramientas con un peso superior a 3Kg.**

- Condiciones de manejo: incluyen agarre, distancia horizontal y vertical, desplazamiento horizontal de la carga, torsión del tronco y frecuencia de manipulación. **La mayor dificultad se da en el trabajo en fachada por ello se trabajará en una plataforma elevadora de personas.**

- Repetitividad: se deberá disminuir la repetitividad de la tarea reestructurando el método de trabajo de tal forma que se alternen diferentes grupos musculares,

introduciendo rotación de tareas, mecanizando, etc. **La mayoría de los trabajos a realizar son repetitivos por ello se establece la rotación en los puestos de trabajo dentro de los equipos de trabajo formados por dos trabajadores cada uno.**

El establecimiento de las condiciones de seguridad en lo concerniente a la carga física en el lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

RD 487/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores.

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la Manipulación Manual de Cargas. INSHT

UNE-EN 28996. Ergonomía. Determinación de la producción de calor metabólico. (ISO 8996: 1990).

UNE 81-425-91. Principios ergonómicos que se han de considerar en el proyecto de los sistemas de trabajo (ISO 6385: 1981).

UNE 29241 Requisitos ergonómicos para trabajos de oficinas con PVD (ISO 9241-5. Exigencias del puesto de trabajo).

Convenio 7 junio 1967, ratificado por Instrumento 6 marzo 1969 (Jefatura del Estado). Peso máximo de carga transportada por un trabajador.

Decreto 26 julio 1957. Fija los trabajos prohibidos a mujeres y menores por peligrosos e insalubres. La Ley 31/1995 deroga la normativa de este decreto relacionada con las mujeres.

Directiva del Consejo (92/85/CEE) de 19 de octubre de 1992 relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia.

Legislación referida en el apartado de ambiente térmico.

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CARGA DE TRABAJO			
<b>19. CARGA FÍSICA</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="4"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="CUBIERTA DEL EDIFICIO"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/>
		Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por		<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>	
1. El trabajo permite combinar la posición de pie-sentado.	<input type="checkbox" value="SI"/>	<input checked="" type="checkbox" value="NO"/>	Establecer pausas y proporcionar apoyos.
2. Se mantiene la columna en posición recta.	<input type="checkbox" value="SI"/>	<input checked="" type="checkbox" value="NO"/>	Se debe evitar realizar torsiones e inclinaciones superiores a 20°.
3. Se mantienen los brazos por debajo del nivel de los hombros.	<input checked="" type="checkbox" value="SI"/>	<input type="checkbox" value="NO"/>	Adecuar y rediseñar el puesto de trabajo.
4. La tarea exige desplazamientos.	<input checked="" type="checkbox" value="SI"/>	<input type="checkbox" value="NO"/>	NO Pasar a la cuestión 7.
5. Los desplazamientos ocupan un tiempo inferior al 25% de la jornada laboral.	<input checked="" type="checkbox" value="SI"/>	<input type="checkbox" value="NO"/>	NO Reducir el tiempo de los desplazamientos y realizar pausas.
6. Se realizan desplazamientos con cargas inferiores a 2 kg.	<input checked="" type="checkbox" value="SI"/>	<input type="checkbox" value="NO"/>	NO Reducir las cargas y realizar desplazamientos inferiores a 2 metros.
7. El trabajo exige realizar un esfuerzo muscular.	<input checked="" type="checkbox" value="SI"/>	<input type="checkbox" value="NO"/>	NO Pasar a la cuestión 10.
8. Para realizar las tareas se utiliza solo la fuerza de las manos.	<input checked="" type="checkbox" value="SI"/>	<input type="checkbox" value="NO"/>	NO La fuerza necesaria para realizar la tarea será tal que no requerirá utilizar las del cuerpo y las piernas.
9. Los ciclos de trabajo son superiores a medio minuto.	<input checked="" type="checkbox" value="SI"/>	<input type="checkbox" value="NO"/>	NO Se debe evitar el hacer movimientos continuos y repetitivos.
10. Si se manipulan cargas éstas son inferiores a 3 kilos.	<input checked="" type="checkbox" value="SI"/>	<input type="checkbox" value="NO"/>	NO Pasar a la siguiente cuestión.
11. Los pesos que deben manipularse son inferiores a 25 kg.	<input checked="" type="checkbox" value="SI"/>	<input type="checkbox" value="NO"/>	NO Reducir los pesos y/o las condiciones de su manejo.
12. La forma y volumen de la carga permiten asirla con facilidad.	<input checked="" type="checkbox" value="SI"/>	<input type="checkbox" value="NO"/>	NO Se deben manejar manualmente las cargas sólo si son de dimensiones reducidas y se pueden asir fácilmente.
13. El peso y el tamaño de la carga permite asirla con facilidad.	<input checked="" type="checkbox" value="SI"/>	<input type="checkbox" value="NO"/>	NO Considerar edad, sexo, constitución, embarazo, etc. de los trabajadores o reducir la carga.
14. El entorno se adapta al tipo de esfuerzo que debe realizarse.	<input checked="" type="checkbox" value="SI"/>	<input type="checkbox" value="NO"/>	NO Considerar la temperatura, humedad y espacio del entorno del trabajo.

15. Se ha formado al personal sobre la correcta manipulación de cargas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Se debe formar al trabajador sobre la correcta manipulación de cargas.
16. Se controla que se manejen las cargas de forma correcta.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Se debe corregir. Posteriormente a la formación hay que establecer un programa de seguimiento.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Dos o más deficientes.	2, 3, 9, 11.	1, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 15, 16.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS

CARGA DE TRABAJO		
<b>19. CARGA FÍSICA</b>	Personas afectadas	2
Área de trabajo	SALA DE ACUMULACIÓN ACS	Fecha 17/01/12 Fecha próxima revisión 17/02/12
Cumplimentado por	D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO	
1. El trabajo permite combinar la posición de pie-sentado.	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Establecer pausas y proporcionar apoyos.
2. Se mantiene la columna en posición recta.	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Se debe evitar realizar torsiones e inclinaciones superiores a 20°.
3. Se mantienen los brazos por debajo del nivel de los hombros.	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Adequar y rediseñar el puesto de trabajo.
4. La tarea exige desplazamientos.	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	NO Pasar a la cuestión 7.
5. Los desplazamientos ocupan un tiempo inferior al 25% de la jornada laboral.	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	NO Reducir el tiempo de los desplazamientos y realizar pausas.
6. Se realizan desplazamientos con cargas inferiores a 2 kg.	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	NO Reducir las cargas y realizar desplazamientos inferiores a 2 metros.
7. El trabajo exige realizar un esfuerzo muscular.	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	NO Pasar a la cuestión 10.
8. Para realizar las tareas se utiliza solo la fuerza de las manos.	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	NO La fuerza necesaria para realizar la tarea será tal que no requerirá utilizar las del cuerpo y las piernas.
9. Los ciclos de trabajo son superiores a medio minuto.	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	NO Se debe evitar el hacer movimientos continuos y repetitivos.
10. Si se manipulan cargas éstas son inferiores a 3 kilos.	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	NO Pasar a la siguiente cuestión.
11. Los pesos que deben manipularse son inferiores a 25 kg.	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	NO Reducir los pesos y/o las condiciones de su manejo.
12. La forma y volumen de la carga permiten asirla con facilidad.	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	NO Se deben manejar manualmente las cargas sólo si son de dimensiones reducidas y se pueden asir fácilmente.
13. El peso y el tamaño de la carga permite asirla con facilidad.	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	NO Considerar edad, sexo, constitución, embarazo, etc. de los trabajadores o reducir la carga.
14. El entorno se adapta al tipo de esfuerzo que debe realizarse.	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	NO Considerar la temperatura, humedad y espacio del entorno del trabajo.

15. Se ha formado al personal sobre la correcta manipulación de cargas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Se debe formar al trabajador sobre la correcta manipulación de cargas.
16. Se controla que se manejen las cargas de forma correcta.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Se debe corregir. Posteriormente a la formación hay que establecer un programa de seguimiento.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Dos o más deficientes.	2, 3, 9, 11.	1, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 15, 16.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

<b>ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS</b>
---

CARGA DE TRABAJO		
<b>19. CARGA FÍSICA</b>		Personas afectadas <input type="text" value="2"/>
Área de trabajo <input type="text" value="FACHADA"/>	Fecha <input type="text" value="17/01/12"/>	Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por <input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>		
1. El trabajo permite combinar la posición de presentación.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Establecer pausas y proporcionar apoyos.
2. Se mantiene la columna en posición recta.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Se debe evitar realizar torsiones e inclinaciones superiores a 20°.
3. Se mantienen los brazos por debajo del nivel de los hombros.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Adecuar y rediseñar el puesto de trabajo.
4. La tarea exige desplazamientos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO Pasar a la cuestión 7.
5. Los desplazamientos ocupan un tiempo inferior al 25% de la jornada laboral.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO Reducir el tiempo de los desplazamientos y realizar pausas.
6. Se realizan desplazamientos con cargas inferiores a 2 kg.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO Reducir las cargas y realizar desplazamientos inferiores a 2 metros.
7. El trabajo exige realizar un esfuerzo muscular.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO Pasar a la cuestión 10.
8. Para a realizar las tareas se utiliza solo la fuerza de las manos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO La fuerza necesaria para realizar la tarea será tal que no requerirá utilizar las del cuerpo y las piernas.
9. Los ciclos de trabajo son superiores a medio minuto.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Se debe evitar el hacer movimientos continuos y repetitivos.
10. Si se manipulan cargas éstas son inferiores a 3 kilos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO Pasar a la siguiente cuestión.
11. Los pesos que deben manipularse son inferiores a 25 kg.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Reducir los pesos y/o las condiciones de su manejo.
12. La forma y volumen de la carga permiten asirla con facilidad.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO Se deben manejar manualmente las cargas sólo si son de dimensiones reducidas y se pueden asir fácilmente.
13. El peso y el tamaño de la carga permite asirla con facilidad.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO Considerar edad, sexo, constitución, embarazo, etc. de los trabajadores o reducir la carga.
14. El entorno se adapta al tipo de esfuerzo que debe realizarse.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO Considerar la temperatura, humedad y espacio del entorno del trabajo.

15. Se ha formado al personal sobre la correcta manipulación de cargas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Se debe formar al trabajador sobre la correcta manipulación de cargas.
16. Se controla que se manejen las cargas de forma correcta.	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	Se debe corregir. Posteriormente a la formación hay que establecer un programa de seguimiento.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Dos o más deficientes.	2, 3, 9, 11.	1, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 15, 16.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS

### **7.5.20 Establecimiento de las condiciones de seguridad frente a la carga mental.**

El establecimiento de las condiciones de seguridad en lo concerniente a la carga mental en el lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

RD 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

RD 488/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

UNE-EN ISO 10075. Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental.

Guía técnica del INSHT para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización.

Normas UNE relacionadas con el diseño de dispositivos de información, órganos de accionamiento, principios de diálogo, diseño de interfaces, etc.

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

CARGA DE TRABAJO			
<b>20. CARGA MENTAL</b>		Personas afectadas <input type="text" value="4"/>	
Área de trabajo <input type="text" value="CUBIERTA DEL EDIFICIO"/>		Fecha <input type="text" value="17/01/12"/>	Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por <input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>			
1. El nivel de atención requerido para la ejecución de la tarea es elevado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO	Passar a la cuestión 4.
2. Debe mantenerse la atención menos de la mitad del tiempo o solo de forma parcial.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO	Alternar tareas con distintos grados de exigencia a fin de prevenir situaciones de fatiga, saturación o hipovigilancia.
3. Además de las pausas reglamentarias, el trabajo permite alguna pausa.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO	Prever pausas cortas y frecuentes para evitar la aparición de la fatiga.
4. Se puede cometer algún error sin que induzca de forma crítica sobre instalaciones o personas (perros, rechazos de producción, accidentes, etc.).	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Facilitar el proceso de toma de decisiones (información suficiente, simbología adecuada, tiempo de respuesta, etc.).
5. El ritmo de trabajo viene determinado por causas externas (cadena, público, etc.).	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Passar a la cuestión 7.
6. El ritmo de trabajo es fácilmente alcanzable por un trabajador con experiencia.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Alternar con otros puestos, establecer pausas cortas.
7. El trabajo se basa en el tratamiento de información (procesos automatizados, informática, etc.).	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Passar a otro cuestionario.
8. La información se percibe correctamente.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Comprobar el diseño de las señales o indicadores (tamaño, forma, contraste, etc.) y su disposición.
9. Se entiende con facilidad.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Utilizar símbolos unívocos y claros.
10. La cantidad de información que se recibe es razonable. Se cuenta con la información necesaria para el desempeño de las tareas.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Evitar una sobrecarga de información; ordenar la información. Facilitar la información necesaria.
11. La información es sencilla, se evita la memorización excesiva de datos.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Facilitar la consulta de datos con procedimientos sencillos.
12. El diseño de los mandos o paneles es adecuado a la acción requerida.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Comprobar la adecuación de los mandos (función, posición, correspondencia mandos/señales).
13. El trabajador tiene experiencia o conoce el proceso y los equipos.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Formar e informar.
14. El trabajo suele realizarse sin interrupciones.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Evitar lo máximo posible las interrupciones en la realización del trabajo.

15. El entorno físico facilita el desarrollo de la tarea.

S  NO Prestar atención a los factores del entorno físico, especialmente al ruido.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Tres o más deficientes.	2, 3, 8, 9, 10, 11.	4, 6, 12, 13, 14, 15.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS

CARGA DE TRABAJO			
<b>20. CARGA MENTAL</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="2"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="SALA DE ACUMULACIÓN ACS"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/>
		Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por		<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>	
1. El nivel de atención requerido para la ejecución de la tarea es elevado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO	NO Pasar a la cuestión 4.
2. Debe mantenerse la atención menos de la mitad del tiempo o solo de forma parcial.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO	NO Alternar tareas con distintos grados de exigencia a fin de prevenir situaciones de fatiga, saturación o hipoglucemia.
3. Además de las pausas reglamentarias, el trabajo permite alguna pausa.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO	NO Prever pausas cortas y frecuentes para evitar la aparición de la fatiga.
4. Se puede cometer algún error sin que induca de forma crítica sobre instalaciones o personas (perros, rechazos de producción, accidentes, etc.).	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	NO Facilitar el proceso de toma de decisiones (información suficiente, simbología adecuada, tiempo de respuesta, etc.).
5. El ritmo de trabajo viene determinado por causas externas (cadena, público, etc.).	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	NO Pasar a la cuestión 7.
6. El ritmo de trabajo es fácilmente alcanzable por un trabajador con experiencia.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	NO Alternar con otros puestos, establecer pausas cortas.
7. El trabajo se basa en el tratamiento de información (procesos automatizados, informática, etc.).	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	NO Pasar a otro cuestionario.
8. La información se percibe correctamente.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	NO Comprobar el diseño de los señales o indicadores (tamaño, forma, contraste, etc.) y su disposición.
9. Se entiende con facilidad.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	NO Utilizar símbolos unívocos y claros.
10. La cantidad de información que se recibe es razonable. Se cuenta con la información necesaria para el desempeño de las tareas.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	NO Evitar una sobrecarga de información; parcellar la información. Facilitar la información necesaria.
11. La información es sencilla, se evita la memorización excesiva de datos.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	NO Facilitar la consulta de datos con procedimientos sencillos.
12. El diseño de los mandos o paneles es adecuado a la acción requerida.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	NO Comprobar la adecuación de los mandos (función, posición, correspondencia mandos/señales).
13. El trabajador tiene experiencia o conoce el proceso y los equipos.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	NO Formar e informar.
14. El trabajo suele realizarse sin interrupciones.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	NO Evitar lo máximo posible las interrupciones en la realización del trabajo.

15. El entorno físico facilita el desarrollo de la tarea.  **SÍ**  **NO** Prestar atención a los factores del entorno físico, especialmente al ruido.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Tres o más deficientes.	2, 3, 8, 9, 10, 11.	4, 6, 12, 13, 14, 15.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS

CARGA DE TRABAJO			
<b>20. CARGA MENTAL</b>		Personas afectadas <input type="text" value="2"/>	
Área de trabajo <input type="text" value="FACHADA"/>		Fecha <input type="text" value="17/01/12"/>	Fecha próxima revisión <input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por <input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>			
1. El nivel de atención requerido para la ejecución de la tarea es elevado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO	Passar a la cuestión 4.
2. Debe mantenerse la atención menos de la mitad del tiempo o solo de forma parcial.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO	Alterar tareas con distintos grados de exigencia a fin de prevenir situaciones de fatiga, saturación o hipovigilancia.
3. Además de las pausas reglamentarias, el trabajo permite alguna pausa.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO	Prever pausas cortas y frecuentes para evitar la aparición de la fatiga.
4. Se puede cometer algún error sin que induca de forma crítica sobre instalaciones o personas (paradas, rechazos de producción, accidentes, etc.).	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Facilitar el proceso de toma de decisiones (información suficiente, simbología adecuada, tiempo de respuesta, etc.).
5. El ritmo de trabajo viene determinado por causas externas (cadena, público, etc.).	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Passar a la cuestión 7.
6. El ritmo de trabajo es fácilmente alcanzable por un trabajador con experiencia.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Alterar con otros puestos, establecer pausas cortas.
7. El trabajo se basa en el tratamiento de información (procesos automatizados, informática, etc.).	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Passar a otro cuestionario.
8. La información se percibe correctamente.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Comprobar el diseño de las señales o indicadores (tamaño, forma, contraste, etc.) y su disposición.
9. Se entiende con facilidad.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Utilizar símbolos unívocos y claros.
10. La cantidad de información que se recibe es razonable. Se cuenta con la información necesaria para el desempeño de las tareas.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Evitar una sobrecarga de información; paratear la información. Facilitar la información necesaria.
11. La información es sencilla, se evita la memorización excesiva de datos.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Facilitar la consulta de datos con procedimientos escritos.
12. El diseño de los mandos o paneles es adecuado a la acción requerida.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Comprobar la adecuación de los mandos (función, posición, correspondencia mandos/señales).
13. El trabajador tiene experiencia o conoce el proceso y los equipos.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Formar e informar.
14. El trabajo suele realizarse sin interrupciones.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Evitar lo máximo posible las interrupciones en la realización del trabajo.

15. El entorno físico facilita el desarrollo de la tarea.  **SÍ**  **NO** Prestar atención a los factores del entorno físico, especialmente al ruido.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Tres o más deficientes.	2, 3, 8, 9, 10, 11.	4, 6, 12, 13, 14, 15.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS

### **7.5.21 Establecimiento de las condiciones de seguridad en el trabajo a turnos.**

El establecimiento de las condiciones de seguridad en el trabajo a turnos no procede.

### **7.5.22 Establecimiento de las condiciones de seguridad en factores de organización.**

El establecimiento de las condiciones de seguridad en lo concerniente a la carga mental en el lugar de trabajo especificado se rige por la siguiente normativa básica.

Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

UNE 81- 425- 91 Principios ergonómicos a considerar en el proyecto de los sistemas de trabajo.

Constitución Española de 27.12.1978.

RD 39/1997. Reglamento de los Servicios de Prevención.

RD 2065/1974 de 30 de mayo. Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.

Real Decreto-legislativo 1/ 1995 de 24 de marzo. Texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

Seguidamente se presentan las fichas de evaluación rellenas.

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO			
<b>22. FACTORES DE ORGANIZACIÓN</b>		Personas afectadas	<input type="text" value="4"/>
Área de trabajo	<input type="text" value="CUBIERTA DEL EDIFICIO"/>	Fecha	<input type="text" value="17/01/12"/>
		Fecha próxima revisión	<input type="text" value="17/02/12"/>
Cumplimentado por		<input type="text" value="D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO"/>	
1. El trabajo implica la realización continuada de tareas cortas, muy sencillas y repetitivas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>	Pasar a la cuestión 4.
2. El trabajo permite la alternancia de tareas o la ejecución de varias tareas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>	Evitar la repetición de tareas elementales, ampliando el ciclo o dando posibilidad de alternar con otras tareas.
3. Se realiza una tarea o subtarea con entidad propia (se incluye en tareas de preparación, ejecución y revisión).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>	Aumentar el contenido del trabajo dando la posibilidad de efectuar tareas de preparación y control.
4. La preparación de los trabajadores está en consonancia con el trabajo que realizan.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>	Si es insuficiente, dar información. Si es demasiado elevada, ampliar el contenido del trabajo.
5. El trabajador conoce la totalidad del proceso.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>	Informar a los trabajadores del funcionamiento global de la empresa y de sus objetivos.
6. El trabajador sabe para qué sirve su trabajo en el conjunto final.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>	Informar de la importancia de la tarea desarrollada.
7. La organización de las tareas está previamente definida, sin posibilidad de intervención u opción por el interesado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>	Pasar a la cuestión 12.
8. El trabajador puede tener iniciativa en la resolución de incidencias.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>	Dar posibilidad de intervención.
9. Puede detener el trabajo o ausentarse cuando necesite.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>	El trabajador debe tener autonomía para determinar o variar el ritmo de trabajo, ausentarse del puesto y distribuir las pausas.
10. Puede elegir el método de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>	Dar posibilidad de que el trabajador organice su propio trabajo.
11. Tiene posibilidad de controlar el trabajo realizado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>	Dar posibilidad de que el trabajador organice su propio trabajo y controle el resultado del mismo.
12. Se carece de una definición exacta de las funciones que deben desarrollarse en cada puesto de trabajo.	<input type="text" value="SI"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasar a la cuestión 16.
13. Las consignas de ejecución (órdenes de trabajo, instrucciones, procedimientos...) están claramente definidas y se dan a conocer a los trabajadores.	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Las personas deben saber cuáles son las funciones y responsabilidades de su puesto y las de sus compañeros.
14. Se evitan incongruencias, incompatibilidades o contradicciones entre órdenes o métodos de trabajo, exigencias temporales...	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>	Evitar situaciones en las que los trabajadores se encuentren ante exigencias contradictorias (órdenes contradictorios, falta de tiempo, de recursos...).

15. Se informa a los trabajadores sobre la calidad del trabajo realizado.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Informar a los trabajadores de los resultados del trabajo efectuado, de manera que puedan corregirlo si es necesario.
16. Generalmente se toman decisiones sin consultar a los trabajadores.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Resar a la cuestión 20.
17. Para la asignación de tareas se tiene en cuenta la opinión de los interesados.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Tener en cuenta la opinión de los trabajadores para la asignación de tareas.
18. Existe un sistema de consulta. Se van discutiendo los problemas referidos al trabajo.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Establecer sistemas de participación: reuniones, grupos de trabajo, etc.
19. Cuando se introducen nuevos métodos o equipos se consultan o discuten con los trabajadores.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Informar de los cambios. Tener en cuenta la opinión de los trabajadores para su establecimiento.
20. La tarea facilita o permite el trabajo en grupo o la comunicación con otras personas.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Establecer sistemas que faciliten la comunicación entre los trabajadores.
21. Por regla general, el ambiente laboral permite una relación amistosa.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Facilitar la colaboración entre los miembros del grupo de trabajo.
22. El ambiente permite una relación amistosa. Cuando existe algún conflicto se asume y se buscan vías de solución, evitándose situaciones de acoso.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	En caso de detectar conflictos deben aceptarse y buscar vías de solución.
23. Si la tarea se realiza en un recinto aislado, cuenta con un sistema de comunicación con el exterior (teléfono, interfono, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Facilitar la comunicación con el exterior.
24. En caso de existir riesgo de exposición a conductas violentas de personal externo (clientes, atracos...) está establecido un programa de educación.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Debe establecerse un programa de medidas preventivas.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
4 ó más deficientes.	2, 5, 9, 11, 13, 15, 18, 22.	3, 4, 6, 8, 10, 14, 17, 19, 20, 21, 23, 24.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO			
<b>22. FACTORES DE ORGANIZACIÓN</b>		Personas afectadas	2
Área de trabajo	SALA DE ACUMULACION AGS	Fecha	17/01/12
		Fecha próxima revisión	17/02/12
Cumplimentado por		D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO	
1. El trabajo implica la realización continuada de tareas cortas, muy sencillas y repetitivas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasar a la cuestión 4.
2. El trabajo permite la alternancia de tareas o la ejecución de varias tareas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Evitar la repetición de tareas elementales, ampliando el ciclo o dando posibilidad de alternar con otras tareas.
3. Se realiza una tarea o subtarea con entidad propia (se incluye en tareas de preparación, ejecución y revisión).	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Aumentar el contenido del trabajo dando la posibilidad de efectuar tareas de preparación y control.
4. La preparación de los trabajadores está en consonancia con el trabajo que realizan.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Si es insuficiente, dar información. Si es demasiado elevada, ampliar el contenido del trabajo.
5. El trabajador conoce la totalidad del proceso.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Informar a los trabajadores del funcionamiento global de la empresa y de sus objetivos.
6. El trabajador sabe para qué sirve su trabajo en el conjunto final.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Informar de la importancia de la tarea desarrollada.
7. La organización de las tareas está previamente definida, sin posibilidad de intervención u opinión por el interesado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Pasar a la cuestión 12.
8. El trabajador puede tener iniciativa en la resolución de incidencias.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Dar posibilidad de intervención.
9. Puede detener el trabajo o ausentarse cuando necesite.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO El trabajador debe tener autonomía para de terminar o variar el ritmo de trabajo, ausentarse del puesto y distribuir las pausas.
10. Puede elegir el método de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Dar posibilidad de que el trabajador organice su propio trabajo.
11. Tiene posibilidad de controlar el trabajo realizado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO Dar posibilidad de que el trabajador organice su propio trabajo y controle el resultado del mismo.
12. Se carece de una definición expresa de las funciones que deben desarrollarse en cada puesto de trabajo.	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO Pasar a la cuestión 16.
13. Las consignas de ejecución (órdenes de trabajo, instrucciones, procedimientos...) están claramente definidas y se dan a conocer a los trabajadores.	SI	NO	NO Las personas deben saber cuáles son las funciones y responsabilidades de su puesto y las de sus compañeros.
14. Se evitan incongruencias, incompatibilidades o contradicciones entre órdenes o métodos de trabajo, exigencias temporales...	SI	NO	NO Evitar situaciones en las que los trabajadores se encuentren ante exigencias contradictorias (órdenes contradictorios, falta de tiempo, de recursos...).

15. Se informa a los trabajadores sobre la calidad del trabajo realizado.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Informar a los trabajadores de los resultados del trabajo efectuado, de manera que puedan corregirlo si es necesario.
16. Generalmente se toman decisiones sin consultar a los trabajadores.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Resar a la cuestión 20.
17. Para la asignación de tareas se tiene en cuenta la opinión de los interesados.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Tener en cuenta la opinión de los trabajadores para la asignación de tareas.
18. Existe un sistema de consulta. Se van discutiendo los problemas referidos al trabajo.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Establecer sistemas de participación: reuniones, grupos de trabajo, etc.
19. Cuando se introducen nuevos métodos o equipos se consultan o discuten con los trabajadores.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Informar de los cambios. Tener en cuenta la opinión de los trabajadores para su establecimiento.
20. La tarea facilita o permite el trabajo en grupo o la comunicación con otras personas.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Establecer sistemas que faciliten la comunicación entre los trabajadores.
21. Por regla general, el ambiente laboral permite una relación amistosa.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Facilitar la colaboración entre los miembros del grupo de trabajo.
22. El ambiente permite una relación amistosa. Cuando existe algún conflicto se asume y se buscan vías de solución, evitándose situaciones de acoso.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	En caso de detectar conflictos deben aceptarse y buscar vías de solución.
23. Si la tarea se realiza en un recinto aislado, cuenta con un sistema de comunicación con el exterior (teléfono, interfono, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Facilitar la comunicación con el exterior.
24. En caso de existir riesgo de exposición a conductas violentas de personal externo (clientes, atracadores...) está establecido un programa de educación.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Debe establecerse un programa de medidas preventivas.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
4 ó más deficientes.	2, 5, 9, 11, 13, 15, 18, 22.	3, 4, 6, 8, 10, 14, 17, 19, 20, 21, 23, 24.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO			
<b>22. FACTORES DE ORGANIZACIÓN</b>		Personas afectadas	2
Área de trabajo	FACHADA	Fecha	17/01/12
		Fecha próxima revisión	17/02/12
Cumplimentado por		D. JUAN LUIS DÍAZ VILLAREJO	
1. El trabajo implica la realización continuada de tareas cortas, muy sencillas y repetitivas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Pasar a la cuestión 4.
2. El trabajo permite la alternancia de tareas o la ejecución de varias tareas.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Evitar la repetición de tareas elementales, ampliando el ciclo o dando posibilidad de alternar con otras tareas.
3. Se realiza una tarea o subtarea con entidad propia (se incluyen tareas de preparación, ejecución y revisión).	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Aumentar el contenido del trabajo dando la posibilidad de efectuar tareas de preparación y control.
4. La preparación de los trabajadores está en consonancia con el trabajo que realizan.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Si es insuficiente, dar información. Si es demasiado elevada, ampliar el contenido del trabajo.
5. El trabajador conoce la totalidad del proceso.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Informar a los trabajadores del funcionamiento global de la empresa y de sus objetivos.
6. El trabajador sabe para qué sirve su trabajo en el conjunto final.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Informar de la importancia de la tarea desarrollada.
7. La organización de las tareas está previamente definida, sin posibilidad de intervención u opinión por el interesado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Pasar a la cuestión 12.
8. El trabajador puede tener iniciativa en la resolución de incidencias.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Dar posibilidad de intervención.
9. Puede detener el trabajo o ausentarse cuando necesite.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	El trabajador debe tener autonomía para determinar o variar el ritmo de trabajo, ausentarse del puesto y distribuir las pausas.
10. Puede elegir el método de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Dar posibilidad de que el trabajador organice su propio trabajo.
11. Tiene posibilidad de controlar el trabajo realizado.	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Dar posibilidad de que el trabajador organice su propio trabajo y controle el resultado del mismo.
12. Se carece de una definición exacta de las funciones que deben desarrollarse en cada puesto de trabajo.	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasar a la cuestión 16.
13. Las consignas de ejecución (órdenes de trabajo, instrucciones, procedimientos...) están claramente definidas y se dan a conocer a los trabajadores.	SI	NO	Las personas deben saber cuáles son las funciones y responsabilidades de su puesto y las de sus compañeros.
14. Se evitan incongruencias, incompatibilidades o contradicciones entre órdenes o métodos de trabajo, exigencias temporales...	SI	NO	Evitar situaciones en las que los trabajadores se encuentren ante exigencias contradictorias (órdenes contradictorias, falta de tiempo, de recursos...).

15. Se informa a los trabajadores sobre la calidad del trabajo realizado.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Informar a los trabajadores de los resultados del trabajo efectuado, de manera que puedan corregirlo si es necesario.
16. Generalmente se toman decisiones sin consultar a los trabajadores.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Resar a la cuestión 20.
17. Para la asignación de tareas se tiene en cuenta la opinión de los interesados.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Tener en cuenta la opinión de los trabajadores para la asignación de tareas.
18. Existe un sistema de consulta. Suelen discutirse los problemas referidos al trabajo.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Establecer sistemas de participación: reuniones, grupos de trabajo, etc.
19. Cuando se introducen nuevos métodos o equipos se consultan o discuten con los trabajadores.	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Informar de los cambios. Tener en cuenta la opinión de los trabajadores para su establecimiento.
20. La tarea facilita o permite el trabajo en grupo o la comunicación con otras personas.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Establecer sistemas que faciliten la comunicación entre los trabajadores.
21. Por regla general, el ambiente laboral permite una relación amistosa.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Facilitar la colaboración entre los miembros del grupo de trabajo.
22. El ambiente permite una relación amistosa. Cuando existe algún conflicto se asume y se buscan vías de solución, evitándose situaciones de acoso.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	En caso de detectar conflictos deben aceptarse y buscar vías de solución.
23. Si la tarea se realiza en un recinto aislado, cuenta con un sistema de comunicación con el exterior (teléfono, interfono, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Facilitar la comunicación con el exterior.
24. En caso de existir riesgo de exposición a conductas violentas de personal externo (clientes, atracos...) está establecido un programa de educación.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Debe establecerse un programa de medidas preventivas.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
4 ó más deficientes.	2, 5, 9, 11, 13, 15, 18, 22.	3, 4, 6, 8, 10, 14, 17, 19, 20, 21, 23, 24.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

## 7.6 Mecanismo de evaluación de riesgos

En este estudio se identificará el factor de riesgo y se le asociarán los riesgos derivados de su presencia. Se empleará el concepto de “grado de riesgo” obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad de que se produzca el daño y de la severidad de las consecuencias del mismo. Este es el método recomendado por el “Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el Trabajo”

Se han establecido diferentes grados de riesgo obtenidos de las diferentes combinaciones de la probabilidad y las consecuencias, las cuales se indican en la tabla 47:

**Tabla 47 – Grados de riesgo. Fuente INSHT.**

CONSECUENCIAS			PROBABILIDAD	
LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO		
Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado		BAJA
Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo considerable		MEDIA
Riesgo moderado	Riesgo considerable	Riesgo intolerable	ALTA	

- Riesgo Trivial: no se requiere acción específica.
- Riesgo Tolerable: no necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar mejoras que no supongan carga económica. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
- Riesgo Moderado: se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo. Deben implantarse medidas para reducir el riesgo en un tiempo determinado.
- Riesgo considerable: no debe comenzarse o continuar el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo.
- Riesgo Intolerable: debe prohibirse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo.

En el caso de las Consecuencias, se consideran las esperadas en caso de que se materialice el riesgo, teniendo en cuenta para ello históricos de siniestralidad.

## 7.7 Identificación de riesgos

### 7.7.1 Caídas de personas a distinto nivel

Las instalaciones de energía solar térmica, lo más habitual es que se realicen en las cubiertas de edificios, por lo que es necesario extremar las medidas de seguridad por caídas de personas a distinto nivel. En este caso en la zona de trabajo del edificio no existen barandillas por tanto habrá que instalarlas previo al trabajo en la cubierta.

**Tabla 48** – Evaluación del riesgo de caídas de personas a distinto nivel.

SITUACIÓN DE RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ESTIMACIÓN
Trabajo en cubierta de edificios	Baja	Extremadamente dañino	Moderado
Escaleras de mano	Baja	Extremadamente dañino	Moderado

### 7.7.2 Caídas de objetos desprendidos

En los trabajos en cubiertas, principalmente si estas son inclinadas, se produce riesgo de caída de objetos por los límites de la cubierta. También aparece este riesgo en la descarga y traslado del material a utilizar y en la instalación de paneles y estructura metálica.

**Tabla 49** – Evaluación del riesgo de caídas de objetos desprendidos.

SITUACIÓN DE RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ESTIMACIÓN
Descarga de material	Baja	Dañino	Tolerable
Traslado de material	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de paneles	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de estructuras	Baja	Extremadamente dañino	Moderado
Trabajo en cubierta del edificio	Baja	Dañino	Tolerable

### 7.7.3 Proyección de fragmentos y/o partículas

El principal riesgo de proyección de fragmentos y partículas en el montaje de una instalación solar térmica se produce en el trabajo con la estructura metálica por los cortes y soldaduras.

**Tabla 50** – Evaluación del riesgo de proyección de fragmentos y/o partículas

SITUACIÓN DE RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ESTIMACIÓN
Trabajos de soldadura	Baja	Dañino	Tolerable
Corte de elementos metálicos	Baja	Dañino	Tolerable

### 7.7.4 Pisadas sobre objetos

En trabajos sobre cubiertas es necesario evitar depositar objetos sobre la cubierta que puedan provocar tropiezos y pisadas. La propia instalación y los objetos existentes en la cubierta también pueden producir riesgo de pisadas sobre objetos.

**Tabla 51** – Evaluación del riesgo de pisadas sobre objetos

SITUACIÓN DE RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ESTIMACIÓN
Herramientas sobre el suelo	Baja	Dañino	Tolerable
Materiales sobre el suelo	Baja	Dañino	Tolerable

### 7.7.5 Golpes / cortes por objetos

Las estructuras metálicas tienen presencia de aristas que pueden ser cortantes. Los paneles solares térmicos tienen en la parte superior un cristal por lo que su manipulación debe ser cuidadosa para evitar roturas y cortes.

**Tabla 52** – Evaluación del riesgo de golpes y/o cortes por objetos

SITUACIÓN DE RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ESTIMACIÓN
Descarga de material	Baja	Dañino	Tolerable
Traslado de material	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de paneles	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de estructuras	Baja	Dañino	Tolerable

### 7.7.6 Herramienta

**Tabla 53** – Evaluación del riesgo por herramientas.

SITUACIÓN DE RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ESTIMACIÓN
Montaje de estructuras	Baja	Dañino	Tolerable
Montaje de paneles	Baja	Dañino	Tolerable
Montaje eléctrico	Baja	Dañino	Tolerable

### 7.7.7 Atrapamientos por o entre objetos

La situación de mayor riesgo por atrapamiento por o entre objetos se produce en la descarga y traslado de materiales. Los paneles solares térmicos y las estructuras metálicas son elementos que por su volumen son de difícil manejo, y requieren para su descarga la utilización de elementos mecánicos.

**Tabla 54** – Evaluación del riesgo de atrapamiento por o entre objetos

SITUACIÓN DE RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ESTIMACIÓN
Descarga de material	Baja	Extremadamente dañino	Moderado
Traslado de material	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de acumuladores	Baja	Extremadamente dañino	Moderado

### 7.7.8 Sobreesfuerzos

En las instalaciones solares térmicas se utilizan materiales pesados y voluminosos con medios mecánicos y manuales. Cuando la manipulación es manual existe el riesgo de aparición de sobreesfuerzos, por lo que los trabajadores deberán tener la formación necesaria en materia de prevención de riesgos laborales.

**Tabla 55 – Evaluación del riesgo por sobreesfuerzos**

SITUACIÓN DE RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ESTIMACIÓN
Descarga de material	Baja	Dañino	Tolerable
Traslado de material	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de acumuladores	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de paneles	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de estructuras	Baja	Dañino	Tolerable

### 7.7.9 Riesgo eléctrico

Alguno de los componentes de una instalación solar térmica son de accionamiento eléctrico, con lo que resulta necesario realizar una instalación eléctrica con sus correspondientes elementos de corte y protección. También se utilizan herramientas eléctricas que deberán contar con las correspondientes medidas de seguridad.

**Tabla 56 – Evaluación del riesgo eléctrico**

SITUACIÓN DE RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ESTIMACIÓN
Colocación de paneles	Alta	Ligeramente dañino	Moderado
Montaje de líneas eléctricas	Baja	Dañino	Tolerable
Uso de aparatos eléctricos	Baja	Dañino	Tolerable

### 7.7.10 Posición

La postura en la realización de algunos trabajos en el montaje de una instalación solar térmica puede llevar a la aparición de lesiones de tipo muscular o articular. En el montaje de paneles, puede ser necesario adoptar posturas de trabajo forzadas o extremas, por lo cual se recomienda controlar el tiempo de trabajo en dichas condiciones.

**Tabla 57 – Evaluación del riesgo por posición**

SITUACIÓN DE RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ESTIMACIÓN
Descarga de material	Baja	Dañino	Tolerable
Traslado de material	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de acumuladores	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de paneles	Media	Dañino	Moderado
Colocación de estructuras	Baja	Dañino	Tolerable

### 7.7.11 Desplazamientos

Deben facilitarse los accesos a la cubierta donde se realice la instalación solar térmica para el tránsito de los trabajadores con carga o sin carga. En el edificio debe existir acceso natural por el interior si no existiese se tendrá que habilitar un acceso por la fachada provisto de las medidas de seguridad.

**Tabla 58 – Evaluación del riesgo por desplazamientos**

SITUACIÓN DE RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ESTIMACIÓN
Descarga de material	Baja	Dañino	Tolerable
Traslado de material	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de acumuladores	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de paneles	Media	Dañino	Moderado
Colocación de estructuras	Baja	Dañino	Tolerable

### 7.7.12 Esfuerzos

Por el peso y volumen de los paneles solares térmicos, los depósitos de acumulación y demás equipos que componen la instalación, la carga física del trabajo es importante. Al realizarse parte de la instalación en la cubierta, las condiciones climatológicas, especialmente en verano y en invierno, también afectan a la capacidad física del trabajador.

**Tabla 59 – Evaluación del riesgo por esfuerzos**

SITUACIÓN DE RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ESTIMACIÓN
Descarga de material	Baja	Dañino	Moderado
Traslado de material	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de acumuladores	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de paneles	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de estructuras	Baja	Dañino	Tolerable

### 7.7.13 Manipulación de cargas

El peso de un panel solar térmico en vacío se sitúa entre 40 y 50 kilos, por tanto la manipulación de estos equipos se realizará o bien con medios mecánicos o con la intervención de al menos dos trabajadores. EL volumen de los paneles, con una superficie media de exposición de 2 m<sup>2</sup> provoca que la manipulación sea compleja.

También la manipulación de los depósitos de acumulación, por su volumen y peso, requiere la utilización de medios mecánicos o la intervención de varios trabajadores.

**Tabla 60 – Evaluación del riesgo por manipulación de cargas**

SITUACIÓN DE RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ESTIMACIÓN
Descarga de material	Baja	Dañino	Tolerable
Traslado de material	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de acumuladores	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de paneles	Baja	Dañino	Tolerable
Colocación de estructuras	Baja	Dañino	Tolerable

### 7.7.14 Insatisfacción

La realización de una instalación solar térmica requiere de la realización de trabajos variados que comprenden la instalación de paneles, estructura, instalación hidráulica, instalación eléctrica, componentes electrónicos, etc., es importante realizar rotaciones en los puestos de trabajo para evitar la repetición de tareas elementales y aumentar la participación.

**Tabla 61 – Evaluación del riesgo por insatisfacción**

SITUACIÓN DE RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	ESTIMACIÓN
Colocación de paneles	Baja	Ligeramente dañino	Trivial
Colocación de estructuras	Baja	Ligeramente dañino	Trivial

## 7.8 Medidas preventivas

Las medidas preventivas a tener en cuenta son:

- Normativa de prevención dirigida y entregada a los operarios de las máquinas y herramientas para su aplicación en todo su funcionamiento.
- Cuidar el cumplimiento de la normativa vigente en:
  - Manejo de maquinas y herramientas.
  - Movimiento de materiales y cargas.
  - Utilización de medios auxiliares.
- Mantener los medios auxiliares y las herramientas en buen estado de conservación.
- Disposición y ordenamiento del tráfico de vehículos, acera y pasos para trabajadores.
- Señalización de la obra en su generalidad.
- Protección de huecos para evitar la caída de objetos.
- Protecciones de fachadas evitando la caída de objetos a personas.
- Asegurar la entrada y salida de materiales de forma organizada y coordinada con los trabajos de realización de la obra.
- Orden y limpieza en toda la obra.
- Delimitación de las zonas de trabajo y cercado si es necesario.

## **7.9 Protecciones**

### **7.9.1 Protecciones colectivas**

Las protecciones previstas son:

- Señales varias en la obra de indicación de peligro.
- Señales normalizadas para el tránsito de vehículos.
- Comprobación de que todas las máquinas y herramientas disponen de sus protecciones colectivas de acuerdo con la normativa vigente.

Todo ello armonizado con las posibilidades y formación de los trabajadores en la prevención de riesgos laborales.

### **7.9.2 Protecciones personales**

Las protecciones necesarias para la realización de los trabajos previstos desde le proyecto son los siguientes:

- Protección del cuerpo, de acuerdo con la climatología, mediante ropa de trabajo adecuada.
- Protección del trabajador en su cabeza, extremidades, ojos y contra caídas de altura con los siguientes medios:
  - ✓ Casco
  - ✓ Sistema anticaídas
  - ✓ Cinturón de seguridad
  - ✓ Gafas de seguridad
  - ✓ Guantes de latex
  - ✓ Guantes finos de goma para contactos con el hormigón
  - ✓ Guantes de cuero para soldadura oxiacetilénica.
  - ✓ Mandil
  - ✓ Polainas.
  - ✓ Calzado de seguridad impermeable
  - ✓ Impermeable



# PLIEGO DE CONDICIONES



**Índice del**  
**“PLIEGO**  
**DE**  
**CONDICIONES”**

1 PLIEGO DE CONDICIONES.



# 1. PLIEGO DE CONDICIONES

## **ÍNDICE DESGLOSADO “PLIEGO DE CONDICIONES”**

1	PLIEGO DE CONDICIONES.....	1
1.1	Definición y alcance de los pliegos.....	1
1.1.1	Objetivo.....	1
1.1.2	Cuerpo normativo. ....	1
1.1.3	Documentos que definen las obras. ....	1
1.1.4	Compatibilidad y relaciones entre dichos documentos.....	2
1.2	Condiciones generales facultativas .....	3
1.2.1	Obligaciones del contratista.....	3
1.2.2	Facultades de la dirección técnica.....	5
1.2.3	Disposiciones varias.....	6
1.3	Condiciones generales económicas.....	9
1.3.1	Mediciones.....	9
1.3.2	Valoraciones .....	10
1.4	Condiciones generales legales.....	13
1.4.1	Recepción de obras .....	13
1.4.2	Cargos al contratista.....	14
1.4.3	Disposiciones varias.....	15
1.5	Pliego de condiciones técnicas.....	17
1.5.1	Condiciones generales .....	17
1.5.2	Condiciones que han de cumplir los materiales.....	17
1.5.3	Condiciones para la ejecución de las unidades de obra .....	21
1.5.4	Control de calidad.....	30
1.5.5	Materiales y unidades de obra no especificadas. ....	30
1.6	Cumplimiento de los plazos. ....	31
1.7	Plan de obra y relación de maquinaria. ....	32
1.7.1	Materiales en depósitos.....	32
1.7.2	Materiales y medios auxiliares.....	32
1.8	Manuales de mantenimiento y planos “as built”.....	34

# 1 PLIEGO DE CONDICIONES

## 1.1 Definición y alcance de los pliegos

### 1.1.1 Objetivo.

El presente pliego regirá en unión de las disposiciones que con carácter general y particular se indican, y tienen por objeto la ordenación de las condiciones técnico-facultativas que han de regir en la ejecución de las obras del proyecto de construcción de la planta en la población.

### 1.1.2 Cuerpo normativo.

El cuerpo normativo de aplicación en la ejecución de las obras objeto del presente proyecto será el formado por toda la **LEGISLACIÓN DE OBLIGADO CUMPLIENTO** que le sea de aplicación en la fecha de la forma del Contrato de adjudicación de las obras.

Si entre la normativa de aplicación existiesen discrepancias, se aplicarán las más restrictivas, salvo que por parte de la Dirección Facultativa se manifieste por escrito lo contrario en el libro de Ordenes.

Si entre la normativa de aplicación existiese contradicción será la Dirección Facultativa quien manifieste por escrito la decisión a tomar en el Libro de Ordenes.

Será de responsabilidad del Contratista cualquier decisión tomada en los supuestos anteriores si no está firmada en el Libro de Órdenes por la Dirección Facultativa y por tanto estará obligado a asumir las consecuencias que se deriven de las órdenes que debe tomar la Dirección Facultativa para corregir la situación creada.

### 1.1.3 Documentos que definen las obras.

El presente pliego, conjuntamente con los documentos Memoria, Planos y Mediciones y Presupuesto, forman el proyecto que servirá de base para la ejecución de las obras. Los planos constituyen los documentos que definen la obra en forma geométrica y cuantitativa.

#### **1.1.4 Compatibilidad y relaciones entre dichos documentos.**

Lo mencionado en los pliego de condiciones y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y los Pliegos de Condiciones, prevalecerán estos últimos.

Las omisiones en Planos y Pliegos de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de las obras que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o la intención expuesta en los Planos y Pliegos de Condiciones , o que, por su uso y costumbre, deben ser realizados, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar esos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubiera sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliegos de Condiciones sin que suponga variación en el presupuesto de la unidad o el capítulo.

## **1.2 Condiciones generales facultativas**

### **1.2.1 Obligaciones del contratista**

#### Artículo 1. Condiciones técnicas.

Las presentes condiciones técnicas serán de obligada observación por el contratista a quien se adjudique la obra, el cual deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutar la obra con estricta sujeción a las mismas en la propuesta que formule y que sirva de base a la adjudicación.

#### Artículo 2. Marcha de los trabajos.

Para la ejecución del programa de desarrollo de la obra, el contratista deberá tener siempre en la obra un número de obreros proporcionado a la extensión de los trabajos y clases de estos que estén ejecutándose.

#### Artículo 3. Personal.

Todos los trabajos han de ejecutarse por personas especialmente preparadas. Cada oficio ordenará su trabajo armónicamente con los demás procurando siempre facilitar la marcha de los mismos, en ventaja de la buena ejecución y rapidez de la construcción, ajustándose a la planificación económica prevista en el proyecto.

El contratista permanecerá en la obra durante la jornada de trabajo, pudiendo estar representado por un encargado apto, autorizado por escrito, para recibir instrucciones verbales y firmar recibos y planos o comunicaciones que se lo dirijan.

#### Artículo 4. Precauciones a adoptar durante la construcción.

Las precauciones a adoptar durante la construcción serán las previstas en la reglamentación sobre seguridad y salud en el trabajo y prevención de riesgos laborales.

El contratista se sujetará a las leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a los que se dicten la ejecución de las obras.

#### Artículo 5. Responsabilidades del contratista.

En la ejecución de las obras que se hayan contratado, el contratista será el

único responsable, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio a que pudiera costarle, ni por las erradas maniobras que cometiese durante la construcción, siendo de su cuenta y riesgo e independiente de la inspección del Ingeniero. Asimismo será responsable ante los Tribunales de los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran, tanto en la construcción como en los andamios, ateniéndose en todo a las disposiciones y leyes comunes sobre la materia.

Artículo 6. Desperfectos en propiedades colindantes.

Si el contratista causase algún defecto en propiedades colindantes tendrá que restaurarlas por su cuenta dejándolas en el estado en que las encontró al comienzo de la obra. El contratista adoptará cuantas medidas encuentre necesarias para evitar la caída de operarios, desprendimiento de herramientas y materiales que puedan herir o matar a alguna persona.

Artículo 7. Seguro de incendios.

Queda obligado el contratista a asegurar las obras en Compañía de reconocida solvencia inscrita en el registro de Ministerio de Hacienda en virtud de la vigente Ley de Seguros. En caso de no asegurar las obras se entiende que es el contratista el asegurador.

La póliza habrá de extenderse con la condición especial de que si bien el contratista la suscribe con dicho carácter es requisito indispensable que, en caso de siniestros una vez justificada su cuantía, el importe íntegro de la indemnización lo cobre la entidad propietaria, para ir pagando la obra que se reconstruya a medida que esta se vaya realizando, previstas las certificaciones facultativas, como los demás trabajos de la construcción.

Artículo 8. Obligaciones no especificadas.

Es obligación del contratista ejecutar cuanto sea necesario para la terminación completa y buena construcción y aspecto de las obras, aunque algún detalle complementario no se halle expresamente determinado en estas condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero-Director.

Las dudas que pudieran ocurrir en las condiciones y demás documentos del contrato se resolverán por el Ingeniero-Director así como la inteligencia e interpretación de los planos, detalles y descripciones debiendo someterse el contratista a lo que dicho facultativo decida.

#### Artículo 9. Documentos que puede reclamar el contratista.

El contratista conforme a lo dispuesto en el Pliego de Condiciones, podrá sacar a sus expensas copias de los documentos del Proyecto de Contrata, cuyos originales le serán facilitados por el Ingeniero-Director, el cual autorizará con su firma las copias, si el contratista las desea.

#### Artículo 10. Seguros.

El contratista estará asegurado en Compañía solvente o Ingeniero-Director para cubrir todos los accidentes que ocurran en la obra, si la Compañía no los abonase, los abonará el contratista directamente.

En cualquier momento estos documentos podrán ser exigidos por la propiedad y la Dirección Facultativa.

### **1.2.2 Facultades de la dirección técnica**

#### Artículo 1. Interpretación de los documentos de proyecto.

El contratista queda obligado a que todas las dudas que surjan en la interpretación de los documentos del Proyecto o posteriormente durante la ejecución de los trabajos serán resueltas por la Dirección Facultativa de acuerdo con el “Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura”, Pliego de Condiciones que queda en su articulado incorporado al presente e las Condiciones Técnicas.

Las especificaciones no descritas en el presente Pliego con relación al Proyecto deben considerarse como datos en cuenta en la formulación del Presupuesto por parte de la empresa que realice las obras así como el grado de calidad de las mismas.

En las circunstancias en la que se vertieran conceptos en los documentos escritos que no fueran reflejados en los Planos del Proyecto, el criterio a seguir lo decidirá la Dirección Facultativa de las obras, recíprocamente cuando en los documentos gráficos aparecieran conceptos que no se ven reflejados en documentos escritos, la especificación de los mismos, será decidida por la Dirección Facultativa de las obras.

La Contrata deberá consultar previamente cuantas dudas estime oportunas para una correcta interpretación de la calidad constructiva y de características del Proyecto.

#### Artículo 2. Aceptación de materiales.

Los materiales serán reconocidos antes de su puesta en obra por la Dirección Facultativa, sin cuya aprobación no podrán emplearse en dicha obra; para ello la contrata proporciona al menos dos pruebas para su examen por parte de la Dirección Facultativa, ésta se reserva el derecho de desechar aquellos que no reúnan las condiciones que a su juicio, no considera aptas. Los materiales desechados serán retirados de la obra en el plazo más breve. Las muestras de los materiales una vez han sido estos aceptados, serán guardados juntamente con los certificados de los análisis para su posterior comparación y contraste.

#### Artículo 3. Mala ejecución.

Si a juicio de la Dirección Facultativa hubiera alguna parte de la obra mal ejecutada, el contratista tendrá la obligación de demolerla y volverla a realizar cuantas veces sea necesario, hasta que quede a satisfacción de dicha Dirección, no otorgando estos aumentos de trabajo derecho a percibir ninguna indemnización de ningún género, aunque las condiciones de mala ejecución de la obra se hubiesen notado después de la recepción provisional, sin que ello en los plazos parciales o en el total de ejecución de la obra.

#### Artículo 4. Reformas en el proyecto.

Si durante el curso de las obra el Ingeniero-Director estimase conveniente introducir modificaciones en el proyecto, el contratista estará obligado a realizarlas siempre y cuando la cantidad de obras proyectadas no aumentasen en una sexta parte las de igual índole, consignadas en el Presupuesto de Contrata, abonándosele la parte que resulte con arreglo a los precios del Proyecto.

### **1.2.3 Disposiciones varias.**

#### Artículo 1. Replanteo.

Como actividad previa a cualquier otra de la obra se procederá por la Dirección

Facultativa a la comprobación del replanteo de las obras en presencia del Contratista marcando sobre el terreno conveniente todos los puntos necesarios para su ejecución. De esta operación se extenderá acta por duplicado que firmará la Dirección Facultativa y la Contrata, la cuál, facilitará por su cuenta todos los medios necesarios para la ejecución de los referidos replanteos y señalamiento de los mismos, cuidando bajo su responsabilidad de las señales o datos fijados para su determinación. Asimismo para el resto de replanteos que se verifiquen en la obra, estos se realizarán por el Contratista con la consiguiente aprobación de la Dirección Facultativa para el inicio de la correspondiente unidad.

#### Artículo 2. Libro de Ordenes, Asistencia e Incidencias.

Con objeto de que en todo momento se pueda tener un conocimiento exacto de la ejecución e incidencias de la obra, se llevará, mientras dure la misma, el libro de Ordenes, Asistencia e Incidencias, en el que se reflejarán las visitas facultativas realizadas por la Dirección de la obra, incidencias surgidas y en general, todos aquellos datos que sirvan para determinar con exactitud si por la contrata se han cumplido los plazos y fases de ejecución previstas para la realización del proyecto.

El Ingeniero-Director de la obra, y los demás facultativos colaboradores en la dirección de las mismas, irán dejando constancia, mediante las oportunas referencias, de sus visitas e inspecciones y las incidencias que surjan en el transcurso de ellas y obliguen a cualquier modificación en el proyecto o la ejecución de las obras, las cuales serán de obligado cumplimiento.

Las anotaciones en el libro de Órdenes, Asistencia e Incidencias, darán fe a efectos de determinar las posibles causas de resolución e incidencias del contrato. Sin embargo, cuando el contratista no estuviese conforme, podrá alegar en su descargo todas aquellas razones que abonen su postura, aportando las pruebas que estime pertinentes. Efectuar una orden a través del correspondiente asiento en este Libro, no será obstáculo para que cuando la Dirección Facultativa lo juzgue conveniente, se efectúe la misma también por oficio. Dicha orden se reflejará también en el Libro de Ordenes.

#### Artículo 3. Modificaciones en la unidades de Obra.

Cualquier modificación en las unidades de obra que suponga la realización de distinto número de aquellas, mas o menos de las figuradas en el estado de mediciones del presupuesto, deberá ser conocida y aprobada previamente a su ejecución por el Director Facultativo, haciéndose constar en el Libro de la Obra, tanto la autorización citada como la comprobación posterior de su ejecución.

En caso de no obtener esta autorización, el contratista no podrá pretender, en ningún caso, el abono de las unidades de obra que se hubiesen ejecutado de más respecto a las figuradas en el proyecto.

Artículo 4. Controles de obra: Pruebas y ensayos.

Se ordenará cuando se estime oportuno, realizar las pruebas y ensayos, análisis y extracción de muestras de obra realizada para comprobar tanto los materiales como las unidades de obra están en plenas condiciones y cumplen lo establecido en este Pliego. El abono de todas las pruebas y ensayos será de cuenta del contratista.

Artículo 5. Correspondencia oficial.

El contratista tendrá derecho a que se le acuse recibo, si lo pide, de las comunicaciones y reclamaciones que dirija al Ingeniero-Director y a su vez esta obligado a devolver a dicho Ingeniero, ya en originales , ya en copias, todas las ordenes y avisos que de él reciba poniendo al pie el “enterado” y su firma.

Artículo 6. Accesos a la obra.

Se facilitarán los accesos a todas las partes de la obra por medio de chaperas, andamiaje con tablonas, pasamanos, etc, de tal manera que todas las personas que accedan a los diversos sitios de la obra tengan la seguridad necesaria para la revisión de los diferentes trabajos.

Artículo 7. Gastos de obra.

Serán por cuenta del promotor salvo que se indiquen en contrato, los gastos referentes a licencia de obras, honorarios de Proyecto y Dirección Facultativa, así como todos los originados para dotar a la obra de acometidos de agua, electricidad, etc.

## 1.3 Condiciones generales económicas

### 1.3.1 Mediciones

#### Artículo 1. Forma de medición.

La medición del conjunto de unidades de obra que constituyen el proyecto se verificará aplicando a cada unidad de obra la unidad de medida que le sea apropiada y con arreglo a las mismas unidades adoptadas en el presupuesto, unidad completa, partida alzada, metros cuadrados, cúbicos o lineales, kilogramos, etc.

Tanto las mediciones parciales como las que se ejecuten al final de la obra, se realizarán conjuntamente con el Contratista, levantándose las correspondientes actas que serán firmadas por ambas partes.

Todas las mediciones que se efectúen comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo el contratista derecho a reclamación de ninguna especie por las diferencias que se produjeran entre las mediciones que se ejecuten y las que figuren en el proyecto, así como tampoco por los errores de clasificación de las diversas unidades de obra que figuren en los estados de valoración.

#### Artículo 2. Valoración de unidades no expresadas en este Pliego.

La valoración de las obras no expresadas en este Pliego se verificará aplicando a cada una de ellas la medida que le sea más apropiada y en forma de condiciones que estime justas el Ingeniero, multiplicando el resultado final por el precio correspondiente.

#### Artículo 3. Equivocaciones en el presupuesto.

Se supone que el contratista ha hecho un detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por lo tanto, al no haber hecho ninguna observación sobre errores posibles o equivocaciones del mismo, no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios, de tal suerte que si la obra ejecutada con arreglo al proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna, si por el contrario el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

### 1.3.2 Valoraciones

#### Artículo 1. Valoraciones.

Las valoraciones de las unidades de obra que figuran en el presente proyecto, se efectuarán multiplicando el número de éstas por el precio unitario asignado a las mismas en el presupuesto.

En el precio unitario aludido en el párrafo anterior se consideran incluidos los gastos de transportes de materiales, las indemnizaciones o pagos que hayan de hacerse por cualquier concepto, así como todo tipo de impuestos fiscales que graven los materiales por el Estado, Provincia o Municipio, durante la ejecución de las obras, y toda clase de cargas sociales. También serán de cuenta del contratista los honorarios, las tasas y demás gravámenes que se originan con ocasión de las inspecciones, aprobación y comprobación de las instalaciones con que esté dotado el inmueble.

El contratista no tendrá derecho por ello a pedir indemnización alguna por las causas enumeradas. En el precio de cada unidad de obra van comprendidos los de todos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra terminada y en disposición de recibiese.

#### Artículo 2. Valoración de las obras no incluidas o incompletas.

Las obras no incluidas se abonarán con arreglo a precios consignados en el Presupuesto, sin que pueda pretenderse cada valoración de la obra fraccionada en otra forma que la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

#### Artículo 3. Precios contradictorios.

Si ocurriese algún caso excepcional e imprevisto en el cual fuese necesaria la designación de precios contradictorios entre la propiedad y el contratista, estos precios deberán fijarse con arreglo a los determinados para unidades análogas, después de haber convenido lo mismo el Ingeniero en representación de la Propiedad y el Contratista.

#### Artículo 4. Rotaciones valoradas.

El Contratista de la obra formulará mensualmente una relación valorada de los trabajos ejecutados desde la anterior liquidación con sujeción a los precios del presupuesto.

La dirección Facultativa, que presenciara las operaciones de valoración y medición, tendrá un plazo de diez días para examinarlas. Deberá dentro de este plazo dar su conformidad o, en caso contrario, hacer las observaciones que considere convenientes.

Estas relaciones valoradas no tendrán más que carácter provisional a buena cuenta, y no suponen la aprobación de las obras que en ellas se comprenden. Se formará multiplicando los resultados de la medición por los precios correspondientes, y descontando si hubiera lugar la cantidad correspondiente al tanto por ciento de baja o mejora producido en la licitación.

Artículo 5. Obras que se abonarán al contratista: Precio de las mismas.

Se abonarán al contratista la obra que realmente se ejecute con sujeción al proyecto que sirve de base al contrato, o a las modificaciones del mismo, autorizadas por la superioridad, o las órdenes que con arreglo a sus facultades le haya comunicado por escrito el Director de la obra, siempre que dicha obra se halle ajustada a los preceptos del contrato y sin que su importe pueda exceder de la cifra total de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número de unidades que se consignan en el Proyecto o en el Presupuesto no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones de ninguna especie, salvo en los casos de rescisión.

Tanto en las certificaciones de obra como en la liquidación final, se abonarán las obras hechas por el contratista a los precios de ejecución material que figuran en el presupuesto para cada unidad de obra.

Si excepcionalmente se hubiera realizado algún trabajo que no se halle reglado exactamente en las condiciones de la contrata pero que, sin embargo, sea admisible a juicio del Director, se dará conocimiento de ello, proponiendo a la vez la rebaja de precios que se estime justa, y si aquella resolviese aceptar la obra, quedará el contratista obligado a conformarse con la rebaja acordada.

Cuando se juzgue necesario emplear materiales para ejecutar obras que no figuren en el proyecto, se evaluará su importe a los precios asignados a otras obras o materiales análogos si los hubiera, y cuando no, se discutirá entre el Director de la obra y el contratista, sometiéndoles a la aprobación superior.

Los nuevos precios convenidos por uno u otro procedimiento se sujetarán siempre a lo establecido en el contrato general de la obra.

Al resultado de la valoración hecha de este modo, se le aumentará el tanto por ciento adoptado para formar el presupuesto de la contrata, y de la cifra que se obtenga se descontará lo que proporcionalmente corresponda a la rebaja hecha, en el caso de que exista dicha lista.

Cuando el contratista, con la autorización del Director de la obra emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que lo estipulado en el proyecto, sustituyéndose la clase de fábrica por otra que tenga asignado mayor precio, ejecutándose con mayores dimensiones o cualquier otra modificación que resulte beneficiosa a juicio de la Propiedad, no tendrá derecho, sin embargo, sino a lo que correspondería si hubiese construido la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.

#### Artículo 6. Abono de las partidas alzadas.

Las cantidades calculadas para obras accesorias, aunque figuren por una partidaalzada del presupuesto, no serán abonadas sino a los precios de la contrata, según las condiciones de la misma y los proyectos particulares que para ellos se formen o en su defecto, por lo que resulte de la medición final.

Para la ejecución material de las partidas alzadas figuradas en el proyecto de obra, deberá obtenerse la aprobación de la Dirección Facultativa. A tal efecto, antes de proceder a su realización se someterá a su consideración el detalle desglosado del importe de la misma, el cual, si es de conformidad podrá ejecutarse.

## 1.4 Condiciones generales legales

### 1.4.1 Recepción de obras

#### Artículo 1. Recepción de las obras.

Una vez terminadas las obras, y hallándose en las condiciones exigidas, se procederá a la recepción de las mismas.

Al acto de recepción concurrirán la propiedad, el facultativo encargado de la dirección de la obra y el contratista, levantándose el acta correspondiente. En caso de que las obras no se hallen en estado de ser recibidas se actuará conforme a lo dispuesto en contrato establecido.

El Plazo de la garantía comenzará a contarse a partir de la fecha de la recepción de la obra. Al realizarse la recepción de las obras deberá presentar el contratista las pertinentes autorizaciones de los Organismos oficiales de la provincia para el uso y puesta en marcha de las instalaciones que así lo requieran. No se efectuará esa recepción de las obras si no se cumple este requisito.

#### Artículo 2. Plazo de garantía.

Sin perjuicio de las garantías que expresamente se detallan en el contrato el contratista garantiza en general todas las obras que ejecute, así como los materiales empleados en ellas y su buena manipulación.

El plazo de garantía será el establecido en contrato y durante este periodo corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por dicha causa se produzcan, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Administración con cargo a la fianza.

El contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Una vez aprobada la recepción y liquidación definitiva de las obras, la Propiedad tomará acuerdo respecto a las retenciones efectuadas.

Tras la recepción de la obra el contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo lo referente a los vicios ocultos de la construcción debidos a

incumplimiento doloso del contrato por parte del empresario, de los cuales responderá en el término de 10 años. Transcurrido este plazo quedará totalmente extinguida la responsabilidad.

#### Artículo 3. Pruebas para la recepción.

Con carácter previo a la ejecución de las unidades de obra, los materiales habrán de ser reconocidos y aprobados por la Dirección Facultativa. Si se hubiese efectuado su manipulación o colocación son obtener dicha conformidad deberán ser retirados todos aquellos que la citada dirección rechaza, dentro de un plazo de treinta días.

El contratista presentará oportunamente muestras de cada clase de material a la aprobación de la Dirección facultativa, las cuales se conservarán para efectuar en su día comparación o cotejo con los que se empleen en obra.

### **1.4.2 Cargos al contratista**

#### Artículo 1. Planos de las Instalaciones.

El contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa entregará en el acto de la recepción de la obra o anteriormente a la misma, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que haya quedado.

#### Artículo 2. Autorizaciones y Licencias.

El contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expresar las delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, par la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también de cuenta del contratista todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación, salvo que se especifique lo contrario en el contrato entre la Propiedad y el contratista.

#### Artículo 3. Conservación durante el plazo de garantía.

El contratista durante el tiempo que media entre la terminación de la obra y tres años después de la fecha de recepción de la misma, será el conservador de las obras, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse.

### **1.4.3 Disposiciones varias**

#### Artículo 1. Normas de aplicación.

Para todo aquello no detallado expresamente en los artículos anteriores, y en especial sobre las condiciones que deberían reunir los materiales que se emplean en obra, así como la ejecución de cada unidad de obra, y las normas para su medición y valoración regirá el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura.

Se cumplimentarán todas las normas de la Presidencia del Gobierno, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, y demás vigentes y las sucesivas que se publiquen en el transcurso de las obras.

#### Artículo 2. Suspensión de las obras.

Cuando la entidad propietaria desee suspender la ejecución de las obras tendrá que avisarlo con un mes de anticipación, y el contratista tendrá que suspender los trabajos sin derecho a indemnización, siempre que se le abone el importe de la obra ejecutada, y el valor de los materiales acumulados al pie de obra, al precio corriente de la localidad; igual se hará en los casos de rescisión justificada.

Si la suspensión de las obras fuese motivada por el contratista, el propietario se reserva el derecho a la rescisión del contrato, abonando al contratista tan sólo la obra ejecutada con pérdida de la retención como indemnización de perjuicio irrogados a la entidad propietaria; quedando obligado el contratista a responder de los perjuicios a esta cantidad, salvo que se indique lo contrario en el contrato.

En caso de muerte o de quiebra del contratista, quedará rescindida la contrata, a no ser que los herederos o los síndicos de la quiebra ofrezcan llevarla a cabo bajo las condiciones estipuladas en la misma. El propietario puede admitir o desechar el ofrecimiento, sin que en este caso tengan aquéllos derecho a indemnización alguna.

Tanto en estos casos de rescisión como en los que legalmente se pudiesen

presentar, las herramientas y demás elementos de trabajo que sean de pertenencia del contratista, tendrá éste obligación a recogerlos en un plazo de ocho días; de no ser así se entiende que los abandona a favor de la obra.

#### Artículo 3. Prorroga de las obras.

Si se diese el caso de que por alguna contingencia, la Empresa Constructora solicitase una ampliación de plazo para la terminación de las obras, este se determinará de acuerdo con la Dirección facultativa y siempre y cuando las causas alegadas sean por motivos ajenos al discurrir normal de la obra.

#### Artículo 4. Rescisión de contrato.

En caso de que hubiese rescisión de contrato la valoración de las obras incompletas se haría aplicando los precios del presupuesto, sin que el contratista tenga derecho alguno a reclamación. Si no existiesen precios descompuestos, o en el precio dado no estuviesen claramente especificados, se aplicarán a los materiales los precios corrientes de almacén de la localidad.

#### Artículo 5. Personal en obra.

Todo el personal que desarrolle cualquier actividad en la obra, deberá tener su situación laboral de acuerdo con la legislación vigente.

## **1.5 Pliego de condiciones técnicas**

### **1.5.1 Condiciones generales**

#### Artículo 1. Calidad de los materiales.

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

#### Artículo 2. Pruebas y ensayos de materiales.

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

#### Artículo 3. Materiales no consignados en el proyecto.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

#### Artículo 4. Condiciones generales de ejecución.

Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones de la Edificación de la Dirección general de Arquitectura y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista el bajo contrato, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

### **1.5.2 Condiciones que han de cumplir los materiales**

#### Artículo 1. Fontanería.

En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva.

En el circuito secundario o de servicio de agua caliente sanitaria, podrá utilizarse cobre y acero inoxidable. Podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito y que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable.

### Tuberías de cobre

Es un material ampliamente utilizado en instalaciones de todo tipo, y es, sin lugar a dudas, el más aconsejable para instalaciones de energía solar, por ser técnicamente idóneo y económicamente competitivo.

La tubería de cobre sólo tiene pequeñas cantidades de fósforo residual, que además facilita la soldadura, y goza de las excelentes características de este metal, como son la resistencia a la corrosión, maleabilidad y ductilidad.

El cobre resiste la corrosión, tanto de los líquidos que pueden circular por su interior como la debida a los agentes exteriores, aire, humedad o elementos constructivos que entren en contacto con él,

El cobre, en contacto con agua, se recubre con rapidez de una fina película de óxido, que lo protege. Además, reacciona mejor con los bicarbonatos solubles, dando lugar a menos carbonatos y, por tanto, a menos incrustaciones.

La maleabilidad y ductilidad del cobre permiten una cómoda manipulación y una gran facilidad para realizar trazados complicados. Por otra parte, pueden resistir sin reventar una o más heladas, lo que añade un importante factor de seguridad.

La tubería de cobre se nombra comercialmente según su diámetro exterior.

A igualdad de diámetro, la pérdida de carga es más baja que la de otros materiales como el hierro, por lo que se pueden usar diámetros menores para transportar la misma cantidad de líquido.

Los accesorios de cobre son fáciles de soldar y la mano de obra necesaria es inferior que en el caso de tubería de hierro.

El tubo de cobre resiste grandes presiones.

#### Artículo 2. Pintura.

El aislamiento de las tuberías de intemperie deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas admitiéndose revestimientos con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

#### Artículo 3. Aislamientos térmicos.

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

El espesor del aislamiento de las conducciones, se dimensionará de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITE.

#### Artículo 4. Fluido caloportador.

El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada. En caso de utilización de otros fluidos térmicos se indicará su composición y su calor específico.

El fluido de trabajo tendrá un pH a 20 °C entre 5 y 9, y un contenido en sales que se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

- a) la salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650  $\mu$ S/cm;
- b) el contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l, expresados como contenido en carbonato cálcico;
- c) el límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.

Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

La instalación estará protegida, con un producto químico no tóxico cuyo calor específico no será inferior a 3 kJ/kg K, en 5 °C por debajo de la mínima histórica registrada con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas. Adicionalmente este producto químico mantendrá todas sus propiedades físicas y químicas dentro de los intervalos mínimo y máximo de temperatura permitida por todos los componentes y materiales de la instalación.

Se usará propilenglicol al 20%, de densidad  $1,020 \left(\frac{g}{cm^3}\right)$ , calor específico de  $0,965 \left(\frac{Kcal}{Kg*°C}\right)$ , conductividad térmica de  $0,0335 \left(\frac{Kcal}{h*m*°C}\right)$ , temperatura de ebullición a 2 atmósferas de 141°C.

#### Artículo 5. Instalaciones eléctricas.

##### Normas

UNE 20460 5-51:1999, UNE 20460 5-52/1M:1999, UNE 20460 5-52:1996, UNE 20460 5-54:1990, UNE 20460 5-56:1990, UNE 20460 5-523:204, UNE 20460 5-537:1999, UNE 20460 5-551:1999

##### Conductores de baja tensión

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, artículo 3 de la ITC BT 47, los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

### 1.5.3 Condiciones para la ejecución de las unidades de obra

#### Artículo 1. Saneamiento.

##### Redes de saneamiento

Los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

La evacuación de aguas hacia fuera del edificio se hará a través de un sistema de desagüe mixto.

Para la evacuación del fluido proveniente del desagüe de las válvulas de seguridad y de la válvula de vaciado del acumulador, se dispondrán de unas conducciones que dirigirán dicho fluido a la arqueta existente en la sala de caldera.

El material utilizado en estas conducciones será cobre que no irá aislado térmicamente. Se usa este material para que el líquido, a medida que vaya recorriendo la tubería, se enfríe.

El fluido que salga de las válvulas de seguridad de los captadores se tratará como agua pluvial, recorriendo las conducciones destinadas para ese uso.

El diámetro de estos tubos respetará el diámetro de las salidas de purga del sistema.

#### Artículo 2. Instalaciones.

##### Fontanería

El sistema de tuberías y sus materiales deben ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo.

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

Las uniones de los tubos serán estancas.

Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos.

Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas.

Las uniones soldadas se realizarán por el método de soldadura por capilaridad fuerte con estaño - plata a una temperatura de fusión de 450 °C.

Las uniones roscadas serán preferiblemente del tipo NPS.

Los accesorios soldados serán de cobre, manteniendo las características de la línea como mínimo.

Los accesorios roscados serán de latón.

Las válvulas serán de alguna marca de reconocido prestigio.

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico.

Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90° como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.

Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.

La elección de las válvulas se realizará, de acuerdo con la función que desempeñen y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura) siguiendo preferentemente los criterios que a continuación se citan:

- a) para aislamiento: válvulas de esfera;
- b) para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento;
- c) para vaciado: válvulas de esfera o de macho;
- d) para llenado: válvulas de esfera;

- e) para purga de aire: válvulas de esfera o de macho;
- f) para seguridad: válvula de resorte;
- g) para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta.

Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Los manómetros serán de vaselina con una escala que tendrá el rango de 0 a 10  $\left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$  en el circuito primario y de 0 a 10  $\left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$  los del circuito secundario.

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.

Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

### Electricidad

Se deberá cumplir el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto; en concreto las siguientes ITC:

ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra

ITC-BT-19 Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales

ITC-BT-20 Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación

ITC-BT-21 Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras

ITC-BT-22 Instalaciones interiores o receptoras

ITC-BT-23 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones

ITC-BT-24 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos

ITC-BT-26 Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones de instalación

ITC BT 47 Instalación de receptores. Motores.

### Protección

A. Protección contra heladas:

El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deben ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.

Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0 °C, deberá estar protegido contra las heladas.

La instalación estará protegida, con un producto químico no tóxico cuyo calor específico no será inferior a 3 kJ/kg K, en 5 °C por debajo de la mínima histórica registrada con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas. Adicionalmente este producto químico mantendrá todas sus propiedades físicas y químicas dentro de los intervalos mínimo y máximo de temperatura permitida por todos los componentes y materiales de la instalación.

Se podrá utilizar otro sistema de protección contra heladas que, alcanzando los mismos niveles de protección, sea aprobado por la Administración Competente

#### B. Protección contra sobrecalentamientos

Se debe dotar a las instalaciones solares de dispositivos de control manuales o automáticos que eviten los sobrecalentamientos de la instalación que puedan dañar los materiales o equipos y penalicen la calidad del suministro energético. En el caso de dispositivos automáticos, se evitarán de manera especial las pérdidas de fluido anticongelante, el relleno con una conexión directa a la red y el control del sobrecalentamiento mediante el gasto excesivo de agua de red. Especial cuidado se tendrá con las instalaciones de uso estacional en las que en el periodo de no utilización se tomarán medidas que eviten el sobrecalentamiento por el no uso de la instalación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan ningún peligro para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema, ni en ningún otro material en el edificio o vivienda.

Cuando las aguas sean duras, es decir con una concentración en sales de calcio entre 100 y 200 mg/l, se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a

60 °C, sin perjuicio de la aplicación de los requerimientos necesarios contra la legionela. En cualquier caso, se dispondrán los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

#### C. Protección contra quemaduras.

En sistemas de Agua Caliente Sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60 °C debe instalarse un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

#### D. Protección de materiales contra altas temperaturas

El sistema deberá ser calculado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

#### Acumulador solar

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 embrizado 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.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante y, es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástica.

Podrán utilizarse acumuladores de las características y tratamientos descritos a continuación:

- a) acumuladores de acero vitrificado con protección catódica;
- b) acumuladores de acero con un tratamiento que asegure la resistencia a

temperatura y corrosión con un sistema de protección catódica;

c) acumuladores de acero inoxidable adecuado al tipo de agua y temperatura de trabajo.

d) acumuladores de cobre;

e) acumuladores no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable;

f) acumuladores de acero negro (sólo en circuitos cerrados, cuando el agua de consumo pertenezca a un circuito terciario);

g) los acumuladores se ubicarán en lugares adecuados que permitan su sustitución por envejecimiento o averías.

### Artículo 3. Captadores

Los captadores con absorbente de hierro no pueden ser utilizados bajo ningún concepto.

Cuando se utilicen captadores con absorbente de aluminio, obligatoriamente se utilizarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre e hierro.

Se montará el captador, entre los diferentes tipos existentes en el mercado, que mejor se adapte a las características y condiciones de trabajo de la instalación, siguiendo siempre las especificaciones y recomendaciones dadas por el fabricante.

Las características ópticas del tratamiento superficial aplicado al absorbedor, no deben quedar modificadas substancialmente en el transcurso del periodo de vida previsto por el fabricante, incluso en condiciones de temperaturas máximas del captador.

La carcasa del captador debe asegurar que en la cubierta se eviten tensiones inadmisibles, incluso bajo condiciones de temperatura máxima alcanzable por el captador.

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, año de producción;

c) número de serie de fabricación;

d) área total del captador;

e) peso del captador vacío, 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.

Se tomarán como referencia los captadores de la marca SOLECO, modelo Cu 2.3, a efectos de cálculo. Los características que deberán reunir los captadores serán las mismas o superiores a las anteriormente indicadas. Serán de placa plana, aptos para la circulación forzada.

#### Artículo 4. Bombas de recirculación.

Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

En instalaciones superiores a 50 m<sup>2</sup> se montarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se preverá el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.

En instalaciones de climatización de piscinas la disposición de los elementos será la siguiente: el filtro ha de colocarse siempre entre la bomba y los captadores, y el sentido de la corriente ha de ser bomba-filtro-captadores; para evitar que la resistencia de este provoque una sobrepresión perjudicial para los captadores, prestando especial atención a su mantenimiento. La impulsión del agua caliente deberá hacerse por la parte inferior de la piscina, quedando la impulsión de agua filtrada en superficie.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Cuando las conexiones de los captadores son en paralelo, el caudal nominal será el igual caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores en paralelo.

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.

La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

Artículo 5. Vaso de expansión.

El fabricante será de reconocido prestigio, por ejemplo ROCA.

Será un vaso de expansión cerrado cuya conexión será roscada y el tipo de rosca será preferiblemente NPS.

Se escoge un vaso de expansión cerrado para evitar la entrada de aire al interior de las tuberías y en consecuencia la corrosión de las mismas, además elimina la necesidad de colocar conductos de seguridad y alimentación hasta lugares elevados de la instalación.

También elimina pérdidas de agua por evaporación, evitando la corrosión e incrustaciones provocadas por el agua de reposición.

Disminuye la posibilidad de riesgos de heladas y no precisa ningún servicio de conservación.

El dispositivo de expansión cerrada del circuito de captadores deberá estar dimensionado de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores, justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo.

Cuando el medio de transferencia de calor pueda evaporarse bajo condiciones de estancamiento, hay que realizar un dimensionado especial del volumen de expansión: Además de dimensionarlo como es usual en sistemas de calefacción cerrados (la expansión del medio de transferencia de calor completo), el depósito de expansión deberá ser capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores más un 10 %.

El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes. Los aislamientos empleados serán resistentes a los efectos de la intemperie, pájaros y roedores.

#### Artículo 6. Control de la instalación solar.

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura, para conseguirlo en el caso de las de inmersión se instalarán en contra corriente con el fluido. Los sensores de temperatura deben estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Preferentemente las sondas serán de inmersión.

Una de las sondas debe soportar temperaturas dentro del rango de  $-8^{\circ}\text{C}$ , que es la temperatura mínima ambiente de la zona, a  $123^{\circ}\text{C}$ , que es la temperatura estática de captador solar. Se ubicará a la salida del último captador de la batería que reciba menos horas al sol.

La otra sonda deberá soportar temperaturas comprendidas entre  $10^{\circ}\text{C}$ , temperatura mínima del agua de red de la zona, y  $-60^{\circ}\text{C}$ , que es la temperatura de acumulación.

El arranque de la bomba se producirá cuando la diferencia de temperatura entre placa y acumulador sea como máximo de  $7^{\circ}\text{C}$  y se parará cuando la diferencia de las temperaturas anteriores sea inferior a  $2^{\circ}\text{C}$ . Se utilizará un termostato diferencial.

La temperatura de operación será de  $123^{\circ}\text{C}$  a  $-13^{\circ}\text{C}$ .

#### **1.5.4 Control de calidad.**

Previamente al inicio de las obras, el contratista deberá presentar al Ingeniero-Director, para su aprobación, el Plan de Control de Calidad y el de Puntos de Inspección y Control de la obra, que será de aplicación tanto a la obra civil como a los equipos eléctricos y mecánicos a instalar.

Para la ejecución de todas las unidades de obra, estas se someterán a los controles establecidos por la normativa legal de vigente aplicación, o los que por cualquier motivo consideren necesario la Dirección Facultativa, siendo el coste de los mismos por cuenta de contratista.

En los mencionados planes se recogerá de forma clara la identificación de cada unidad de obra, el tipo de ensayo a realizar y la normativa de aplicación, la frecuencia de realización de cada tipo de ensayo, y las condiciones de aceptación o rechazo, Para materiales y equipos definirá los certificados de origen, pruebas y garantías que deberá aportar el proveedor de los mismos, así como las pruebas y ensayos a realizar en obra, la frecuencia de los mismos y las condiciones de aceptación o rechazo.

#### **1.5.5 Materiales y unidades de obra no especificadas.**

Los materiales no consignados en este Pliego y que fuera necesario emplear, reunirán las mejores condiciones en cuanto a la calidad de los mismos y siempre a juicio del Ingeniero - Director. En ningún caso las características de los materiales serán inferiores a las especificadas en la Norma Tecnológica de la Edificación que le afecte.

Para la definición de las características, forma de ejecución y medición y abono de las partidas de obra no descritas en el presente Pliego, se remitirán a las descripciones de las mismas realizadas en los restantes documentos de este Proyecto, a las disposiciones y especificaciones del Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, y las instrucciones al efecto del Ingeniero-Director de la obra.

## **1.6 Cumplimiento de los plazos.**

El contratista está obligado al cumplimiento de los plazos parciales fijados definitivamente por la Administración, así como del plazo final para la total terminación de la obra.

Si el retraso fuera producido por motivos no imputables al contratista y ésta se ofreciera a cumplir sus compromisos mediante prórroga del tiempo convenido, se concederá por la Administración un plazo que será, por los menos, igual al tiempo perdido.

El contratista dará comienzo a las obras una vez firmada el Acta de Inicio de las mismas.

## **1.7 Plan de obra y relación de maquinaria.**

Al inicio de las obras, el contratista estará obligado ante el requerimiento de la Dirección Técnica a completar el Plan de Obra que hay previsto con la relación de medios humanos y su calificación profesional, así como con la relación de medios auxiliares y maquinaria que se compromete a mantener durante la ejecución de las obras.

Asimismo, el contratista deberá aumentar los medios auxiliares y personal técnico, siempre que la administración compruebe que ello es necesario para el desarrollo de las obras en los plazos previstos.

La aceptación del Plan de Obra y de la relación de medios auxiliares y personal técnico, siempre que la administración compruebe que ello es necesario para el desarrollo de las obras en los plazos previstos.

La aceptación del Plan de Obra y la relación de medios auxiliares propuestos no implicará exención alguna de responsabilidad para el contratista, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o del final.

### **1.7.1 Materiales en depósitos.**

Los materiales que se entreguen por la Administración al contratista se considerarán en depósitos desde el momento de la entrega, siendo el contratista responsable de su custodia y conservación hasta tanto la obra sea recibida.

A tal fin, el contratista responde con la fianza de cumplimiento de los años, deterioros, pérdidas, extravíos, robos o cualquier otro accidente que puedan sufrir los citados materiales.

### **1.7.2 Materiales y medios auxiliares.**

Toda la maquinaria y medios auxiliares empleados por el contratista serán de su exclusiva cuenta, sin que en ningún caso pueda exigirse que la Administración se las abone, ya que su coste presumible y gastos de amortización y conservación han sido tenidos en cuenta en la formación de los distintos precios. No podrá, el contratista, alegando lo costoso de las instalaciones auxiliares, exigir que se le abone cantidad



alguna en concepto de anticipo sobre dichos medios.

## **1.8 Manuales de mantenimiento y planos “as built”.**

Concluidas las obras, el contratista está obligado a entregar a la Administración “Manuales de Mantenimiento” de aquellas instalaciones o equipos que hubiese instalado, así como los planos “As-Built” de todas las obras realizadas. Tanto los manuales como los planos se entregarán por triplicado. En los citados manuales de mantenimiento se recogerán, tanto la descripción detallada de los equipos o instalaciones, como lista de repuestos, operaciones de mantenimiento preventivo y operativo y, en general, todo lo necesario para el correcto funcionamiento y conservación de las citadas instalaciones y/o equipos.



“PROYECTO DE DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE  
ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE  
SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”

PRESUPUESTO



# PRESUPUESTO



# Índice del “PRESUPUESTO”

## 1 PRESUPUESTO.



# 1. PRESUPUESTO



## ÍNDICE DESGLOSADO “PRESUPUESTO”

PRESUPUESTO .....	1
1.1 Estado de mediciones.....	1
1.1.1 Circuito de acometida.....	1
1.1.2 Circuito primario .....	2
1.1.3 Circuito secundario.....	4
1.1.4 Circuito interconexión acumulador solar-acumulador auxiliar.....	5
1.1.5 Circuito caldera acumulador auxiliar .....	6
1.1.6 Circuito distribución agua caliente sanitaria en la sala de calderas.....	7
1.2 Precios unitarios.....	8
1.3 Presupuesto por partida.....	11
1.3.1 Circuito de acometida.....	11
1.3.2 Circuito primario .....	12
1.3.3 Circuito secundario.....	14
1.3.4 Circuito interconexión acumulador solar-acumulador auxiliar.....	15
1.3.5 Circuito caldera acumulador auxiliar .....	16
1.3.6 Circuito distribución agua caliente sanitaria en la sala de calderas.....	17
1.3.7 Mano de obra.....	18
1.4 Presupuesto general .....	19
1.5 Estudio económico. Cálculo del tiempo de retorno y tasa de rentabilidad interna de la instalación .....	20
1.5.1 Sin subvención.....	23
1.5.2 Con subvención .....	24
1.6 Glosario.....	25

# 1 PRESUPUESTO

## 1.1 Estado de mediciones

### 1.1.1 Circuito de acometida

Código	Concepto	Uds.
CS-45°-35	Codo 45° de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 35 mm	1
CS-90°-3"	Codo 90° de latón para unión roscada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 3"	2
CS-90°-35	Codo 90° de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 35 mm	3
CS90°-64	Codo 90° para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 64 mm	2
M-1 1/4"	Machón de latón 1 1/4 "	5
M-3"	Machón de latón 3"	20
M 3"-1 1/4"	Machón reducido de latón 3"-1 1/4"	4
RL-35-3"	Racor loco 35 mm-3"	15
RL-35-1 1/4"	Racor loco 35 mm-1 1/4 "	6
TE 3"	Te iguales de latón 3"	5
VB 1 1/4"	V. de bola, anillo teflón, de palanca, Ø 1 1/4"	3
VB 3	V. de bola, anillo teflón, de palanca, Ø 3"	4
VR 1 1/4"	V. de retención de latón tipo York 1 1/4"	1
VR 3"	V. de retención de latón tipo York 3"	3
T-85x2,5 Cu	Metros de tubo de cobre Ø <sub>ext</sub> =80mm e=1,8mm	1,725
T-64x2 Cu	Metros de tubo de cobre Ø <sub>ext</sub> =64mm e=1,5mm	3,370
T-35x1,5 Cu	Metros de tubo de cobre Ø <sub>ext</sub> =35mm e=1,0mm	8,145

### 1.1.2 Circuito primario

Código	Concepto	Uds.
AS-4000	Acumulador solar horizontal de 4000L Presión de trabajo 8bar con tratamiento de esmaltiflón	1
CS-45°-22	Codo 45° de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 22 mm	6
CS-90°-15	Codo 90° de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 15 mm	4
CS-90°-22	Codo 90° de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 22 mm	8
CS-90°-35	Codo 90° de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 35 mm	18
B 2°	Electrocirculador marca GRUNDFOS modelo: ALFA2 32-60 180	2
M-1 1/4"	Machón de latón 1 1/4 "	12
M-3/4"	Machón de latón 3/4"	21
MR 35-28	Manguito recto reducido de cobre con extremos hembra para unión soldada con diámetros de 35-28 mm	2
MR 35-22	Manguito recto reducido de cobre con extremos hembra para unión soldada con diámetros de 35-22 mm	2
MR 35-15	Manguito recto reducido de cobre con extremos hembra para unión soldada con diámetros de 35-15 mm	4
MR 28-22	Manguito reducido de cobre con extremos hembra para unión soldada con diámetros de 28-22 mm	4
MB	Manómetro toma posterior de 1/4", baño glicerina, diámetro de esfera de 63mm, fondo de escala 0-10	2
Prop 20%	Mezcla acuosa de propilenglicol al 20% en volumen	120
RL-64-1 1/4"	Racor loco de 64 mm-1 1/4"	12
RL-22-3/4"	Racor loco de 22 mm-3/4"	21
TE 22	Te iguales 22 (mm) para unión soldada con extremos para la conexión H	6
TE 28	Te iguales 28 (mm) para unión soldada con extremos para la conexión H	2
TE 3/4	Te iguales 3/4" para unión roscada con extremos para la conexión H	3
TE 33	Te iguales 33 (mm) para unión soldada con extremos para la conexión H	4

Código	Concepto	Uds.
TR-15-1/8-15	Te reducida 15-1/4-15 (mm-"-mm) para unión soldada-roscada-soldada con extremos para la conexión H	2
TE33-15-33	Te reducida H-H-H 33-15-33 (mm)	4
VB-1 1/4"	V. de bola anillo teflón actuador de palanca diámetro 1 1/4"	4
VB-15	V. de bola anillo teflón actuador de palanca diámetro 15mm	4
VB-22	V. de bola anillo teflón actuador de palanca diámetro 22mm	3
VB-3/4"	V. de bola anillo teflón actuador de palanca diámetro 3/4"	6
VR-1 1/4"	V. de retención tipo york diámetro 1 1/4"	2
VS-3/4"	V. de seguridad de muelle 100 KW bocas de 3/4"	3
T-35x1,5 Cu	Metros de tubo de cobre $\varnothing_{ext}=35\text{mm}$ e=1,0mm	75,111
T-28x1 Cu	Metros de tubo de cobre $\varnothing_{ext}=28\text{mm}$ e=1,0mm	26,640
T-22x1 Cu	Metros de tubo de cobre $\varnothing_{ext}=22\text{mm}$ e=1,0mm	26,640
T-15x1 Cu	Metros de tubo de cobre $\varnothing_{ext}=15\text{mm}$ e=1,0mm	1,000

### 1.1.3 Circuito secundario

Código	Concepto	Uds.
CS-90°-35	Codo 90° de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 35 mm	19
B 2°	Electrocirculador marca GRUNDFOS modelo: TP 32-40/4 A-F-A BUBE	2
M-1 1/4"	Machón de latón 1 1/4 "	18
MB	Manómetro toma posterior de 1/4", baño glicerina, diámetro de esfera de 63mm, fondo de escala 0-10	2
RL-35-1 1/4"	Racor loco 35 mm-1 1/4 "	11
TR-15-3/8- 15	Te reducida 15-1/4-15 (mm-"-mm) para unión soldada-roscada-soldada con extremos para la conexión H	2
TE33-15- 33	Te reducida H-H-H 33-15-33 (mm)	4
VB-18	V. de bola anillo teflón 18mm	4
VB-1 1/4"	V. de bola anillo teflón actuador de palanca diámetro 1 1/4"	6
VR-1 1/4"	V. de retención tipo york diámetro 1 1/4"	2
T-35x1 Cu	Metros de tubo de cobre $\varnothing_{ext}=35\text{mm}$ $e=1,0\text{mm}$	17,960

### 1.1.4 Circuito interconexión acumulador solar-acumulador auxiliar

Código	Concepto	Uds.
CS-90°-64	Codo 90° de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 64 mm	3
M-3"	Machón de latón 3"	9
MR-3"-2 1/2"	Machón de latón reducido 3"- 2 1/2"	3
RL-64-3"	Racor loco 64 mm- 3"	8
TE3"	Te de latón reducida 3" unión roscada	1
TE3"-1/2"- 3"H	Te de latón reducida 3"-1/2"-3" H-H-H unión roscada	1
TE33-15-33	Te reducida H-H-H 33-15-33 (mm)	23
TTC	Termostato de control con 1 salida a relé programable rango mínimo de medición 0-100°C; con sonda NTC; relé en posición NO	1
VB 3"	V. de bola anillo teflón de palanca 3"	3
VR 3"	V. de retención de tipo york 3"	2
VTM 2 1/2"	V. de tres vías 2 posiciones obturador de T bocas hembra de 2 1/2"	1
T-64x1,5 Cu	Metros de tubo de cobre $\varnothing_{ext}=64\text{mm}$ $e=1,5\text{mm}$	4,080

### 1.1.5 Circuito caldera acumulador auxiliar

Código	Concepto	Uds.
AA-4000	Acumulador auxiliar horizontal de 4000L “IDROGAS” Serie “BOSXP” Presión de trabajo 8bar con tratamiento de esmaltiflón	1
CS-90°-22	Codo 90° de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H- H con diámetro de 22 mm	9
M-3/4"	Machón de latón 3/4"	8
MF 3/4"	Manguito flexible 3/4" de longitud 400mm H-H	2
MR 64-22	Manguito recto reducido en cobre para piezas 64-22 (mm)	1
RL-22-3/4"	Racor loco de 22 mm-3/4"	5
TE 22	Te iguales de 22 en cobre para unión soldada	2
TR 2"- 3/4"	Tuerca reducida en latón 2"-3/4"	2
VB 3/4"	V. de bola, actuador de palanca, con anillos de teflón 3/4"	1
VR 3/4"	V. de retención de tipo York, 3/4"	1
VS-3/4"	V. de seguridad de muelle 100 KW bocas de 3/4"	1
T-22x1 Cu	Metros de tubo de cobre $\varnothing_{ext}=22\text{mm}$ $e=1,0\text{mm}$	6,764

### 1.1.6 Circuito distribución agua caliente sanitaria en la sala de calderas

Código	Concepto	Uds.
CS-90°-64	Codo 90° de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 64 mm	5
M-3"	Machón de latón 3"	7
RL-64-3"	Racor loco 64 mm- 3"	5
TE 66	Te iguales para unión soldada en cobre 64mm	2
TE3"-1/2"-3" H	Te reducida 3"-1/2"-3" bocas hembra	1
VB 3"	V. de bola anillo teflón 3"	1
VR 3"	V. de retención tipo york 3"	1
VT 3"	Válvula termostática motorizada con racor loco adaptador a 3"	1
T-64x1,5 Cu	Metros de tubo de cobre $\varnothing_{ext}=64mm$ $e=1,5mm$	1,8

## 1.2 Precios unitarios

Código	Concepto	€ Ud.
AA-4000	Acumulador auxiliar horizontal de 4000L “IDROGAS” Serie “BOSXP Presión de trabajo 8bar con tratamiento de esmaltiflón	7398,00
AS-4000	Acumulador solar horizontal de 4000L Presión de trabajo 8bar con tratamiento de esmaltiflón	4224,00
B 2	Electrocirculador marca GRUNDFOS modelo: ALFA2 32-60 180	304,40
B 2º	Electrocirculador marca GRUNDFOS modelo: TP 32-40/4 A-F-A BUBE	1780,00
CS-90º-64	Codo 90º de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 64 mm	37,88
CS-90º-35	Codo 90º de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 35 mm	17,92
CS-90º-22	Codo 90º de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 22 mm	3,31
CS-90º-15	Codo 90º de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 15 mm	1,47
CS-45º-35	Codo 45º de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 35 mm	20,88
CS-45º-22	Codo 45º de cobre para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 22 mm	3,33
CS-90º-3"	Codo 90º de latón para unión roscada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 3"	76,33
M-3"	Machón de latón 3"	31,99
M-1 1/4"	Machón de latón 1 1/4 "	5,27
M-3/4"	Machón de latón 3/4"	1,25
MB	Manómetro toma posterior de 1/4", baño glicerina, diámetro de esfera de 63mm, fondo de escala 0-10	10,50
MF 3/4"	Manguito flexible 3/4" de longitud 400mm H-H	8,31
MR 64-22	Manguito recto reducido en cobre para piezas 64-22 (mm)	64,86
MR 35-28	Manguito recto reducido de cobre con extremos hembra para unión soldada con diámetros de 35-28 mm	13,03
MR 35-22	Manguito recto reducido de cobre con extremos hembra para unión soldada con diámetros de 35-22 mm	19,67
MR 35-15	Manguito recto reducido de cobre con extremos hembra para unión soldada con diámetros de 35-15 mm	26,06

Código	Concepto	€ Ud.
MR 28-22	Manguito recto reducido de cobre con extremos hembra para unión soldada con diámetros de 28-22 mm	3,93
Prop 20%	Mezcla acuosa de propilenglicol al 20% en volumen	2,80
RL-64-3"	Racor loco 64 mm- 3"	86,95
RL-64-1 1/4"	Racor loco de 64 mm-1 1/4"	56,80
RL-35-3"	Racor loco 35 mm-3"	60,24
RL-35-1 1/4"	Racor loco 35 mm-1 1/4 "	5,87
RL-22-3/4"	Racor loco de 22 mm-3/4"	3,60
T-85x2,5 Cu	Metros de tubo de cobre Øext=80mm e=1,8mm	96,88
T-64x1,5 Cu	Metros de tubo de cobre Øext=64mm e=1,5mm	68,08
T-35x1,5 Cu	Metros de tubo de cobre Øext=35mm e=1,0mm	26,99
T-28x1 Cu	Metros de tubo de cobre Øext=28mm e=1,0mm	22,95
T-22x1 Cu	Metros de tubo de cobre Øext=22mm e=1,0mm	19,71
T-15x1 Cu	Metros de tubo de cobre Øext=15mm e=1,0mm	16,05
TE 3"	Te iguales de latón 3" para unión roscada con extremos para la conexión H-H-H	98,78
TE 3/4"	Te iguales de latón 3/4" para unión roscada con extremos para la conexión H	3,46
TE 22	Te iguales Ø22 (mm) para unión soldada con extremos para la conexión H-H-H	4,91
TE 28	Te iguales Ø28 (mm) para unión soldada con extremos para la conexión H-H-H	9,30
TE 35	Te iguales Ø35 (mm) para unión soldada con extremos para la conexión H-H-H	26,95
TE 66	Te iguales Ø64 (mm) para unión soldada con extremos para la conexión H-H-H	215,68
TE 35-15-35	Te reducida de cobre 35-15-35 (mm) para unión soldada con extremos para la conexión H-H-H	39,72
TE 15-3/8-15	Te reducida de latón 15-1/4"-15 (mm-"-mm) para unión soldada-roscada-soldada con extremos para la conexión H-H-H	2,60
TE 3"-1/2"-3"H	Te reducida de latón 3"-1/2"-3" para unión roscada con extremos para la conexión H-H-H	154,67
TR 2"- 3/4"	Tuerca reducida en latón 2"-3/4"	14,75
TTC	Termostato de control con 1 salida a relé programable rango mínimo de medición 0-100°C; con sonda NTC; relé en posición NO	277,00
VB-3"	V. de bola, anillo teflón, actuador de palanca Ø3"	101,51
VB-1 1/4"	V. de bola, anillo teflón, actuador de palanca, Ø 1 1/4"	19,56

Código	Concepto	Uds.
VB-3/4"	V. de bola, anillo teflón, actuador de palanca, Ø 3/4"	5,67
VB-15	V. de bola, anillo teflón, actuador de palanca, Ø15mm	3,69
VB-18	V. de bola, anillo teflón, actuador de palanca, Ø18mm	4,55
VB-22	V. de bola, anillo teflón, actuador de palanca, Ø22mm	6,77
VR-3"	V. de retención de latón tipo York 3"	78,31
VR-1 1/4"	V. de retención de latón tipo york 1 1/4"	14,49
VR-3/4"	V. de retención de latón tipo York, 3/4"	7,87
VS-3/4"	V. de seguridad de muelle 100 KW bocas de 3/4"	10,45
VT-3"	Válvula termostática motorizada con racor loco adaptador a 3"	398,43
VTM-2 1/2"	V. de tres vías 2 posiciones obturador de T bocas hembra de 2 1/2"	421,00

## 1.3 Presupuesto por partida

### 1.3.1 Circuito de acometida

Código	Concepto	Uds.	PVP	Precio
CS 45-33	Codo 45° para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 33 mm	1	20,88	20,88
CS90°-3"	Codo 90° de latón para unión roscada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 3"	2	76,33	152,66
CS90°-33	Codo 90° para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 33 mm	3	17,92	53,76
CS90°-64	Codo 90° para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 64 mm	2	37,88	75,76
M 1 1/4"	Machón de latón 1 1/4 "	5	5,27	26,35
M 3"	Machón de latón 3"	20	31,99	639,8
M 3"-1 1/4"	Machón reducido de latón 3"-1 1/4"	4	59,64	238,56
RL 33-1 1/4"	Racor loco 33 mm-1 1/4 "	6	5,87	35,22
RL 33-3"	Racor loco 33 mm-3"	15	60,24	903,6
TE 3"	Te iguales de latón 3"	5	98,78	493,9
VB 1 1/4"	V. de bola, anillo teflón, de palanca, Ø 1 1/4"	3	19,56	58,68
VB 3	V. de bola, anillo teflón, de palanca, Ø 3"	4	101,51	406,04
VR 1 1/4"	V. de retención de latón tipo York 1 1/4"	1	14,49	14,49
VR 3"	V. de retención de latón tipo York 3"	3	78,31	234,93
T-85x2,5 Cu	Metros de tubo de cobre Ø <sub>ext</sub> =80mm e=1,8mm	1,725	96,88	167,11
T-64x2 Cu	Metros de tubo de cobre Ø <sub>ext</sub> =64mm e=1,5mm	3,37	68,08	229,42
T-35x1,5 Cu	Metros de tubo de cobre Ø <sub>ext</sub> =35mm e=1,0mm	8,145	26,99	219,83

Total	3971,01
-------	---------

### 1.3.2 Circuito primario

Código	Concepto	Uds.	PVP	Precio
AS-4000	Acumulador solar horizontal de 4000L Presión de trabajo 8bar con tratamiento de esmaltiflón	1	4224,00	4224,00
CS45°-22	Codo 45° para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 22 mm	6	3,33	19,98
CS90°-15	Codo 90° para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 15 mm	4	1,47	5,88
CS90°-22	Codo 90° para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 22 mm	8	3,31	26,48
CS90°-33	Codo 90° para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 33 mm	18	17,92	322,56
M 1 1/4"	Machón de latón 1 1/4"	12	5,27	63,24
M-3/4"	Machón de latón 3/4"	21	1,25	26,25
MR 28-22	Manguito reducido de cobre con extremos hembra para unión soldada con diámetros de 28-22 mm	4	3,93	15,72
MR 33-15	Manguito reducido de cobre con extremos hembra para unión soldada con diámetros de 33-15 mm	4	26,06	104,24
MR 33-22	Manguito reducido de cobre con extremos hembra para unión soldada con diámetros de 33-22 mm	2	19,67	39,34
MR 33-28	Manguito reducido de cobre con extremos hembra para unión soldada con diámetros de 33-28 mm	2	13,03	26,06
MB	Manómetro toma posterior de 1/4", baño glicerina, diámetro de esfera de 63mm, fondo de escala 0-10	2	10,50	21
Prop 20%	Mezcla acuosa de propilenglicol al 20% en volumen	120	2,80	336,00
RL-1 1/4"-66	Racor loco de 1 1/4"-64mm	12	56,80	681,6
RL-3/4"-22	Racor loco de 3/4"-22mm	21	3,60	75,6
TE 22	Te iguales 22 (mm) para unión soldada con extremos para la conexión H	6	5,10	30,6
TE 28	Te iguales 28 (mm) para unión soldada con extremos para la conexión H	2	9,30	18,6
TE 3/4	Te iguales 3/4" para unión roscada con extremos para la conexión H	3	3,46	10,38
TE 33	Te iguales 33 (mm) para unión soldada con extremos para la conexión H	4	26,95	107,8
TR-15-1/8-15	Te reducida 15-1/4-15 (mm-"-mm) para unión soldada-roscada-soldada con extremos para la conexión H	2	2,60	5,2
TE33-15-33	Te reducida H-H-H 33-15-33 (mm)	4	39,72	158,88
VB-1 1/4"	V. de bola anillo teflón actuador de palanca diámetro 1 1/4"	4	19,56	78,24

Código	Concepto	Uds.	PVP	Precio
VB-15	V. de bola anillo teflón actuador de palanca diámetro 15mm	4	3,69	14,76
VB-22	V. de bola anillo teflón actuador de palanca diámetro 22mm	3	6,77	20,31
VB-3/4"	V. de bola anillo teflón actuador de palanca diámetro 3/4"	6	5,67	34,02
B 1º	Electrocirculador marca GRUNDFOS modelo: ALFA2 32-60 180	2	1780,00	3560,00
VE-3/4"	Vaso de expansión de 25L	1	67,00	67,00
VR-1 1/4"	V. de retención tipo york diámetro 1 1/4"	2	14,49	28,98
VS-3/4"	V. de seguridad de muelle 100 KW bocas de 3/4"	3	10,45	31,35
T-35x1,5 Cu	Metros de tubo de cobre Øext=35mm e=1,0mm	75,11	26,99	2027,246
T-28x1 Cu	Metros de tubo de cobre Øext=28mm e=1,0mm	26,64	22,95	611,388
T-22x1 Cu	Metros de tubo de cobre Øext=22mm e=1,0mm	26,64	19,71	525,0744
T-15x1 Cu	Metros de tubo de cobre Øext=15mm e=1,0mm	1	16,05	16,05

Total	36223,83
-------	----------

### 1.3.3 Circuito secundario

Código	Concepto	Uds.	PVP	Precio
CS90°-33	Codo 90° para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 33 mm	19	17,92	340,48
B 2°	Electrocirculador marca GRUNDFOS modelo: TP 32-40/4 A-F-A BUBE	2	304,40	608,80
M1 1/4"	Machón de latón 1 1/4"	18	5,27	94,86
MB	Manómetro toma posterior de 1/4", baño glicerina, diámetro de esfera de 63mm, fondo de escala 0-10	2	10,50	21
RL 33-1 1/4"	Racor loco 33 mm- 1 1/4"	11	5,87	64,57
TR-15-3/8-15	Te reducida 15-1/4-15 (mm-"-mm) para unión soldada-roscada-soldada con extremos para la conexión H	2	2,60	5,2
TE33-15-33	Te reducida H-H-H 33-15-33 (mm)	4	39,72	158,88
VB-18	V. de bola anillo teflón 18mm	4	4,55	18,2
VB-1 1/4"	V. de bola anillo teflón actuador de palanca diámetro 1 1/4"	6	19,56	117,36
VR-1 1/4"	V. de retención tipo york diámetro 1 1/4"	2	14,49	28,98
T-35x1 Cu	Metros de tubo de cobre $\varnothing_{ext}=35\text{mm}$ e=1,0mm	17,96	26,99	484,7404

Total	1943,07
-------	---------

### 1.3.4 Circuito interconexión acumulador solar-acumulador auxiliar

Código	Concepto	Uds.	PVP	Precio
CS90°-66	Codo 90° para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 64 mm	3	37,88	113,64
M3"	Machón de latón 3"	9	31,99	287,91
Mr3"	Machón de latón reducido 3"- 2 1/2"	3		0
RL 64-3"	Racor loco 64 mm- 3"	8	86,95	695,6
TE3"	Te de latón reducida 3" unión roscada	1	98,78	98,78
TE3"-1/2"-3"H	Te de latón reducida 3"-1/2"-3" H-H-H unión roscada	1	154,67	154,67
TE33-15-33	Te reducida H-H-H 33-15-33 (mm)	23	39,72	913,56
TTC	Termostato de control con 1 salida a relé programable rango mínimo de medición 0-100°C; con sonda NTC; relé en posición NO	1	277,00	277,00
VB 3"	V. de bola anillo teflón de palanca 3"	3	101,51	304,53
VR 3"	V. de retención de tipo york 3"	2	78,31	156,62
VTM 2 1/2"	V. de tres vías 2 posiciones obturador de T bocas hembra de 2 1/2"	1	146,4	146,4
T-64x1,5 Cu	Metros de tubo de cobre $\varnothing_{ext}=64\text{mm}$ $e=1,5\text{mm}$	4,08	68,08	277,7664

Total	3426,48
-------	---------

### 1.3.5 Circuito caldera acumulador auxiliar

Código	Concepto	Uds.	PVP	Precio
CS90°-66	Codo 90° para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 64 mm	5	37,88	189,4
M 3"	Machón 3" de latón	7	31,99	223,93
RL 3"-66	Racor loco 3"-64mm	5	86,95	434,75
TE 66	Te iguales para unión soldada en cobre 64mm	2	215,68	431,36
TE3"-1/2"-3" H	Te reducida 3"-1/2"-3" bocas hembra	1	154,67	154,67
VB 3"	V. de bola anillo teflón 3"	1	101,51	101,51
VR 3"	V. de retención tipo york 3"	1	78,31	78,31
VT 3"	Válvula termostática motorizada con racor loco adaptador a 3"	1	398,43	398,43
T-64x1,5 Cu	Metros de tubo de cobre $\varnothing_{ext}=64\text{mm}$ $e=1,5\text{mm}$	1,8	68,08	122,544

Total	<b>7718,51</b>
-------	----------------

### 1.3.6 Circuito distribución agua caliente sanitaria en la sala de calderas

Código	Concepto	Uds.	PVP	Precio
AA-4000	Acumulador solar horizontal de 4000L “IDROGAS” Serie “BOSXP Presión de trabajo 8bar con tratamiento de esmaltiflón	1	7398,00	7398,00
CS 90°-22	Codo 90° para unión soldada con extremos para la conexión H-H con diámetro de 22 mm	9	2,50	22,50
M 3/4"	Machón de latón 3/4"	8	1,25	10,00
MF 3/4"	Manguito flexible 3/4" de longitud 400mm H-H	2	8,31	16,62
MR 66-22	Manguito recto reducido en cobre para piezas 64-22 (mm)	1	64,86	64,86
RL 3/4"-22	Racor loco de 3/4"-22mm	5	1,98	9,90
TE 22	Te iguales de 22 en cobre para unión soldada	2	4,91	9,82
TR 2"- 3/4"	Tuerca reducida en latón 2"-3/4"	2	14,75	29,50
VB 3/4"	V. de bola, actuador de palanca, con anillos de teflón 3/4"	1	5,67	5,67
VR 3/4"	V. de retención de tipo York, 3/4"	1	7,87	7,87
VS-3/4"	V. de seguridad de muelle 100 KW bocas de 3/4"	1	10,45	10,45
VTM-2 1/2"	V. de tres vías 2 posiciones obturador de T bocas hembra de 2 1/2"	1	421,00	421,00
T-22x1 Cu	Metros de tubo de cobre $\varnothing_{ext}=22\text{mm}$ $e=1,0\text{mm}$	6,764	19,71	133,32

Total	2555,91
-------	---------

### **1.3.7 Mano de obra**

Código	Concepto	Uds. h/hombre	PVP	Precio
	<i>Instalador de energía solar térmica</i>	336	30	10080,00
	<i>Oficial 1ª de electricidad</i>	51	30	1530,00

## 1.4 Presupuesto general

PARTIDA	PVP
Circuito de acometida	3971,01
Circuito primario	36223,83
Circuito secundario	1943,07
Circuito interconexión acumulador solar-acumulador auxiliar	3426,48
Circuito caldera acumulador auxiliar	7718,51
Circuito distribución agua caliente sanitaria en la sala de calderas	2555,91
Mano de obra	11610,00
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>67448,81</b>
10% BENEFICIO INDUSTRIAL	6744,88
18% I.V.A.	12140,79
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>86334,48</b>

## 1.5 Estudio económico. Cálculo del tiempo de retorno y tasa de rentabilidad interna de la instalación

En la realización del presente estudio económico se emplea la ecuación 60 para los cálculos del tiempo de retorno de la inversión y la ecuación 61 para el cálculo de la tasa de rentabilidad interna:

**Ec. 60**

$$A * \sum_1^{t_5} \frac{(1+i)}{(1+e_1)} - M * \sum_1^{t_5} \left( \frac{(1+i)}{(1+e_1)} \right)^{t_5} - C = 0$$

**Ec. 61**

$$A * \sum_1^{20} \left( \frac{(1+c)}{(1+r)} \right)^{t_5} - M * \sum_1^{20} \left( \frac{(1+i)}{(1+r)} \right)^{t_5} - C = 0$$

Para poder resolver las ecuaciones 60 y 61 necesitamos calcular algunos datos previos, a saber:

Ahorro económico que supone el consumo de energía renovable frente al consumo de la energía convencional seleccionada como energía auxiliar calculado a través de la ecuación 62.

**Ec. 62**

$$A = C_{ea} * A_e = 0,1459 \left( \frac{\text{€}}{\text{KW} * \text{h}} \right) * 44712(\text{KW} * \text{h}) = 66523,47(\text{€})$$

Para poder calcular la ecuación 62 antes debemos calcular el coste actual del KW\*h (IVA incluido) de calor, empleando una caldera de gas propano. Se calcula resolviendo la ecuación 63.

**Ec. 63**

$$C_{ea} = \frac{P_4}{\left(\frac{PC_{prop} * R}{J_1}\right)} = \frac{1,7357 \left(\frac{\text{€}}{\text{Kg}}\right)}{\left(\frac{11000 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}\right) * 0,93}{860 \left(\frac{\text{KW} * \text{h}}{\text{Kcal}}\right)}\right)} = 0,1459 \left(\frac{\text{€}}{\text{KW} * \text{h}}\right)$$

También debemos calcular el ahorro energético anual (KW\*h / año). Su valor se calcula empleando la ecuación 64.

**Ec. 64**

$$A_e = \sum_{i=\text{Enero}}^{i=\text{Diciembre}} (E_{solar} * J_2) = 44712 (\text{KW} * \text{h})$$

Se tiene que calcular además el coste de mantenimiento anual (€). En él se incluyen las operaciones rutinarias, reposición de consumibles y el de sustitución y reparación de piezas. Su valor se calcula empleando la ecuación 65.

**Ec. 65**

$$M = J_3 * C = 0,03 * 58294(\text{€}) = 1749(\text{€})$$

La estimación del interés financiero neto anual en tanto por 1 es un dato extraído del boletín financiero del “Banco Santander”.

La estimación del incremento anual previsto de los precios del combustible en tanto por 1 (i) se realiza tras un estudio de la evolución del precio del petróleo en \$US en un período de 8 años, el cual se puede observar en la tabla 62. El incremento anual previsto de los precios del combustible en tanto por 1 (i) que se empleará en los cálculos será dos enteros por encima del valor hallado en la tabla 62. Esto se hace así por recomendaciones establecidas por “CENSOLAR”.

**Tabla 62** – Tabla para el cálculo del incremento anual previsto de los precios del combustible en tanto por 1 (i). El precio medio anual en \$US se obtiene de la

dirección de internet “<http://www.preciopetroleo.net>”.

año	Precio medio anual \$US	%	
2012	107,00	14,060	
2011	93,81	13,024	Incremento previsto de los precios del combustible tanto por uno (i)
2010	83,00	4,587	
2009	79,36	-19,431	
2008	98,50	33,650	
2007	73,70	7,827	0,127
2006	68,35	24,840	
2005	54,75	22,758	
2004	44,60		

La estimación del índice anual real de inflación en tanto por 1 en España se obtiene de la dirección de internet “<http://www.finanzas.com/economia/ipc/>”. Los datos los vemos reflejados en la tabla 63.

**Tabla 63** – Tabla para el cálculo del índice anual medio real de inflación en tanto por 1 en España. Fuente de la dirección de internet “<http://www.finanzas.com/economia/ipc/>”.

	IPC medio mensual en España
Enero	3,1
Febrero	3
Marzo	3,1
Abril	3,2
Mayo	3,5
Junio	3,8
Julio	3,6
Agosto	3,6
Septiembre	3,3
Octubre	3
Noviembre	2,3
Diciembre	2,3

IPC medio anual en España
3,15

### 1.5.1 Sin subvención

**Tabla 64** – Tabla para el cálculo del tiempo de retorno de la inversión y de la tasa de rentabilidad interna (%) en un escenario sin subvenciones.

Indice real de inflación tanto por uno	i			0,03
Incremento previsto de los precios del combustible tanto por uno	c			0,14
Interés financiero neto tanto por uno	e			0,0124
Coste actual del KW*h IVA incluido (euros)	-			0,1363
Ahorro energético anual (KW*h)	-			44711,97
Ahorro económico anual (euros/año)	A			6096
Vida útil de la instalación (años)	T			20
Coste total del mantenimiento (euros)	M			1647
Coste total de la instalación solar (euros)	C			54894
<b>Tiempo de retorno de la inversión (años)</b>	<b>t</b>			<b>7</b>
<b>Tasa de rentabilidad interna %</b>	<b>r</b>			<b>22,2</b>
		a	k	
t = 1		1,126037139471	1,017384433030	-49705,87
t = 2		1,126037139471	1,017384433030	-43681,37
t = 3		1,126037139471	1,017384433030	-36712,34
t = 4		1,126037139471	1,017384433030	-28676,53
t = 5		1,126037139471	1,017384433030	-19436,21
t = 6		1,126037139471	1,017384433030	-8836,23
<b>t = 7</b>		<b>1,126037139471</b>	<b>1,017384433030</b>	<b>3298,17</b>
t = 8		1,126037139471	1,017384433030	17163,83
t = 9		1,126037139471	1,017384433030	32982,47
t = 10		1,126037139471	1,017384433030	51003,80
r = 0,22		10,580	5,238	970,14
r = 0,22		10,508	5,213	573,40
<b>r = 0,222</b>		<b>10,437</b>	<b>5,189</b>	<b>180,93</b>
r = 0,22		10,367	5,165	-207,33
r = 0,22		10,297	5,141	-591,42
r = 0,23		10,229	5,117	-971,41

## 1.5.2 Con subvención

**Tabla 65** – Tabla para el cálculo del tiempo de retorno de la inversión y de la tasa de rentabilidad interna (%) en un escenario con subvenciones.

Indice real de inflación tanto por uno	i			0,03
Incremento previsto de los precios del combustible tanto por uno	c			0,14
Interés financiero neto tanto por uno	e			0,0124
Coste actual del KW*h IVA incluido (euros)	-			0,1363
Ahorro energético anual (KW*h)	-			44711,97
Ahorro económico anual (euros/año)	A			6096
Vida útil de la instalación (años)	T			20
Coste total del mantenimiento (euros)	M			988
Coste total de la instalación solar (euros)	C			32936
<b>Tiempo de retorno de la inversión (años)</b>	t			<b>5</b>
<b>Tasa de rentabilidad interna %</b>	r			<b>32,0</b>
		a	k	
t = 1		1,126037139471	1,017384433030	-27077,28
t = 2		1,126037139471	1,017384433030	-20370,92
t = 3		1,126037139471	1,017384433030	-12708,19
t = 4		1,126037139471	1,017384433030	-3966,61
<b>t = 5</b>		<b>1,126037139471</b>	<b>1,017384433030</b>	<b>5991,75</b>
t = 6		1,126037139471	1,017384433030	17322,25
t = 7		1,126037139471	1,017384433030	30199,88
t = 8		1,126037139471	1,017384433030	44821,68
t = 9		1,126037139471	1,017384433030	61409,60
t = 10		1,126037139471	1,017384433030	80213,59
r = 0,318		6,053	3,551	451,23
r = 0,319		6,024	3,539	288,97
<b>r = 0,320</b>		<b>5,996</b>	<b>3,527</b>	<b>128,06</b>
r = 0,321		5,968	3,515	-31,51
r = 0,322		5,940	3,503	-189,75
r = 0,323		5,912	3,492	-346,68

## 1.6 Glosario

**A:**

Ahorro económico anual previsto  $\left(\frac{\text{€}}{\text{año}}\right)$ . Su valor se calcula empleando la ecuación 62.

**Ae:**

Ahorro energético anual (KW\*h / año). Su valor se calcula empleando la ecuación 64.

**c:**

Incremento previsto del precio del combustible seleccionado (c= 0,17).

**C:**

Coste de la inversión diferencial (€).

**Cea:**

Coste actual del KW\*h + IVA incluido del calor empleando una caldera de gas propano (euros). Se calcula resolviendo la ecuación 63.

**e:**

Espesor.

**e<sub>1</sub>:**

Interés financiero neto para un capital igual al del coste de la inversión diferencial en tanto por uno.

**E<sub>solar</sub>:**

Energía solar total mensual disponible en la instalación  $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{mes}}\right)$ .

**i:**

Índice real de la inflación en tanto por uno, ( $i = 0,03$ ).

**J<sub>1</sub>:**

Factor de conversión de  $\left(\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}\right)$  a  $\left(\frac{\text{KW}\cdot\text{h}}{\text{Kg}}\right)$ .  $J_1 = 860 \left(\frac{\text{KW}\cdot\text{h}}{\text{Kcal}}\right)$

**J<sub>2</sub>:**

Factor de conversión de MJ a KW\*h.  $J_2 = 2,778 \left(\frac{\text{KW}\cdot\text{h}}{\text{MJ}}\right)$ .

**J<sub>3</sub>:**

Factor para una tarificación que será modificable anualmente.  $J_3 = 0,03$ .

**M:**

Coste de mantenimiento anual (€). En él se incluyen las operaciones rutinarias, reposición de consumibles y el de sustitución y reparación de piezas. Su valor se calcula empleando la ecuación 65.

**P<sub>4</sub>:**

Precios del kg de gas propano licuado:  $1,7357 \left(\frac{\text{€}}{\text{kg}}\right)$ .

**PC<sub>prop</sub>:**

Poder calorífico de gas propano: 11000 kcal/kg.

**r:**

Tasa de rentabilidad interna en tanto por uno.

**R:**

Rendimiento energético de caldera de propano: 93 %

**V.:**

Válvula.

**H:**

Hembra.

**M:**

Macho.

**Øext:**

Diámetro exterior.



“PROYECTO DE DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE  
ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE  
SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III”

PLANOS

---



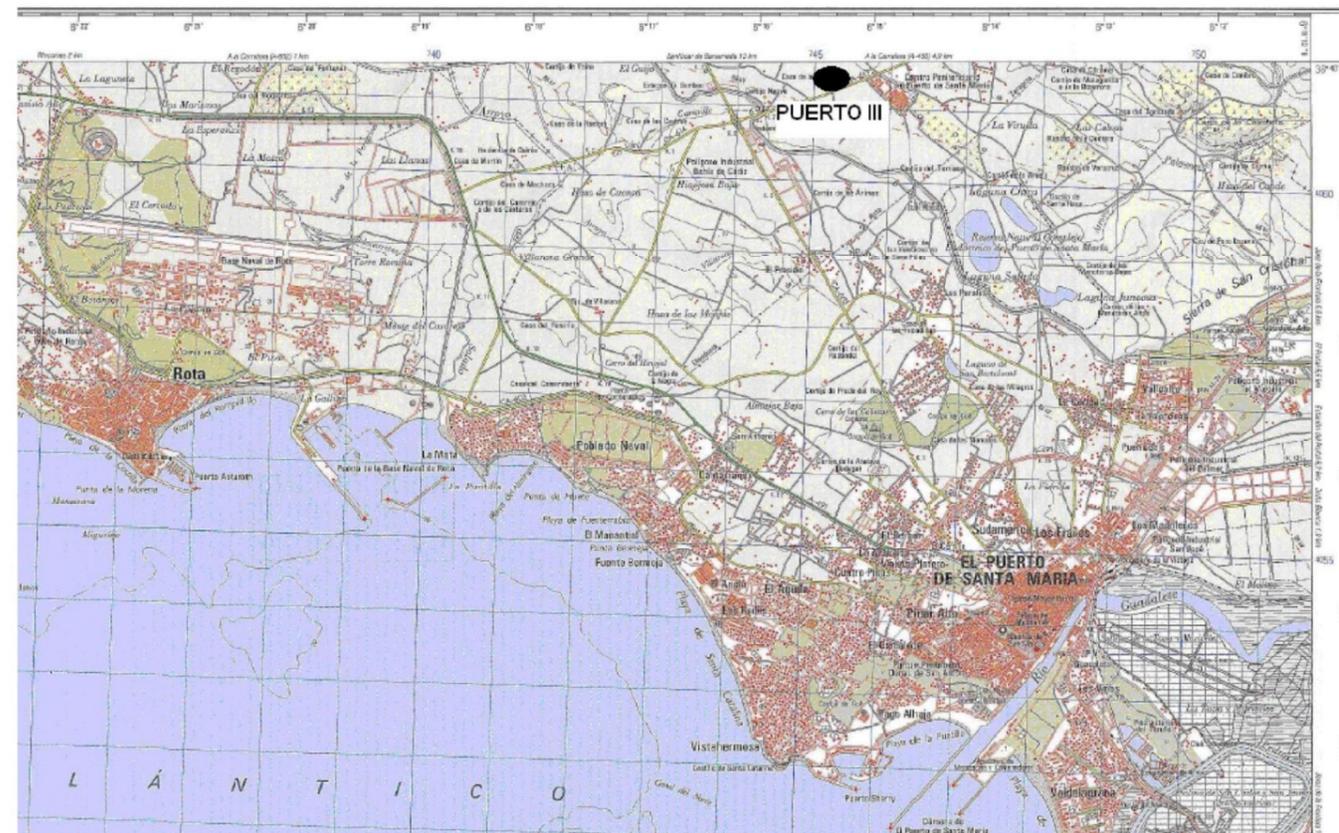
# PLANOS

## ÍNDICE DE “PLANOS”

1	PLANOS.....	1
1.1	MAPA DE SITUACIÓN CENTRO. EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ. ....	1
1.2	MAPA DE SITUACIÓN EN EL MUNICIPIO.....	2
1.3	MAPA DE PARCELACIÓN.....	3
1.4	SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN EN EL EDIFICIO. PARCELA 1 IZQ.	4
1.5	DIAGRAMA DE FLUJO. ....	5
1.6	SALA DE ACUMULACIÓN ACS. ....	6
1.7	CALDERA.....	7
1.8	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA. ENERGÍA SOLAR. ....	8
1.9	ACUMULADOR SOLAR 4000 L. ....	9
1.10	ACUMULADOR AUXILIAR 4000 L. ....	10
1.11	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA. CALDERA. ....	11
1.12	ESQUEMA DE FILA DEL CAMPO DE COLECTORES CAPTADOR SOLAR SOLECO Cu2.3S.....	12
1.13	CAPTADOR SOLAR SOLECO Cu2.3S.....	13
1.14	INSTALACIÓN DE GAS EN SUPERFICIE.....	14
1.15	ALMACENAMIENTO DE GAS. ....	15
1.16	ESQUEMA UNIFILAR.....	16

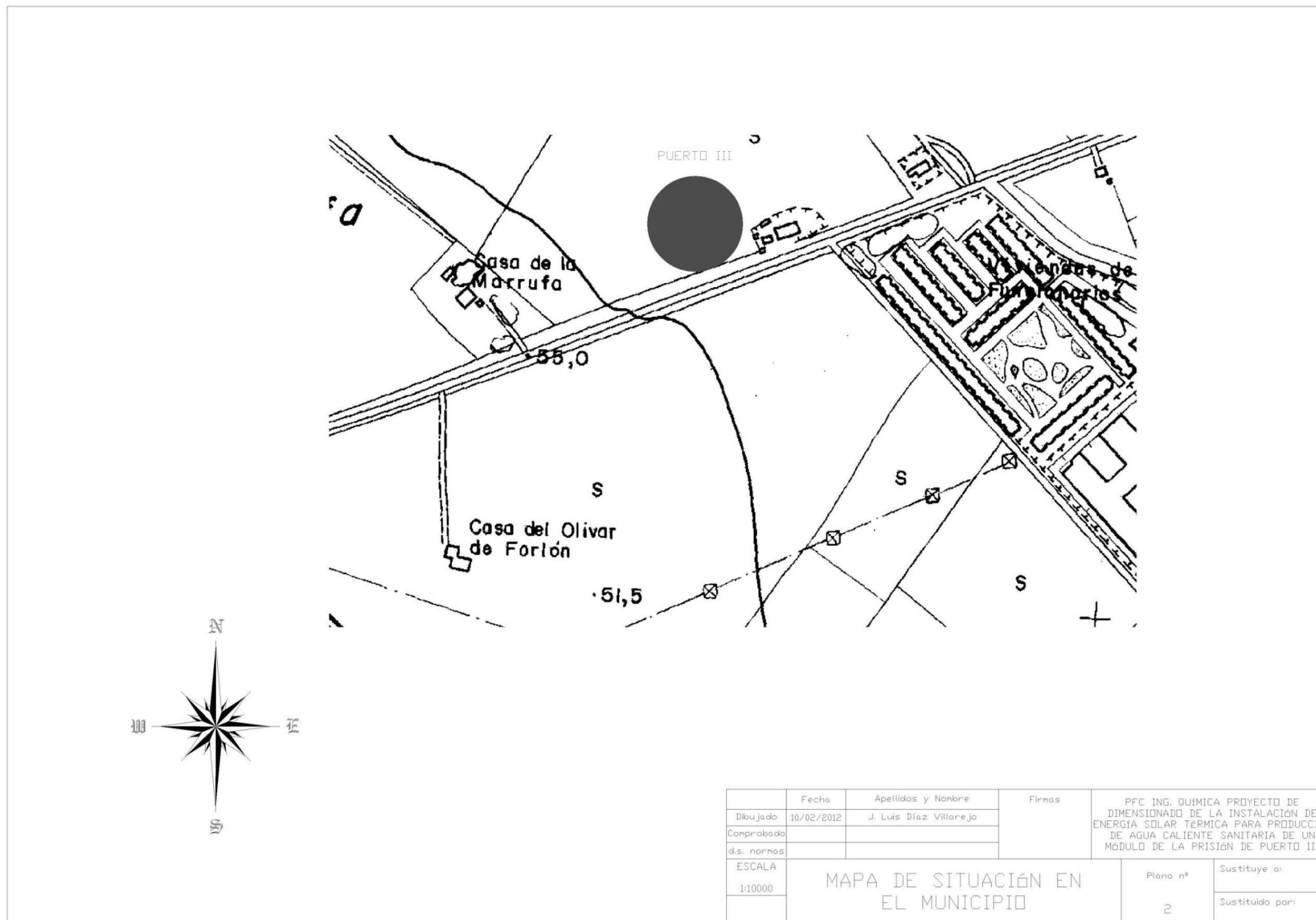
# 1 PLANOS

## 1.1 MAPA DE SITUACIÓN CENTRO. EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ.

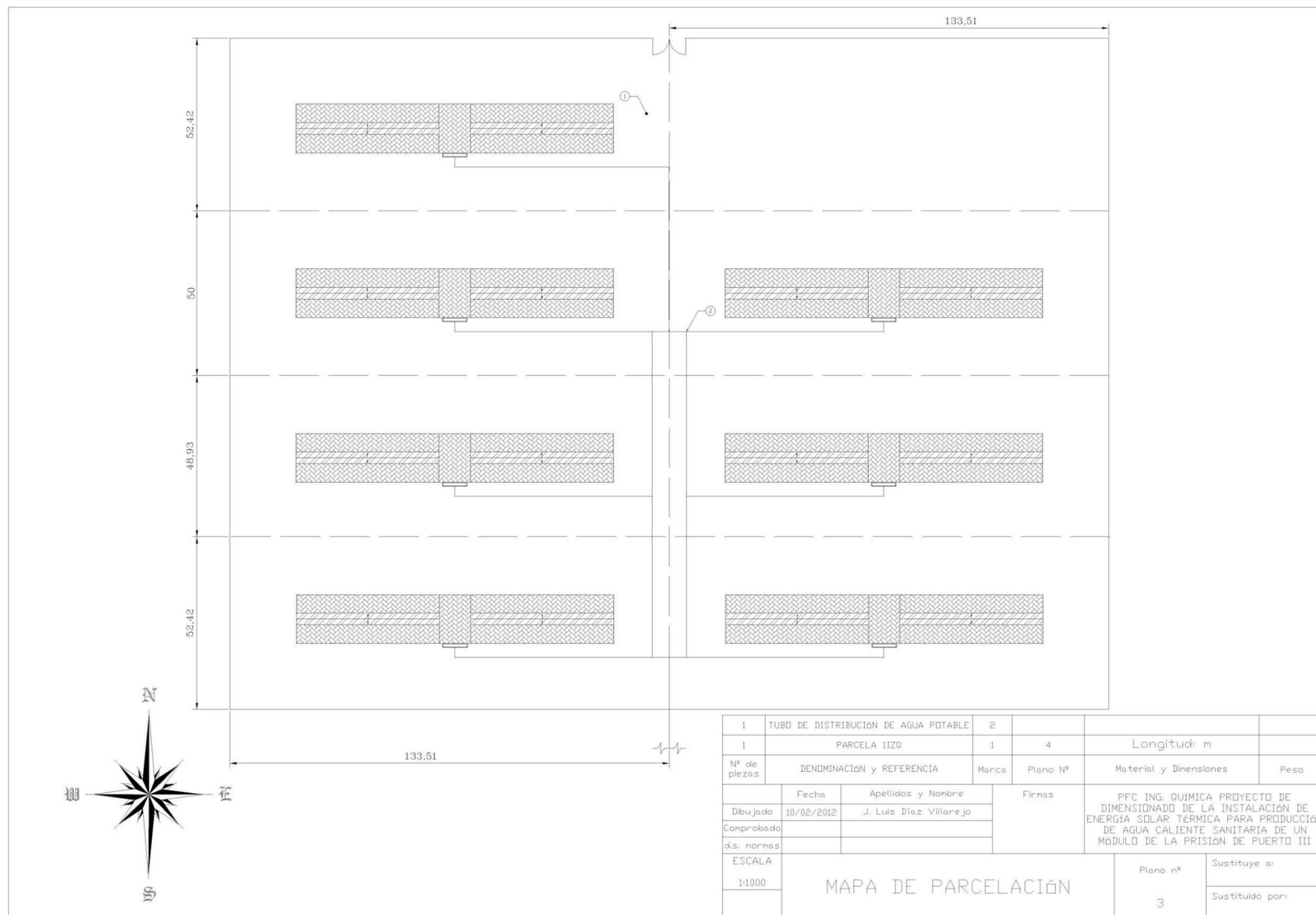


	Fecha	Apellidos y Nombre	Firmas	PFC ING. QUIMICA PROYECTO DE DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III
Dibujado	10/02/2012	J. Luis Díaz Villarejo		
Comprobado				
d.s. normas				
ESCALA	MAPA DE SITUACIÓN DENTRO EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ			Plano nº
1:200.000				1
				Sustituye a:
				Sustituido por:

## 1.2 MAPA DE SITUACIÓN EN EL MUNICIPIO.



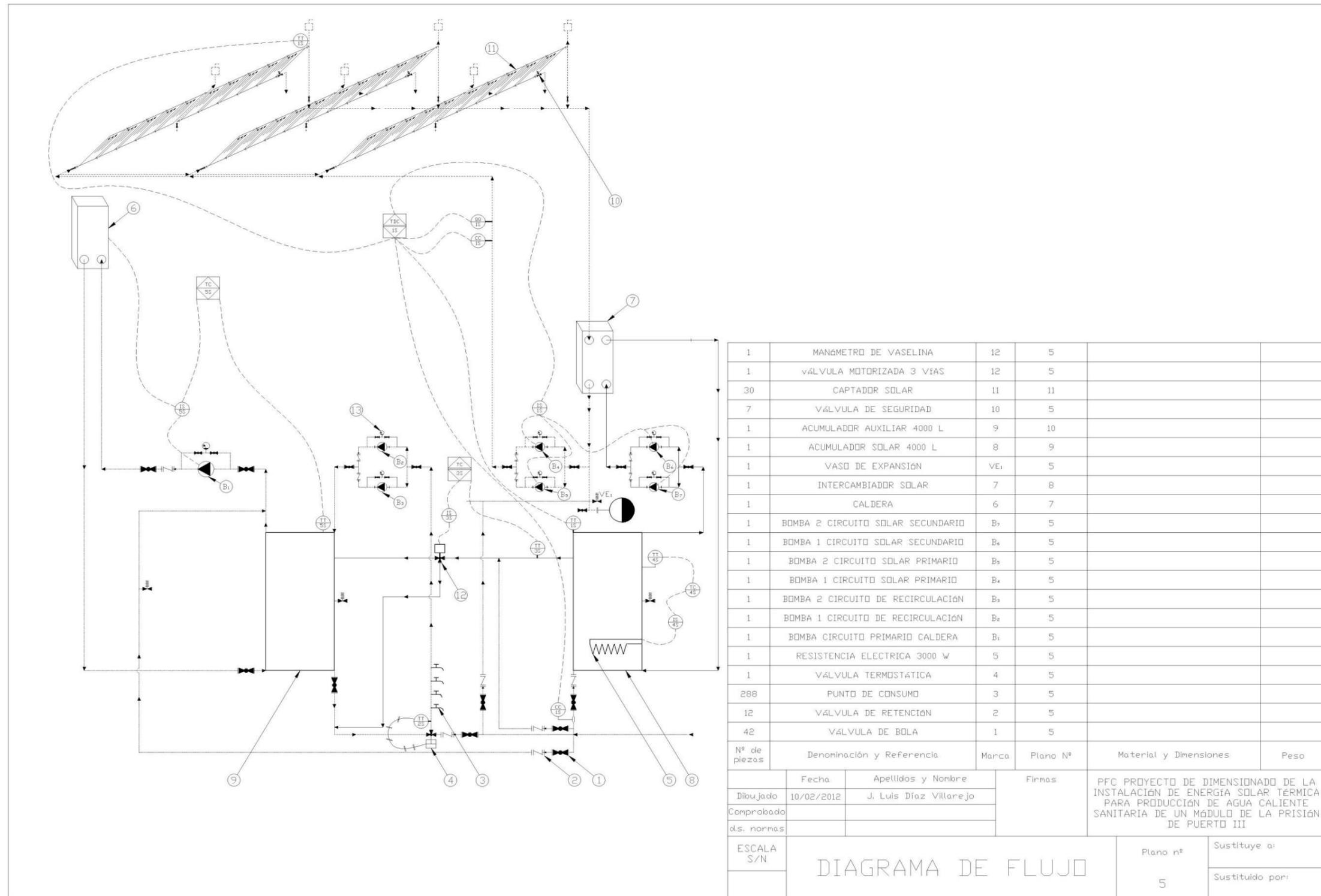
### 1.3 MAPA DE PARCELACIÓN.



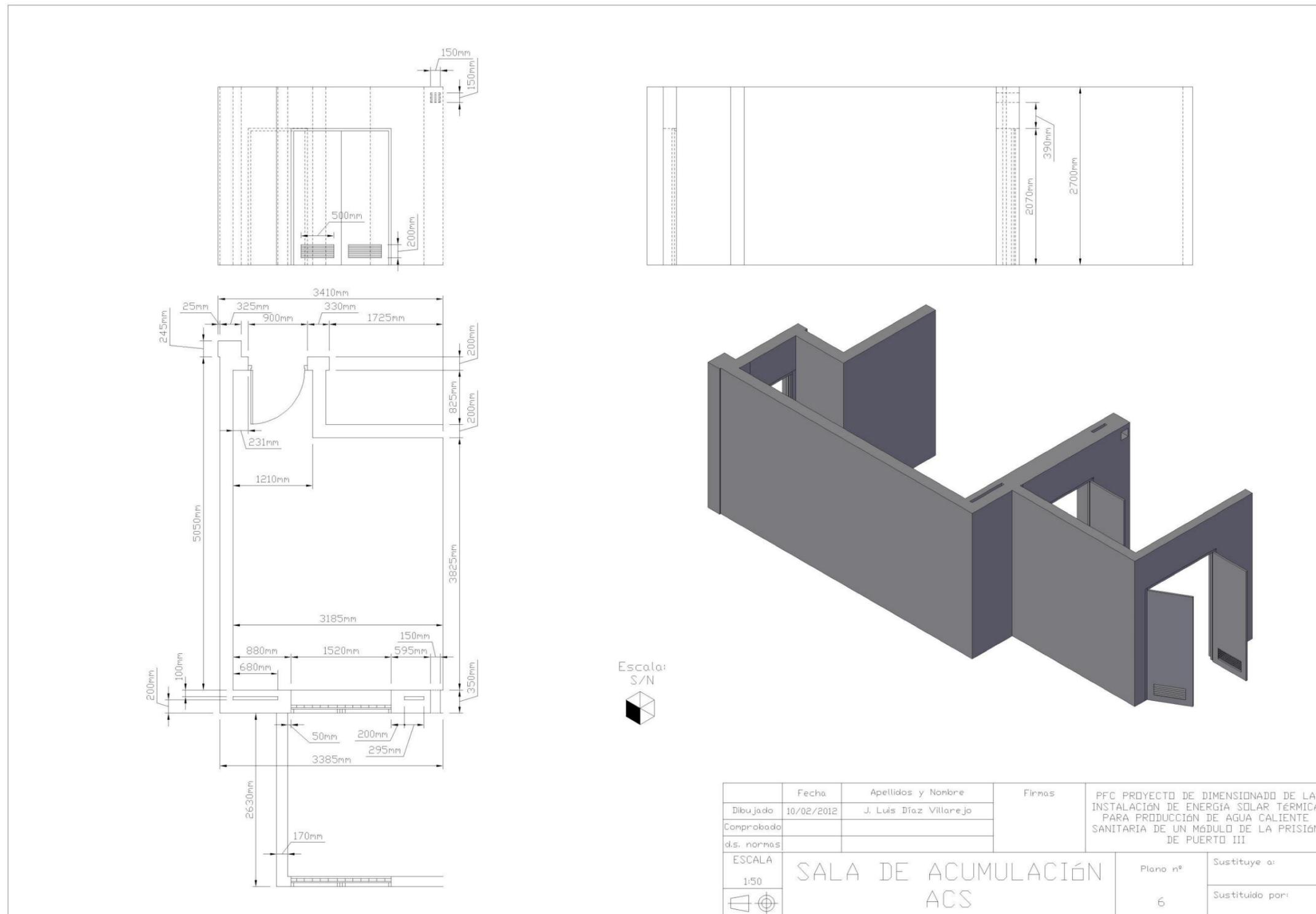
1.4 SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN EN EL EDIFICIO. PARCELA 1 IZQ.

NO.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	COLECTOR SOLAR	m <sup>2</sup>	100	100	10000
2	... ..	...	...	...	...
3	... ..	...	...	...	...
4	... ..	...	...	...	...
5	... ..	...	...	...	...
6	... ..	...	...	...	...
7	... ..	...	...	...	...
8	... ..	...	...	...	...
9	... ..	...	...	...	...
10	... ..	...	...	...	...
11	... ..	...	...	...	...
12	... ..	...	...	...	...
13	... ..	...	...	...	...
14	... ..	...	...	...	...
15	... ..	...	...	...	...
16	... ..	...	...	...	...
17	... ..	...	...	...	...
18	... ..	...	...	...	...
19	... ..	...	...	...	...
20	... ..	...	...	...	...
21	... ..	...	...	...	...
22	... ..	...	...	...	...
23	... ..	...	...	...	...
24	... ..	...	...	...	...
25	... ..	...	...	...	...
26	... ..	...	...	...	...
27	... ..	...	...	...	...
28	... ..	...	...	...	...
29	... ..	...	...	...	...
30	... ..	...	...	...	...
31	... ..	...	...	...	...
32	... ..	...	...	...	...
33	... ..	...	...	...	...
34	... ..	...	...	...	...
35	... ..	...	...	...	...
36	... ..	...	...	...	...
37	... ..	...	...	...	...
38	... ..	...	...	...	...
39	... ..	...	...	...	...
40	... ..	...	...	...	...
41	... ..	...	...	...	...
42	... ..	...	...	...	...
43	... ..	...	...	...	...
44	... ..	...	...	...	...
45	... ..	...	...	...	...
46	... ..	...	...	...	...
47	... ..	...	...	...	...
48	... ..	...	...	...	...
49	... ..	...	...	...	...
50	... ..	...	...	...	...
51	... ..	...	...	...	...
52	... ..	...	...	...	...
53	... ..	...	...	...	...
54	... ..	...	...	...	...
55	... ..	...	...	...	...
56	... ..	...	...	...	...
57	... ..	...	...	...	...
58	... ..	...	...	...	...
59	... ..	...	...	...	...
60	... ..	...	...	...	...
61	... ..	...	...	...	...
62	... ..	...	...	...	...
63	... ..	...	...	...	...
64	... ..	...	...	...	...
65	... ..	...	...	...	...
66	... ..	...	...	...	...
67	... ..	...	...	...	...
68	... ..	...	...	...	...
69	... ..	...	...	...	...
70	... ..	...	...	...	...
71	... ..	...	...	...	...
72	... ..	...	...	...	...
73	... ..	...	...	...	...
74	... ..	...	...	...	...
75	... ..	...	...	...	...
76	... ..	...	...	...	...
77	... ..	...	...	...	...
78	... ..	...	...	...	...
79	... ..	...	...	...	...
80	... ..	...	...	...	...
81	... ..	...	...	...	...
82	... ..	...	...	...	...
83	... ..	...	...	...	...
84	... ..	...	...	...	...
85	... ..	...	...	...	...
86	... ..	...	...	...	...
87	... ..	...	...	...	...
88	... ..	...	...	...	...
89	... ..	...	...	...	...
90	... ..	...	...	...	...
91	... ..	...	...	...	...
92	... ..	...	...	...	...
93	... ..	...	...	...	...
94	... ..	...	...	...	...
95	... ..	...	...	...	...
96	... ..	...	...	...	...
97	... ..	...	...	...	...
98	... ..	...	...	...	...
99	... ..	...	...	...	...
100	... ..	...	...	...	...

## 1.5 DIAGRAMA DE FLUJO.

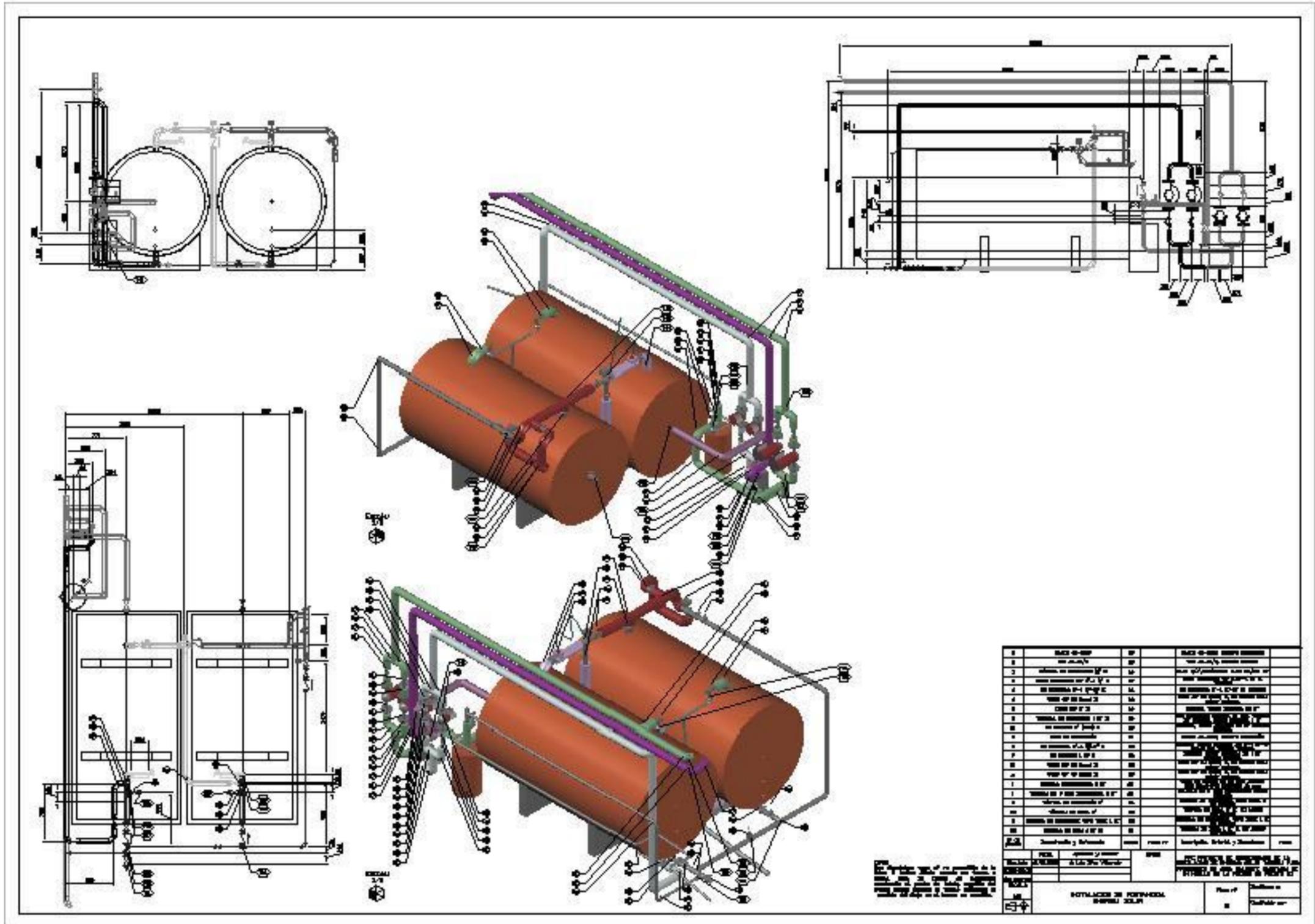


## 1.6 SALA DE ACUMULACIÓN ACS.

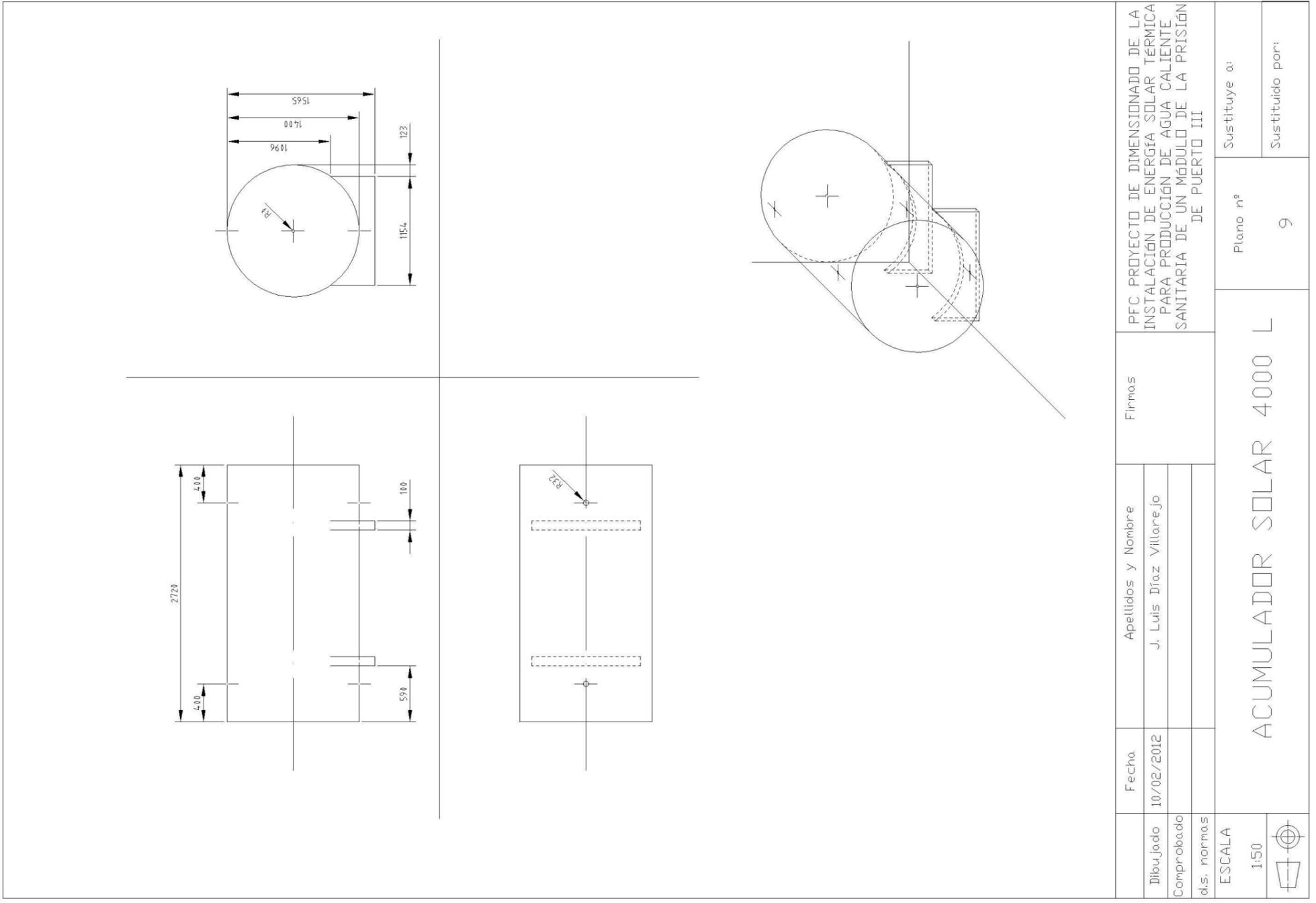




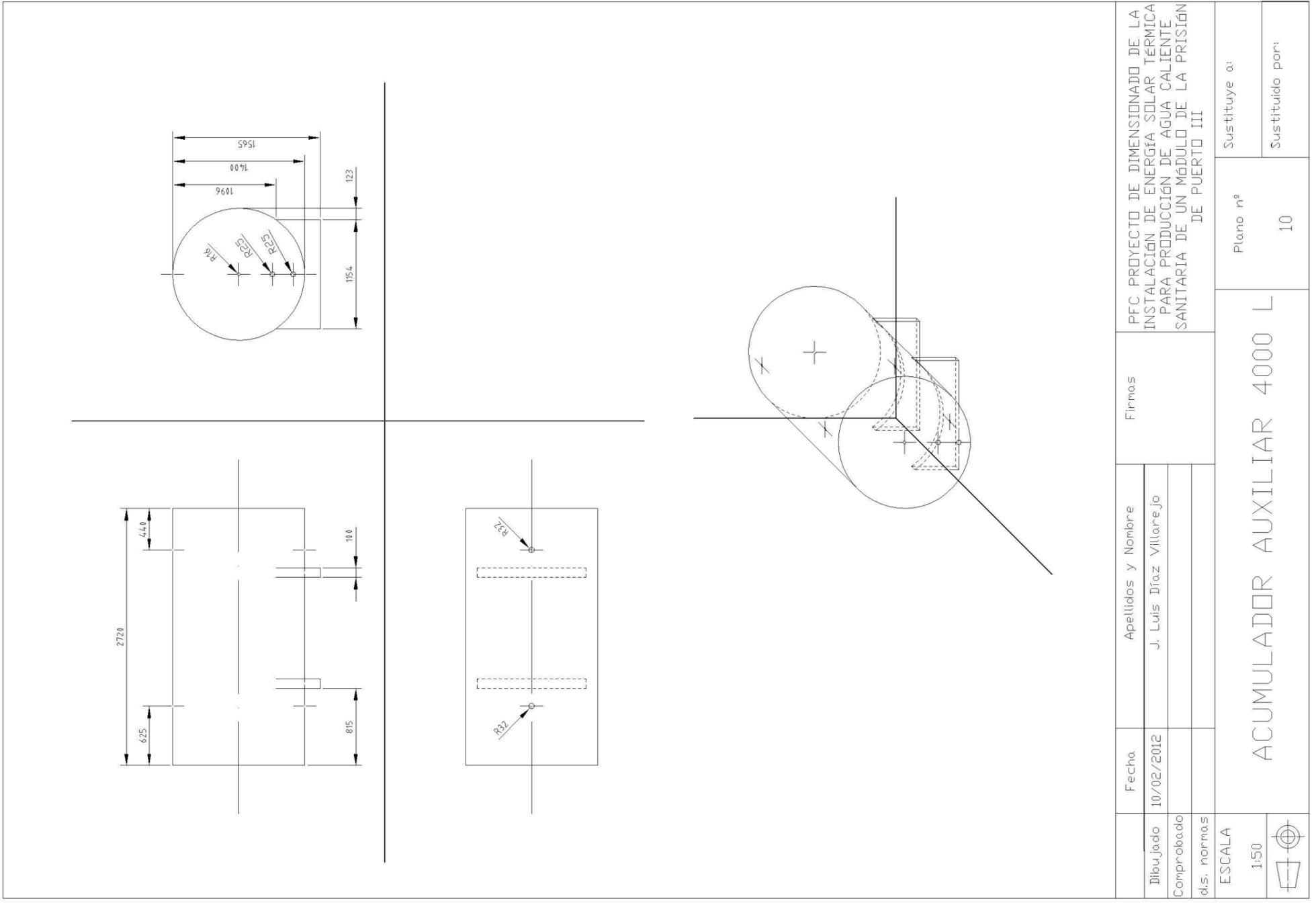
1.8 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA. ENERGÍA SOLAR.



1.9 ACUMULADOR SOLAR 4000 L.

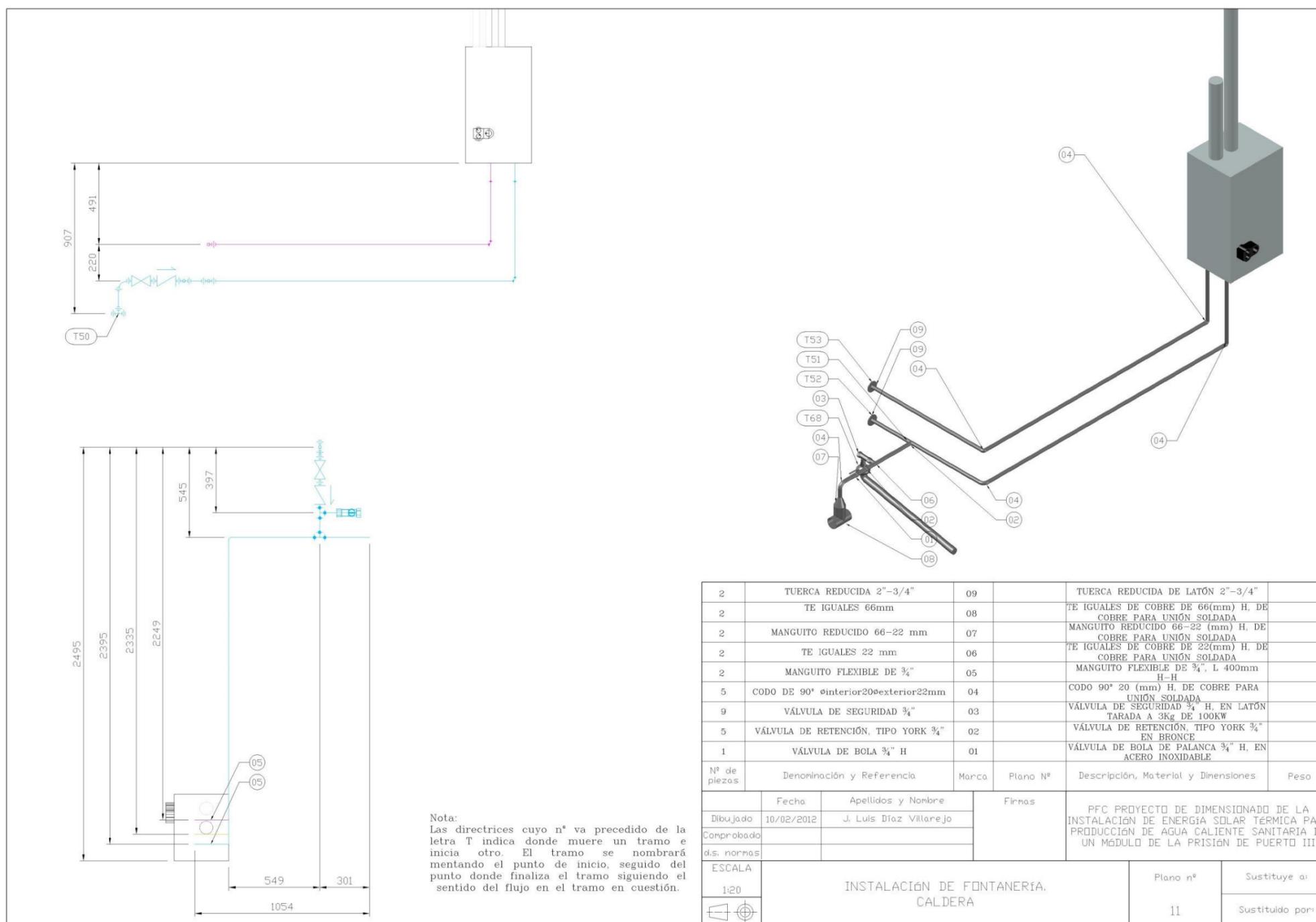


**1.10 ACUMULADOR AUXILIAR 4000 L.**

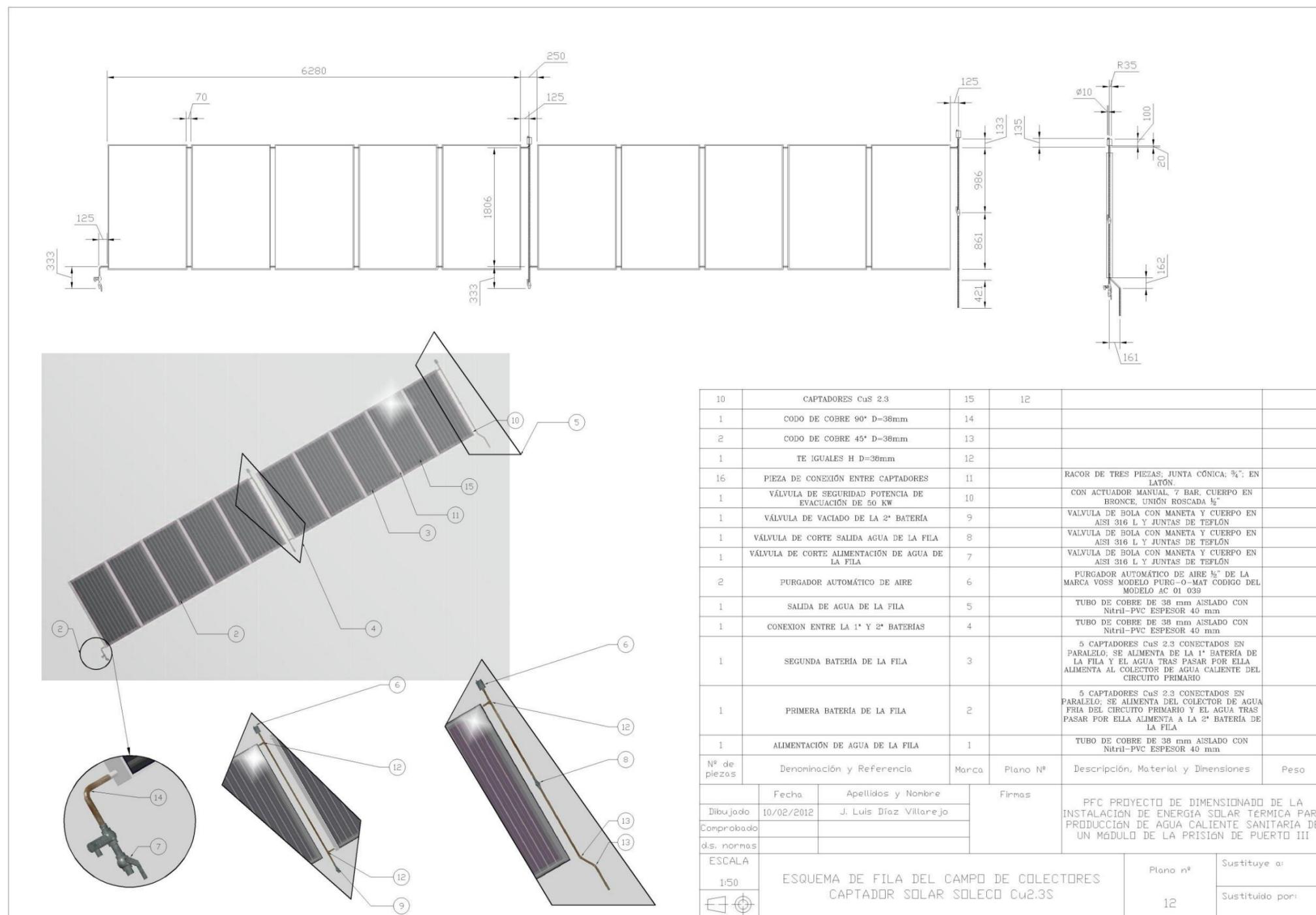


Fecha	10/02/2012	Apellidos y Nombre	J. Luis Díaz Villarejo	Firmas	PFC PROYECTO DE DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN MÓDULO DE LA PRISIÓN DE PUERTO III
Dibujado	Comprobado	d.s. normas			
ESCALA	1:50	ACUMULADOR AUXILIAR 4000 L			Plano nº
					10
					Sustituye a:
					Sustituido por:

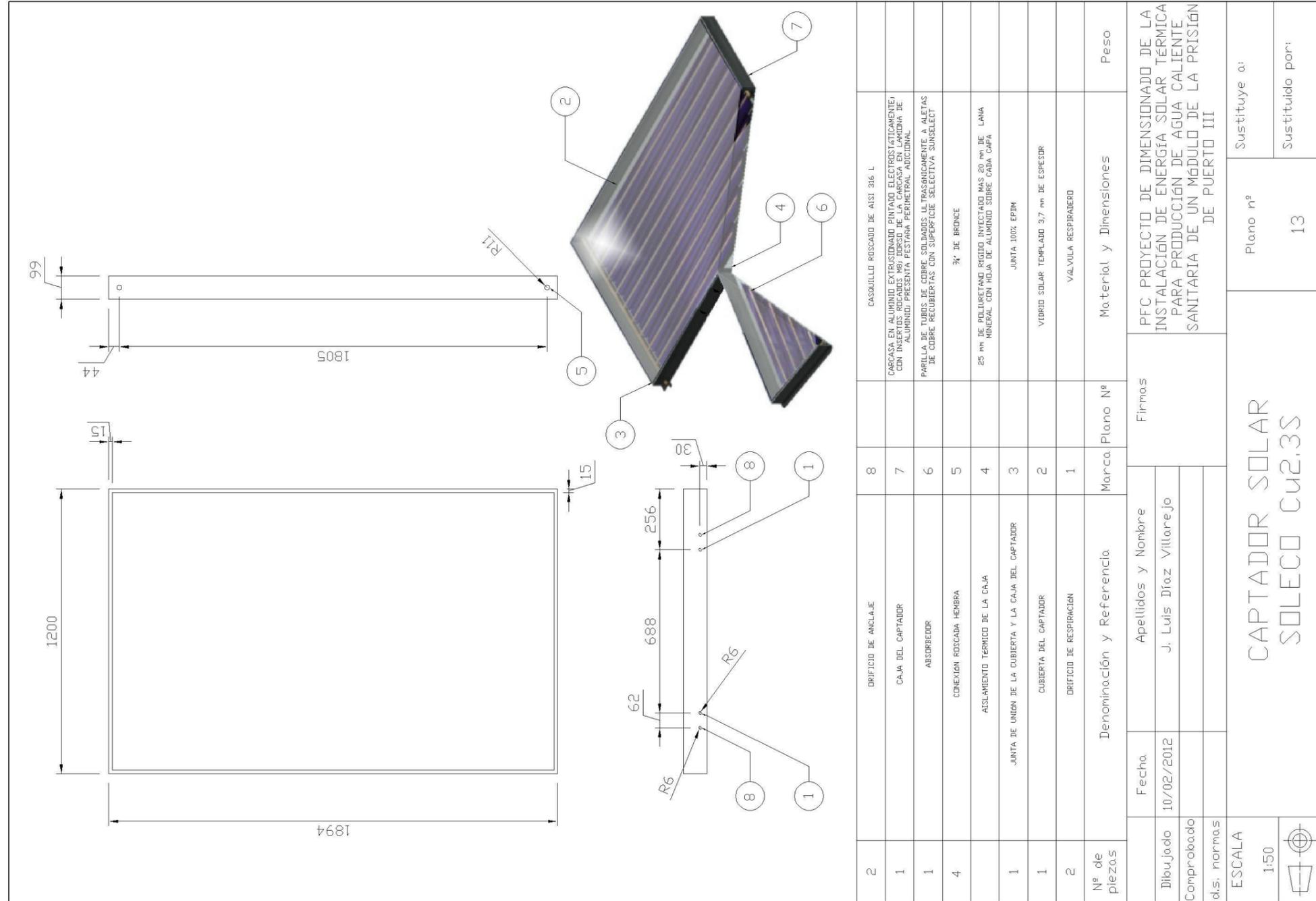
## 1.11 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA. CALDERA.



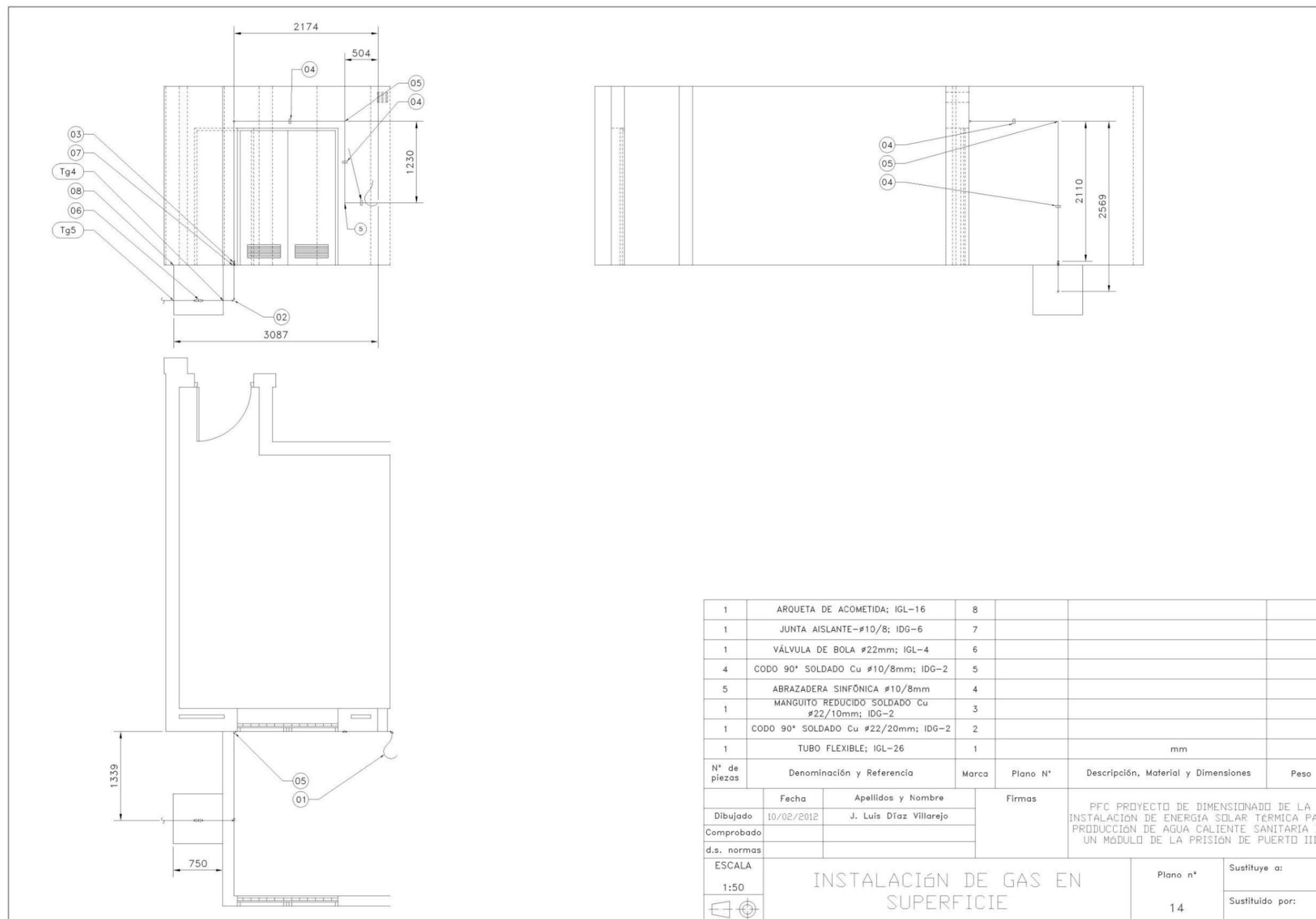
## 1.12 ESQUEMA DE FILA DEL CAMPO DE COLECTORES CAPTADOR SOLAR SOLECO Cu2.3S.



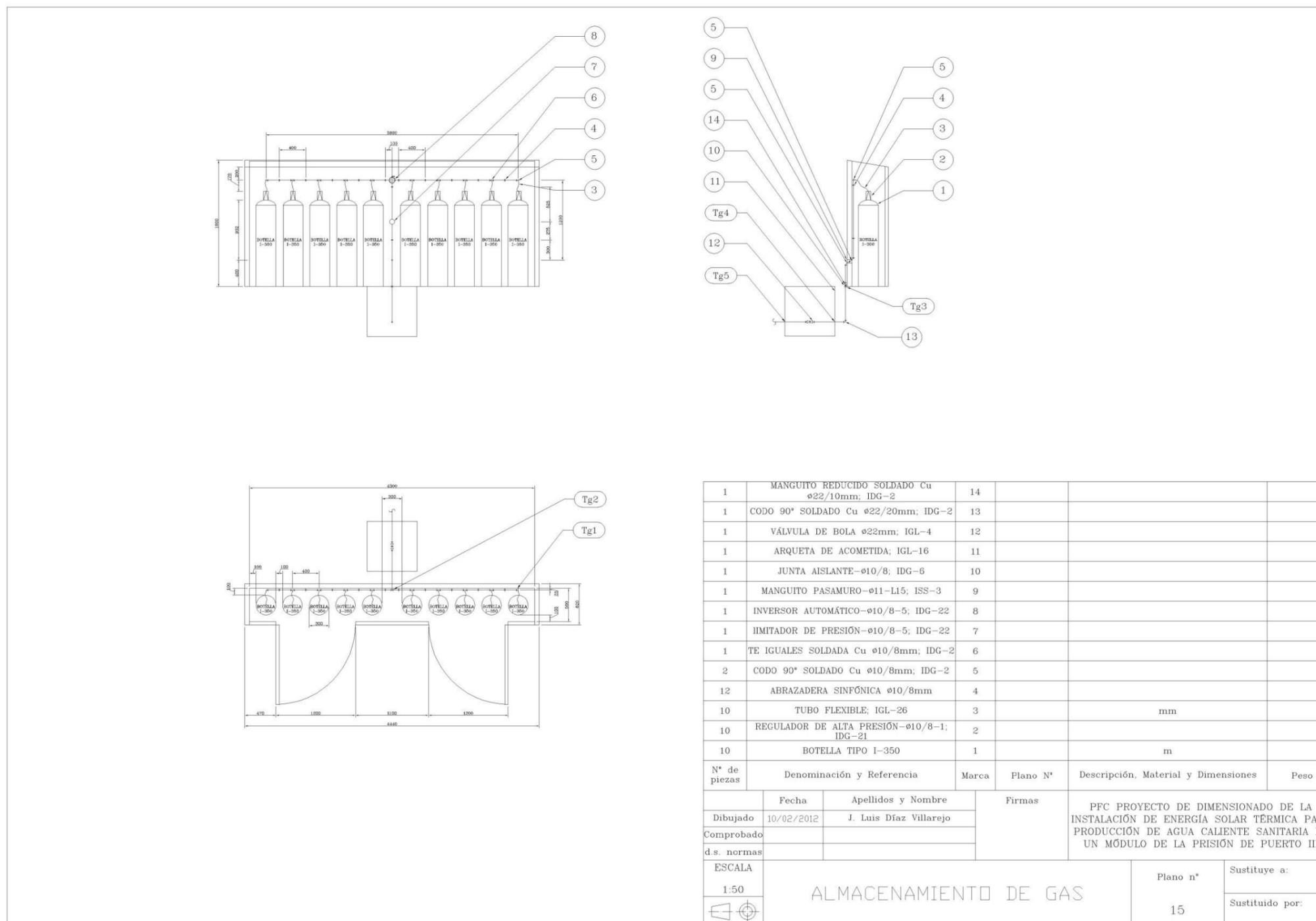
## 1.13 CAPTADOR SOLAR SOLECO Cu2.3S.



## 1.14 INSTALACIÓN DE GAS EN SUPERFICIE.



## 1.15 ALMACENAMIENTO DE GAS.



## 1.16 ESQUEMA UNIFILAR.

