



Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial.

Universidad de Zaragoza.

PLIEGO DE CONDICIONES

Instalación de energía solar térmica
para producción de ACS en una vivienda
unifamiliar en Larraul, Guipúzcoa.





ÍNDICE (2 -4)

2.1. REQUISITOS GENERALES (5 -18)

2.1.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN (6)

2.1.2. GENERALIDADES (7 -9)

2.1.3 REQUISITOS GENERALES (10 -18)

2.1.3.1 FLUIDO DE TRABAJO (10-11)

2.1.3.2 PROTECCIÓN CONTRA HELADAS (11 - 15)

2.1.3.2.1 GENERALIDADES (11 -12)

2.1.3.2.2 MEZCLAS ANTICONGELANTES (12- 13)

2.1.3.3 SOBREALEMENTAMIENTOS (15 -16)

2.1.3.3.1 PROTECCIÓN CONTRA

SOBREALEMENTAMIENTOS (15-16)

2.1.3.3.2 PROTECCIÓN CONTRA QUEMADURAS (16)

2.1.3.3.3 PROTECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES

CONTRA ALTAS TEMPERATURAS (16)

2.1.3.4 RESISTENCIA A PRESIÓN (17)

2.1.3.5 PREVENCIÓN DE FLUJO INVERSO (17)

2.1.3.6 PREVENCIÓN DE LA LEGIONELOSIS (18)

2.2 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO (25- 55)

2.2.1 DIMENSIONADO Y CÁLCULO (26 -31)





2.2.1.1 DATOS DE PARTIDA (26 -28)

2.2.1.2 DIMENSIONADO BÁSICO (28 -31)

2.2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN (31 -36)

2.2.2.1 GENERALIDADES (31 -32)

2.2.2.2 ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN Y SOMBRAS(32 -34)

2.2.2.3 CONEXIONADO (34 -35)

2.2.2.4 ESTRUCTURA SOPORTE (36)

2.2.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN SOLAR (37 -42)

2.2.3.1 GENERALIDADES (37 -38)

2.2.3.2 SITUACIÓN DE LAS CONEXIONES (38 -39)

2.2.3.4 SISTEMA AUXILIAR EN EL ACUMULADOR

SOLAR (41 -42)

2.2.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE INTERCAMBIO (43)

2.2.5 DISEÑO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO (44 -46)

2.2.5.1 GENERALIDADES (44)

2.2.5.2 TUBERÍAS (44)

2.2.5.3 BOMBAS (45)

2.2.5.4 VASOS DE EXPANSIÓN (46)

2.2.5.5 PURGA DE AIRE (46)

2.2.5.6 DRENAJE (46)





2.2.8. DISEÑO DEL SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR (49 -52)

2.2.9 DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL (52 -54)





2.1. REQUISITOS GENERALES





2.1.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El objeto de este documento es fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares térmicas para calentamiento de líquido, especificando los requisitos de durabilidad, fiabilidad y seguridad.

El ámbito de aplicación de este documento se extiende a todos los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este documento, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

Este documento no es de aplicación a instalaciones solares con almacenamientos estacionales.





2.1.2. GENERALIDADES

En general, a las instalaciones recogidas bajo este documento le son de aplicación el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), junto con la serie de normas UNE sobre solar térmica listadas en el **Anexo I. Normativa de aplicación y consulta.**

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación para instalaciones con captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior o igual a $9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{A}^\circ\text{C})$.

A efectos de requisitos mínimos, se consideran las siguientes clases de instalaciones:

- **Sistemas solares de calentamiento prefabricados** son lotes de productos con una marca registrada, que son vendidos como equipos completos y listos para instalar, con configuraciones fijas. Los sistemas de esta categoría se consideran como un solo producto y se evalúan en un laboratorio de ensayo como un todo. Si un sistema es modificado cambiando su configuración o cambiando uno o más de sus componentes, el sistema modificado se considera como un nuevo sistema, para el cual es necesario una nueva evaluación en el laboratorio de ensayo.





- **Sistemas solares de calentamiento a medida o por elementos** son aquellos sistemas contruidos de forma única o montados eligiéndolos de una lista de componentes. Los sistemas de esta categoría son considerados como un conjunto de componentes. Los componentes se ensayan de forma separada y los resultados de los ensayos se integran en una evaluación del sistema completo. Los sistemas solares de calentamiento a medida se subdividen en dos categorías:

- a) **Sistemas grandes a medida** son diseñados únicamente para una situación específica. En general son diseñados por ingenieros, fabricantes y otros expertos.
- b) **Sistemas pequeños a medida** son ofrecidos por una Compañía y descritos en el así llamado archivo de clasificación, en el cual se especifican todos los componentes y posibles configuraciones de los sistemas fabricados por la Compañía. Cada posible combinación de una configuración del sistema con componentes de la clasificación se considera un solo sistema a medida.

<i>Sistemas solares prefabricados (*)</i>	<i>Sistemas solares a medida (**)</i>
Sistemas por termosifón para agua caliente sanitaria.	Sistemas de circulación forzada (o de termosifón) para agua caliente y/o calefacción y/o refrigeración y/o calentamiento de piscinas montados usando componentes y configuraciones descritos en un archivo de documentación (principalmente sistemas pequeños).
Sistemas de circulación forzada como lote de productos con configuración fija para agua caliente sanitaria.	
Sistemas con captador-depósito integrados (es decir, en un mismo volumen) para agua caliente sanitaria.	Sistemas únicos en el diseño y montaje, utilizados para calentamiento de agua, calefacción y/o refrigeración y/o calentamiento de piscinas o usos industriales (principalmente sistemas grandes).

(*) También denominados “equipos domésticos” o “equipos compactos”.

(**) También denominados “instalaciones diseñadas por elementos” o “instalaciones partidas”.

Tabla 2.1. División de sistemas solares de calentamiento prefabricados y a medida.





Considerando el coeficiente global de pérdidas de los captadores se considerarán, a efectos de permitir o limitar, dos grupos dependiendo del rango de temperatura de trabajo:

- Las instalaciones destinadas exclusivamente a producir agua caliente sanitaria, calentamiento de piscinas, precalentamiento de agua de aporte de procesos industriales, calefacción por suelo radiante o “fan-coil” u otros usos a menos de 45 °C, podrán emplear captadores cuyo coeficiente global de pérdidas esté comprendido entre 9 W/(m²A°C) y 4,5 W/(m²A°C).
- Las instalaciones destinadas a climatización, calefacción por sistemas diferentes a suelo radiante o “fan-coil”, u otros usos en los cuales la temperatura del agua de aporte a la instalación solar y la de referencia de producción se sitúen en niveles semejantes, deberán emplear captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior a 4,5 W/(m²A°C).

En ambos grupos el rendimiento medio anual de la instalación deberá ser mayor del 30 %, calculándose de acuerdo a lo especificado en el **Capítulo 2.3.** **“Criterios generales de diseño”.**





2.1.3 REQUISITOS GENERALES

2.1.3.1 FLUIDO DE TRABAJO

Como fluido de trabajo en el circuito primario se utilizará agua de la red, o agua desmineralizada, o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar y del agua utilizada.

Los aditivos más usuales son los anticongelantes, aunque en ocasiones se puedan utilizar aditivos anticorrosivos.

La utilización de otros fluidos térmicos requerirá incluir su composición y calor específico en la documentación del sistema y la certificación favorable de un laboratorio acreditado.

En cualquier caso el pH a 20 °C del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9, y el contenido en sales 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.

Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

El diseño de los circuitos evitará cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. En particular, se prestará especial atención a una eventual contaminación del agua potable por el fluido del circuito primario.

Para aplicaciones en procesos industriales, refrigeración o calefacción, las características del agua exigidas por dicho proceso no sufrirán ningún tipo de modificación que pueda afectar al mismo.

2.1.3.2 PROTECCIÓN CONTRA HELADAS

2.1.3.2.1 GENERALIDADES

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 deberán 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 heladas.

El fabricante deberá describir el método de protección anti-heladas usado por el sistema. A los efectos de este documento, como sistemas de protección anti-heladas podrán utilizarse:

1. Mezclas anticongelantes.
2. Recirculación de agua de los circuitos.
3. Drenaje automático con recuperación de fluido.
4. Drenaje al exterior (sólo para sistemas solares prefabricados).

2.1.3.2.2 MEZCLAS ANTICONGELANTES

Como anticongelantes podrán utilizarse los productos, solos o mezclados con agua, que cumplan la reglamentación vigente y cuyo punto de congelación sea inferior a 0 °C (el punto de congelación deberá de estar acorde con las condiciones climáticas del lugar). En todo caso, su calor específico no será inferior a 3 kJ/(kgAK), equivalentes a 0,7 kcal/(kgA°C).

Se deberán tomar precauciones para prevenir posibles deterioros del fluido anticongelante como resultado de condiciones altas de temperatura. Estas precauciones deberán de ser comprobadas de acuerdo con UNE-EN 12976-2.





La instalación dispondrá de los sistemas necesarios para facilitar el llenado de la misma y para asegurar que el anticongelante está perfectamente mezclado.

Es conveniente que se disponga de un depósito auxiliar para reponer las pérdidas que se puedan dar del fluido en el circuito, de forma que nunca se utilice un fluido para la reposición cuyas características incumplan el Pliego. Será obligatorio en los casos de riesgos de heladas y cuando el agua deba tratarse.

En cualquier caso, el sistema de llenado no permitirá las pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito y resueltas con reposición de agua de red.

2.1.3.3 SOBRECALENTAMIENTOS

2.1.3.3.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECALENTAMIENTOS

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de agua caliente, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar al sistema a su forma normal de operación.

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 (contenido 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 *legionella*. En cualquier caso, se dispondrán los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

2.1.3.3.2 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 deberá ser instalado 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.

2.1.3.3.3 PROTECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES CONTRA ALTAS TEMPERATURAS

El sistema deberá ser diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.





2.1.3.4 RESISTENCIA A PRESIÓN

Se deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 12976-1.

En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

2.1.3.5 PREVENCIÓN DE FLUJO INVERSO

La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del sistema.

La circulación natural que produce el flujo inverso se puede favorecer cuando el acumulador se encuentra por debajo del captador, por lo que habrá que tomar, en esos casos, las precauciones oportunas para evitarlo.

En sistemas con circulación forzada se aconseja utilizar una válvula anti-retorno para evitar flujos inversos.





2.1.3.6 PREVENCIÓN DE LA LEGIONELOSIS

Se deberá cumplir el Real Decreto 909/2001, por lo que la temperatura del agua en el circuito de distribución de agua caliente no deberá ser inferior a 50 °C en el punto más alejado y previo a la mezcla necesaria para la protección contra quemaduras o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70 °C. En consecuencia, no se admite la presencia de componentes de acero galvanizado.





2.2. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO





2.2.1 DIMENSIONADO Y CÁLCULO

2.2.1.1 DATOS DE PARTIDA

Los datos de partida necesarios para el dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones de uso y climáticas.

Condiciones de uso

Las condiciones de uso vienen dadas por la demanda energética asociada a la instalación según los diferentes tipos de consumo:

- Para aplicaciones de A.C.S., la demanda energética se determina en función del consumo de agua caliente, siguiendo lo especificado en el Anexo IV.
- Para aplicaciones de calentamiento de piscinas, la demanda energética se calcula en función de las pérdidas de la misma, siguiendo lo recogido en el Anexo IV.
- Para aplicaciones de climatización (calefacción y refrigeración), la demanda energética viene dada por la carga térmica del habitáculo a climatizar, calculándose según lo especificado en el RITE.





- Para aplicaciones de uso industrial se tendrá en cuenta la demanda energética y potencia necesaria, realizándose un estudio específico y pormenorizado de las necesidades, definiendo claramente si es un proceso discreto o continuo y el tiempo de duración del mismo.
- Para instalaciones combinadas se realizará la suma de las demandas energéticas sobre base diaria o mensual, aplicando si es necesario factores de simultaneidad.

Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas vienen dadas por la radiación global total en el campo de captación, la temperatura ambiente diaria y la temperatura del agua de la red.

Al objeto de este PCT podrán utilizarse datos de radiación publicados por entidades de reconocido prestigio y los datos de temperatura publicados por el Instituto Nacional de Meteorología.

A falta de otros datos, se recomienda usar las tablas de radiación y temperatura ambiente por provincias publicadas por CENSOLAR, recogidas en los ***Anexos VII.***





2.2.1.2 DIMENSIONADO BÁSICO

A los efectos de este PCT, el dimensionado básico de las instalaciones o sistemas a medida se refiere a la selección de la superficie de captadores solares y, en caso de que exista, al volumen de acumulación solar, para la aplicación a la que está destinada la instalación. El dimensionado básico de los sistemas solares prefabricados se refiere a la selección del sistema solar prefabricado para la aplicación de A.C.S. a la que está destinado.

El dimensionado básico de una instalación, para cualquier aplicación, deberá realizarse de forma que en ningún mes del año la energía producida por la instalación solar supere el 110 % de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100 %. A estos efectos, y para instalaciones de un marcado carácter estacional, no se tomarán en consideración aquellos períodos de tiempo en los cuales la demanda se sitúe un 50 % debajo de la media correspondiente al resto del año.

En el caso de que se dé la situación de estacionalidad en los consumos indicados anteriormente, deberán tomarse las medidas de protección de la instalación correspondiente, indicadas en el **Anexo VI. Mantenimiento de la instalación.**

El rendimiento de la instalación se refiere sólo a la parte solar de la misma. En caso de sistemas de refrigeración por absorción se refiere a la producción de la energía solar térmica necesaria para el sistema de refrigeración.





A estos efectos, se definen los conceptos de fracción solar y rendimiento medio estacional o anual de la siguiente forma:

$$\text{Fracción solar mes "x"} = (\text{Energía solar aportada el mes "x"} / \text{Demanda energética durante el mes "x"}) \times 100$$

$$\text{Fracción solar año "y"} = (\text{Energía solar aportada el año "y"} / \text{Demanda energética durante el año "y"}) \times 100$$

$$\text{Rendimiento medio año "y"} = (\text{Energía solar aportada el año "y"} / \text{Irradiación incidente año "y"}) \times 100$$

$$\text{Irradiación incidente año "y"} = \text{Suma de las irradiaciones incidentes de los meses del año "y"}$$

$$\text{Irradiaciones incidentes en el mes "x"} = \text{Irradiación en el mes "x"} \times \text{Superficie captadora}$$

El concepto de **energía solar aportada el año "y"** se refiere a la energía demandada realmente satisfecha por la instalación de energía solar. Esto significa que para su cálculo nunca podrá considerarse más de un 100 % de aporte solar en un determinado mes.

Para el cálculo del dimensionado básico de instalaciones a medida podrá utilizarse cualquiera de los métodos de cálculo comerciales de uso aceptado por





proyectistas, fabricantes e instaladores. El método de cálculo especificará, al menos sobre base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y del aporte solar. Asimismo, el método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:

- La demanda de energía térmica.
- La energía solar térmica aportada.
- La fracción solar media anual.
- El rendimiento medio anual.

La selección del sistema solar prefabricado se realizará a partir de los resultados de ensayo del sistema, teniendo en cuenta que tendrá también que cumplir lo especificado en RITE ITE 3.13.

Independientemente de lo especificado en los párrafos anteriores, en caso de A.C.S., se debe tener en cuenta que el sistema solar se debe diseñar y calcular en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda y el aporte, al no ser ésta simultánea con la generación.

Para esta aplicación el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición: $50 < V/A < 180$ donde A será el área total de los captadores, expresada en m^2 , y V es el volumen del depósito de acumulación solar, expresado en litros, cuyo valor recomendado es aproximadamente la carga de consumo diaria M : $V = M$.

Además, para instalaciones con fracciones solares bajas, se deberá considerar el uso de relaciones V/A pequeñas y para instalaciones con fracciones solares elevadas se deberá aumentar dicha relación.





Para instalaciones de climatización se dimensionará el volumen de acumulación para que se cubran las necesidades de energía demandada durante, al menos, una hora. De cualquier forma se recomienda usar una relación de V/A entre 25 l/m² y 50 l/m².

2.2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN

2.2.2.1 GENERALIDADES

El captador seleccionado deberá poseer la certificación emitida por un organismo competente en la materia o por un laboratorio de ensayos según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares.

A efectos de este PCT, será necesaria la presentación de la homologación del captador por el organismo de la Administración competente en la materia y la certificación del mismo por laboratorio acreditado (en la actualidad sólo se encuentra operativo el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, INTA), así como las curvas de rendimiento obtenidas por el citado laboratorio.

Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo, tanto por criterios energéticos como por criterios constructivos.



2.2.2.2 ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN Y SOMBRAS

La orientación e inclinación del sistema de captación y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas respecto al óptimo, sean inferiores a los límites de la **Tabla 2.3**. Se considerarán tres casos: general, superposición de captadores e integración arquitectónica según se define más adelante. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

	<i>Orientación e inclinación (OI)</i>	<i>Sombras (S)</i>	<i>Total (OI+S)</i>
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Tabla 2.3. Pérdidas respecto al óptimo según sistema de captación

Se considera la dirección Sur como orientación óptima y la mejor inclinación dependiendo del período de utilización, uno de los valores siguientes:

- Consumo constante anual: la latitud geográfica
- Consumo preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°
- Consumo preferente en verano: la latitud geográfica - 10°





Se debe evaluar la disminución de prestaciones que se origina al modificar la orientación e inclinación de la superficie de captación.

2.2.2.3 CONEXIONADO

Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante.

El número de captadores conexcionados en serie no será superior a tres. En casos de aplicaciones para algunos usos industriales y refrigeración por absorción, si está justificado, este número podrá elevarse a cuatro, siempre y cuando sea permitido por el fabricante. En el caso de que la aplicación sea de A.C.S. no deben conectarse más de dos captadores en serie.

Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general se debe alcanzar un flujo equilibrado



mediante el sistema de retorno invertido. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado.

Se deberá prestar especial atención en la estanquidad y durabilidad de las conexiones del captador.

En la **Figura 2.4.** se pueden observar de forma esquemática las conexiones mencionadas en este apartado.

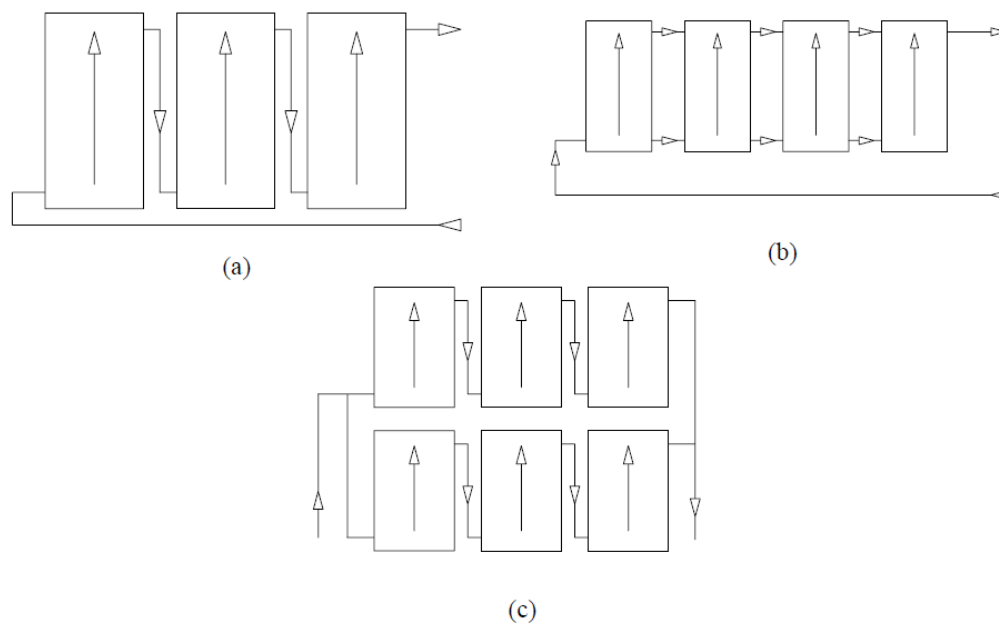


Figura 2.4. Conexión de captadores: a) en serie. B) en paralelo. C) en serie-paralelo



2.2.2.4 ESTRUCTURA SOPORTE

Si el sistema posee una estructura soporte que es montada normalmente en el exterior, el fabricante deberá especificar los valores máximos de **sk** (carga de nieve) y **vm** (velocidad media de viento) de acuerdo con ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4.

Esto deberá verificarse durante el diseño calculando los esfuerzos de la estructura soporte de acuerdo con estas normas.

El sistema sólo podrá ser instalado en localizaciones donde los valores de **sk** y **vm** determinados de acuerdo con ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4 sean menores que los valores máximos especificados por el fabricante.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y la posición relativa adecuadas, 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 arrojarán sombra sobre estos últimos.





2.2.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN SOLAR

2.2.3.1 GENERALIDADES

Los acumuladores para A.C.S. y las partes de acumuladores combinados que estén en contacto con agua potable, deberán cumplir los requisitos de UNE EN 12897.

Preferentemente, los acumuladores serán de configuración vertical y se ubicarán en zonas interiores.

En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible por el usuario.

El sistema deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60 °C y hasta 70 °C con objeto de prevenir la legionelosis, tal como aparece en el RD 909/2001 de 27 de julio.

En caso de aplicaciones para A.C.S. y sistema de energía auxiliar no incorporado en el acumulador solar, es necesario realizar un conexionado entre el sistema auxiliar y el solar de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar, para poder cumplir con las medidas de prevención de legionela. Se podrán proponer otros métodos de tratamiento anti-legionela.





Aun cuando los acumuladores solares tengan el intercambiador de calor incorporado, se cumplirán los requisitos establecidos para el diseño del sistema de intercambio en el **apartado 3.3.4** de este documento.

2.2.3.2 SITUACIÓN DE LAS CONEXIONES

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:

- a) La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al acumulador se realizará, preferentemente, a una altura comprendida entre el 50 % y el 75 % de la altura total del mismo.
- b) La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste.
- c) En caso de una sola aplicación, la alimentación de agua de retorno de consumo al depósito se realizará por la parte inferior. En caso de sistemas abiertos en el consumo, como por ejemplo A.C.S., esto se refiere al agua fría de red. La extracción de agua caliente del depósito se realizará por la parte superior.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido.





2.2.3.3 SISTEMA AUXILIAR EN EL ACUMULADOR SOLAR

No se permite la conexión de un sistema auxiliar en el acumulador solar, ya que esto puede suponer una disminución de las posibilidades de la instalación solar para proporcionar las prestaciones energéticas que se pretenden obtener con este tipo de instalaciones.

No obstante, y cuando existan circunstancias específicas en la instalación que lo demanden, se podrá considerar la incorporación de energía convencional en el acumulador solar, para lo cual será necesaria la presentación de una descripción detallada de todos los sistemas y equipos empleados, que justifique suficientemente que se produce el proceso de estratificación y que además permita la verificación del cumplimiento, como mínimo, de todas y cada una de las siguientes condiciones en el acumulador solar:

1. Deberá tratarse de un sistema indirecto: acumulación solar en el secundario.
2. Volumen total máximo de 2000 litros.
3. Configuración vertical con relación entre la altura y el diámetro del acumulador no inferior a 2.
4. Calentamiento solar en la parte inferior y calentamiento convencional en la parte superior considerándose el acumulador dividido en dos partes separadas por una de transición de, al menos, 10 centímetros de altura. La parte solar inferior deberá cumplir con los criterios de dimensionado de estas prescripciones y la parte convencional superior deberá cumplir con los criterios y normativas habituales de aplicación.





5. La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador solar al acumulador se realizará, preferentemente, a una altura comprendida entre el 50 % y el 75 % de la altura total del mismo, y siempre por debajo de la zona de transición. La conexión de salida de agua fría hacia el intercambiador se realizará por la parte inferior del acumulador.
6. Las entradas de agua estarán equipadas con una placa deflectora o equivalente, a fin de que la velocidad residual no destruya la estratificación en el acumulador.
7. No existirá recirculación del circuito de distribución de consumo de A.C.S.

En su caso y adicionalmente, se tendrá en cuenta lo indicado en el punto 2 del párrafo cuarto del **apartado 2.3.8.**

En cualquier caso, queda a criterio del IDAE el dar por válido el sistema propuesto.

Para los equipos prefabricados que no cumpliendo lo indicado anteriormente en este apartado, vengán preparados de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante sellado irreversible u otro medio.





2.2.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE INTERCAMBIO

La potencia mínima de diseño del intercambiador independiente P , en W, en función del área de captadores A , en m², cumplirá la condición:

$$P \geq 500A$$

El intercambiador independiente será de placas de acero inoxidable o cobre y deberá soportar las temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación.

El intercambiador del circuito de captadores incorporado al acumulador solar estará situado en la parte inferior de este último y podrá ser de tipo sumergido o de doble envolvente. El intercambiador sumergido podrá ser de serpentín o de haz tubular. La relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

En caso de aplicación para A.C.S. se puede utilizar el circuito de consumo con un intercambiador, teniendo en cuenta que con el sistema de energía auxiliar de producción instantánea en línea o en acumulador secundario hay que elevar la temperatura hasta 60 °C y siempre en el punto más alejado de consumo hay que asegurar 50 °C.





2.2.5 DISEÑO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO

2.2.5.1 GENERALIDADES

Debe concebirse en fase de diseño un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

En caso de aplicación para A.C.S., el circuito hidráulico del sistema de consumo deberá cumplir los requisitos especificados en UNE-EN 806-1.

En cualquier caso los materiales del circuito deberán cumplir lo especificado en ISO/TR 10217.

2.2.5.2 TUBERÍAS

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

El diseño y los materiales deberán ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema.





2.2.5.3 BOMBAS

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.

Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de éstas, de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos de torsión o flexión. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

2.2.5.4 VASOS DE EXPANSIÓN

Los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba.

Cuando no se cumpla el punto anterior, la altura en la que se situarán los vasos de expansión abiertos será tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.





2.2.5.5 PURGA DE AIRE

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

2.2.5.6 DRENAJE

Los conductos de drenaje de las baterías de captadores se diseñarán en lo posible de forma que no puedan congelarse.

2.2.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía auxiliar.

Por razones de eficiencia energética, entre otras, se desaconseja la utilización de energía eléctrica efecto Joule como fuente auxiliar, especialmente en los casos de altos consumos y fracciones solares anuales bajas.





Queda prohibido el uso de sistemas de energía auxiliar en el circuito primario de captadores.

El diseño del sistema de energía auxiliar se realizará en función de la aplicación (o aplicaciones) de la instalación, de forma que sólo entre en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación solar. Para ello se seguirán los siguientes criterios:

1. Para pequeñas cargas de consumo se recomienda usar un sistema de energía auxiliar en línea, siendo para estos casos los sistemas de gas modulantes en temperatura los más idóneos.
2. En caso de aceptarse, de acuerdo con el punto **2.3.4**, la instalación de una resistencia eléctrica como sistema de energía auxiliar dentro del acumulador solar, su conexión, salvo que se apruebe expresamente otro procedimiento, sólo se podrá hacer mediante un pulsador manual y la desconexión será automática a la temperatura de referencia.

Adicionalmente, se instalará un termómetro en la parte baja de la zona de calentamiento con energía convencional (**ver 2.3.4**) cuya lectura sea fácilmente visible para el usuario.

La documentación a entregar al usuario deberá contener instrucciones claras de operación del sistema auxiliar y deberá ser previamente aprobada por el IDAE.

3. No se recomienda la conexión de un retorno desde el acumulador de energía auxiliar al acumulador solar, salvo que existan períodos de bajo





consumo estacionales, en los que se prevea elevadas temperaturas en el acumulador solar. La instalación térmica deberá efectuarse de manera que en ningún caso se introduzca en el acumulador solar energía procedente de la fuente auxiliar.

4. Para la preparación de agua caliente sanitaria, se permitirá la conexión del sistema de energía auxiliar en paralelo con la instalación solar cuando se cumplan los siguientes requisitos:
 - Exista previamente un sistema de energía auxiliar constituido por uno o varios calentadores instantáneos no modulantes y sin que sea posible regular la temperatura de salida del agua.
 - Exista una preinstalación solar que impida o dificulte el conexionado en serie.
5. Para sistemas con energía auxiliar en paralelo y especialmente en aplicaciones de climatización, usos industriales y otras aplicaciones en ese rango de temperaturas, es necesario un sistema de regulación del agua calentada por el sistema solar y auxiliar de forma que se aproveche al máximo la energía solar.

En los puntos 4 y 5, la conmutación de sistemas será fácilmente accesible.

Para A.C.S., el sistema de aporte de energía auxiliar con acumulación o en línea siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con el RD 909/2001. Este punto no será de aplicación en los calentadores instantáneos de gas no modulantes.





2.2.7 DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL

El diseño del sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprende los siguientes sistemas:

- Control de funcionamiento del circuito primario y secundario (si existe).
- Sistemas de protección y seguridad de las instalaciones contra sobrecalentamientos, heladas, etc.

El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.

Con independencia de que realice otras funciones, el sistema de control se realizará por control diferencial de temperaturas, mediante un dispositivo electrónico (módulo de control diferencial, en los esquemas representado por MCD) que compare la temperatura de captadores con la temperatura de acumulación o retorno, como por ejemplo ocurre en la acumulación distribuida.

El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial





no será menor de 2 °C. De esta forma el funcionamiento de la parte solar de una instalación se optimiza. Para optimizar el aprovechamiento solar de la instalación y, cuando exista intercambiador exterior, se podrán instalar también dos controles diferenciales.

El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores, de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación.

Cuando exista, el sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior, en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.





Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial.

Universidad de Zaragoza.

PRESUPUESTO

Instalación de energía solar térmica
para producción de ACS en una vivienda
unifamiliar en Larraul, Guipúzcoa.





ÍNDICE ⁽²⁾

3.1. MEDICIONES (3-8)

3.1.1. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA (4-5)

3.1.2. TUBERÍAS Y AISLAMIENTOS (6)

3.1.3. VALVULERÍA (7)

3.1.4. SISTEMA DE CONTROL (8)

3.1.5. MANO DE OBRA (8)

3.2. PRESUPUESTO (9-14)

3.2.1. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA (10-11)

3.2.2. TUBERÍAS Y AISLAMIENTOS (12)

3.2.3. VALVULERÍA (13)

3.2.4. SISTEMA DE CONTROL (14)

3.2.5. MANO DE OBRA (14)

3.3. PRESUPUESTO TOTAL (15-16)

3.4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO (17-18)





3.1. MEDICIONES





3.1.1. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

DESCRIPCIÓN	UDES	uds de medida
INSTALACIÓN ENERGÍA SOLAR TÉRMICA		
COLECTOR SOLAR PLANO	1	uds
Colector solar plano, marca Termicol, modelo T25S. De 2,4 metros de superficie colectora, dimensiones: 2105x1180x82 mm. Cubierta de vidrio templado, absorbedor selectivo y aislamiento de lana de roca semirrígida de 35 mm.		
ESTRUCTURA SOPORTE	1	uds
Estructura soporte en acero galvanizado para sujección en terraza inclinada, compuesta por barras de sujección con pletina de agarre a tejado		
DEPÓSITO ACUMULADOR	1	uds
Depósito acumulador indivifual marca Lapesa, modelo CV-200-M1, para producción y acumulación de ACS, fabricado en acero vitrificado. Instalación vertical sobre suelo con serpentín interno y capacidad de 200 litros. Incorpora panel de control modelo TS con termómetro, termostato de regulación de tempertura y piloto indicador de funcionamiento. Con protección catódica de ánodo de magnesio con medidor de carga. Aislamiento térmico de espuma rígida de poliuretano inyectada en molde, libre de CFC y acabado exterior con forro acolchado desmontable, color blanco RAL9016 y tapas color gris RAL7035.		
VASO DE EXPANSIÓN 8 LITROS	1	uds
Vaso de expansión cerrado de 8 litros marca Salvador Escoda, modelo 8AMR. Dimensiones: diámetro 200 mm y altura 350 mm. Presión máxima de trabajo de 10 bar y presión de precarga de 1,2 bar. Conexión de agua (DIN 259) de 1". Temperatura máxima de funcionamiento 110°C (383K). Acabado exterior fosfatado, pintado y secado al horno.		





DESCRIPCIÓN	UDES	uds de medida
INSTALACIÓN ENERGÍA SOLAR TÉRMICA		
BOMBA DE CIRCULACIÓN	1	uds
Bomba circuladora de rotor húmedo de la marca WILO, modelo Wilo-Star-Z, de motor monofásico con conexión eléctrica rápida. Rango de temperaturas permitido: Agua potable hasta 18°dH máx. +65°C, en el servicio de corta duración (2 h) hasta +70°C. Agua de calefacción: 10°C a +110 °C.Presión de trabajo máx. 10 bar		
FLUIDO CALOPORTADOR (8 LITROS)	1	uds
Anticongelante marca Termicol, nombre comercial Fluidosol, en base de solución acuosa de propilenglicol y otros glicoles, con punto de ebullición superior a 290°C a 1030 mbar. Cumple requerimientos de la DIN 4753. Se distribuye en botellas de 10 litros.		





3.1.2. TUBERÍAS Y AISLAMIENTOS

DESCRIPCIÓN	UDES	uds de medida
TUBERÍAS Y AISLAMIENTOS		
TUBERÍA DE COBRE, DIÁMETRO 10/12 mm	38	m.l.
Rollo de tubo de cobre recocido de diámetro interior 10 mm y espesor 1 mm.		
 AISLAMIENTO TÉRMICO, DIÁMETRO...	38	m.l.
Coquilla elastomérica Isover de lana de vidrio de 12 mm de diámetro interior y espesor de 40 mm. Llevan practicada una apertura en su generatriz para permitir su colocación en la tubería.		
ABRAZADERAS	1	uds
Caja de 100 abrazaderas de acero de 1/4" para sujección de tubería a pared. Incluye fijación con tiradores de M6 y tornillería.		





3.1.3. VALVULERÍA

DESCRIPCIÓN	UDES	Uds de medida
VALVULERIA		
VALVULA DE ESFERA, DIÁMETRO 12 mm (1/4")	13	uds
Válvula de esfera de diámetro 1/4" roscada.		
VALVULA DE RETENCIÓN, DIÁMETRO 12 mm (1/4")	3	uds
Válvula de retención de diámetro 1/4" roscada.		
VALVULA DE TRES VÍAS, DIÁMETRO 12 mm (1/4")	1	uds
Válvula de tres vías de diámetro 1/4" roscada.		
PURGADOR AUTOMÁTICO SOLAR, DIÁMETRO 12 mm (1/4")	1	uds
Purgador automático solar de 1/4", suministrado por el fabricante de los colectores, Termicol.		
CONTADOR, DIÁMETRO 12 mm (1/4")	1	uds
Contador de caudal de diámetro 1/4" roscado.		
MANÓMETROS, DIÁMETRO 12 mm (1/4")	2	uds
Manómetro con vaina de 1/4" de diámetro de escala de medida 0-10 bar.		





3.1.4. SISTEMA DE CONTROL

<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>UDES</i>	<i>uds de medida</i>
SISTEMA DE CONTROL		
CENTRALITA DE CONTROL	1	uds
Sistema de control marca Termicol, modelo Termicol Energy. Incluye termostato diferencial.		
SONDA DE TEMPERATURA	2	uds
Sonda de temperatura marca Termicol, modelo PT1000...		

3.1.5. MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>UDES</i>	<i>uds de medida</i>
MANO DE OBRA		
MANO DE OBRA	16 horas	uds
2 operarios en 8 horas		





3.2. PRESUPUESTO





3.2.1. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

DESCRIPCIÓN	UDES	ud de medida	PRECIO (€)	
			unitario	total
INSTALACIÓN ENERGÍA SOLAR TÉRMICA				
COLECTOR SOLAR PLANO	1	uds	446,88	446,88
Colector solar plano, marca Termicol, modelo T25S. De 2,4 metros de superficie colectora, dimensiones: 2105x1180x82 mm. Cubierta de vidrio templado, absorbedor selectivo y aislamiento de lana de roca semirrígida de 35 mm.				
ESTRUCTURA SOPORTE	1	uds	114,24	114,24
Estructura soporte en acero galvanizado para sujeción en terraza inclinada, compuesta por barras de sujeción con pletina de agarre a tejado				
DEPÓSITO ACUMULADOR	1	uds	672,00	672,00
Depósito acumulador indivifual marca Lapesa, modelo CV-200-M1, para producción y acumulación de ACS, fabricado en acero vitrificado. Instalación vertical sobre suelo con serpentín interno y capacidad de 200 litros. Incorpora panel de control modelo TS con termómetro, termostato de regulación de tempertauro y piloto indicador de funcionamiento. Con protección catódica de ánodo de magnesio con medidor de carga. Aislamiento térmico de espuma rígida de poliuretano inyectada en molde, libre de CFC y acabado exterior con forro acolchado desmontable, color blanco RAL9016 y tapas color gris RAL7035.				





DESCRIPCIÓN	UDES	ud de medida	PRECIO (€)	
			unitario	total
INSTALACIÓN ENERGÍA SOLAR TÉRMICA				
VASO DE EXPANSIÓN 8 LITROS	1	uds	30,24	30,24
Vaso de expansión cerrado de 8 litros marca Salvador Escoda, modelo 8AMR. Dimensiones: diámetro 200 mm y altura 350 mm. Presión máxima de trabajo de 10 bar y presión de precarga de 1,2 bar. Conexión de agua (DIN 259) de 1". Temperatura máxima de funcionamiento 110ºC (383K). Acabado exterior fosfatado, pintado y secado al horno.				
BOMBA DE CIRCULACIÓN	1	uds	114,24	114,24
Bomba circuladora de rotor húmedo de la marca WILO, modelo Wilo-Star-Z, de motor monofásico con conexión eléctrica rápida. Rango de temperaturas permitido: Agua potable hasta 18ºdH máx. +65ºC, en el servicio de corta duración (2 h) hasta +70ºC. Agua de calefacción: 10ºC a +110 ºC.Presión de trabajo máx. 10 bar				
FLUIDO CALOPORTADOR (8 LITROS)	1	uds	50,40	50,40
Anticongelante marca Termicol, nombre comercial Fluidosol, en base de solución acuosa de propilenglicol y otros glicoles, con punto de ebullición superior a 290ºC a 1030 mbar. Cumple requerimientos de la DIN 4753. Se distribuye en botellas de 10 litros.				





3.2.2. TUBERÍAS Y AISLAMIENTOS

DESCRIPCIÓN	UDES	ud de medida	PRECIO (€)	
			unitario	total
TUBERÍAS Y AISLAMIENTOS				
TUBERÍA DE COBRE, DIÁMETRO 10/12 mm	38	m.l.	1,09	41,37
Rollo de tubo de cobre recocido de diámetro interior 10 mm y espesor 1 mm.				
AISLAMIENTO TÉRMICO, DIÁMETRO...	38	m.l.	1,75	66,65
Coquilla elastomérica Isover de lana de vidrio de 12 mm de diámetro interior y espesor de 40 mm. Llevan practicada una apertura en su generatriz para permitir su colocación en la tubería.				
ABRAZADERAS	1	uds	8,74	8,74
Caja de 100 abrazaderas de acero de 1/4" para sujección de tubería a pared. Incluye fijación con tiradores de M6 y tornillería.				





3.2.3. VALVULERÍA

DESCRIPCIÓN	UDES	ud de medida	PRECIO (€)	
			unitario	total
VALVULERIA				
VALVULA DE ESFERA, DIÁMETRO 12 mm (1/4")	13	uds	1,62	21,07
Válvula de esfera de diámetro 1/4" roscada.				
VALVULA DE RETENCIÓN, DIÁMETRO 12 mm (1/4")	3	uds	1,65	4,96
Válvula de retención de diámetro 1/4" roscada.				
VALVULA DE TRES VÍAS, DIÁMETRO 12 mm (1/4")	1	uds	2,05	2,05
Válvula de tres vías de diámetro 1/4" roscada.				
PURGADOR AUTOMÁTICO SOLAR, DIÁMETRO 12 mm (1/4")	1	uds	30,91	30,91
Purgador automático solar de 1/4", suministrado por el fabricante de los colectores, Termicol.				
CONTADOR, DIÁMETRO 12 mm (1/4")	1	uds	24,52	24,52
Contador de caudal de diámetro ¼" roscado.				
MANÓMETROS, DIÁMETRO 12 mm (1/4")	2	uds	2,88	5,75
Manómetro con vaina de 1/4" de diámetro de escala de medida 0-10 bar.				





3.2.4. SISTEMA DE CONTROL

DESCRIPCIÓN	UDES	ud de medida	PRECIO (€)	
			unitario	total
SISTEMA DE CONTROL				
CENTRALITA DE CONTROL	1	uds	178,08	178,08
Sistema de control marca Termicol, modelo Termicol Energy. Incluye termostato diferencial.				
SONDA DE TEMPERATURA	2	uds	8,06	16,13
Sonda de temperatura marca Termicol, modelo PT1000...				

3.2.5. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	UDES	ud de medida	PRECIO (€)	
			unitario	total
MANO DE OBRA				
MANO DE OBRA	16	horas	18,00	288,00
2 operarios en 8 horas				





3.3. PRESUPUESTO TOTAL





TOTAL	2.117,31
TOTAL (con I.V.A. 16%)	2.456,08

El presupuesto total de la instalación, incluyendo todo tipo de componentes y mano de obra asciende a:

DOS MIL CIENTO DIECISIETE EUROS CON TREINA Y UN CÉNTIMOS DE EURO ## (2.117,31)

Al aplicarle el I.V.A. (16%) se obtiene un coste total de:

DOS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS CON OCHO CÉNTIMOS DE EURO ## (2.456,08)





3.4. RESUMEN DE PRESUPUESTO





A continuación se detalla el presupuesto final por capítulos:

DESCRIPCIÓN	TOTAL CAPÍTULO
INSTALACIÓN ENERGÍA SOLAR TÉRMICA	1.428,00
TUBERÍAS Y AISLAMIENTOS	116,75
VALVULERIA	90,35
SISTEMA DE CONTROL	194,21
MANO DE OBRA	288,00
TOTAL	2.117,31
TOTAL (con I.V.A. 16%)	2.456,08

En Zaragoza, a 13 de Mayo de 2010

María Romero Olivares

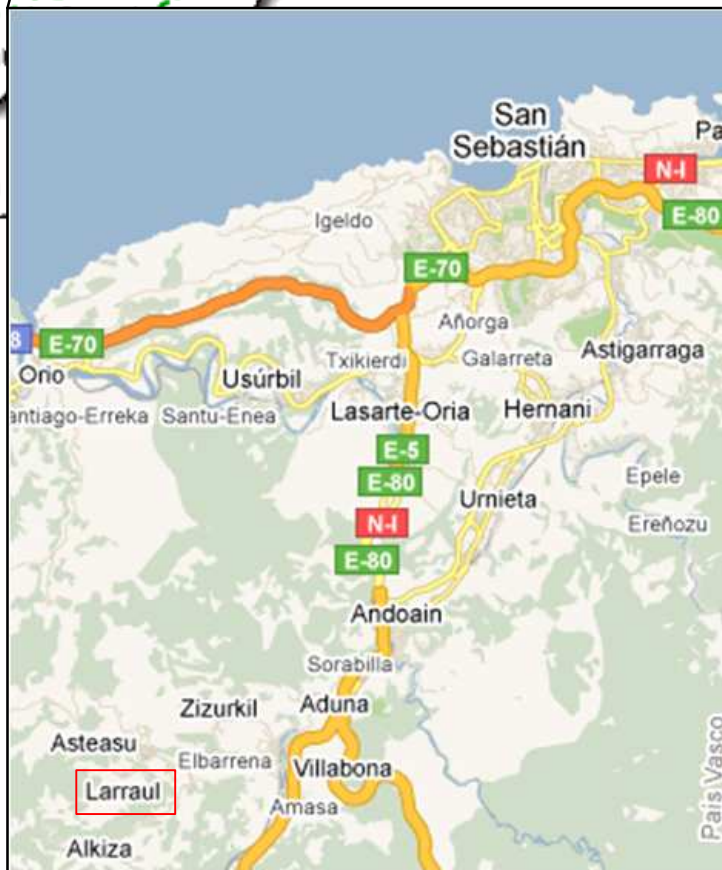
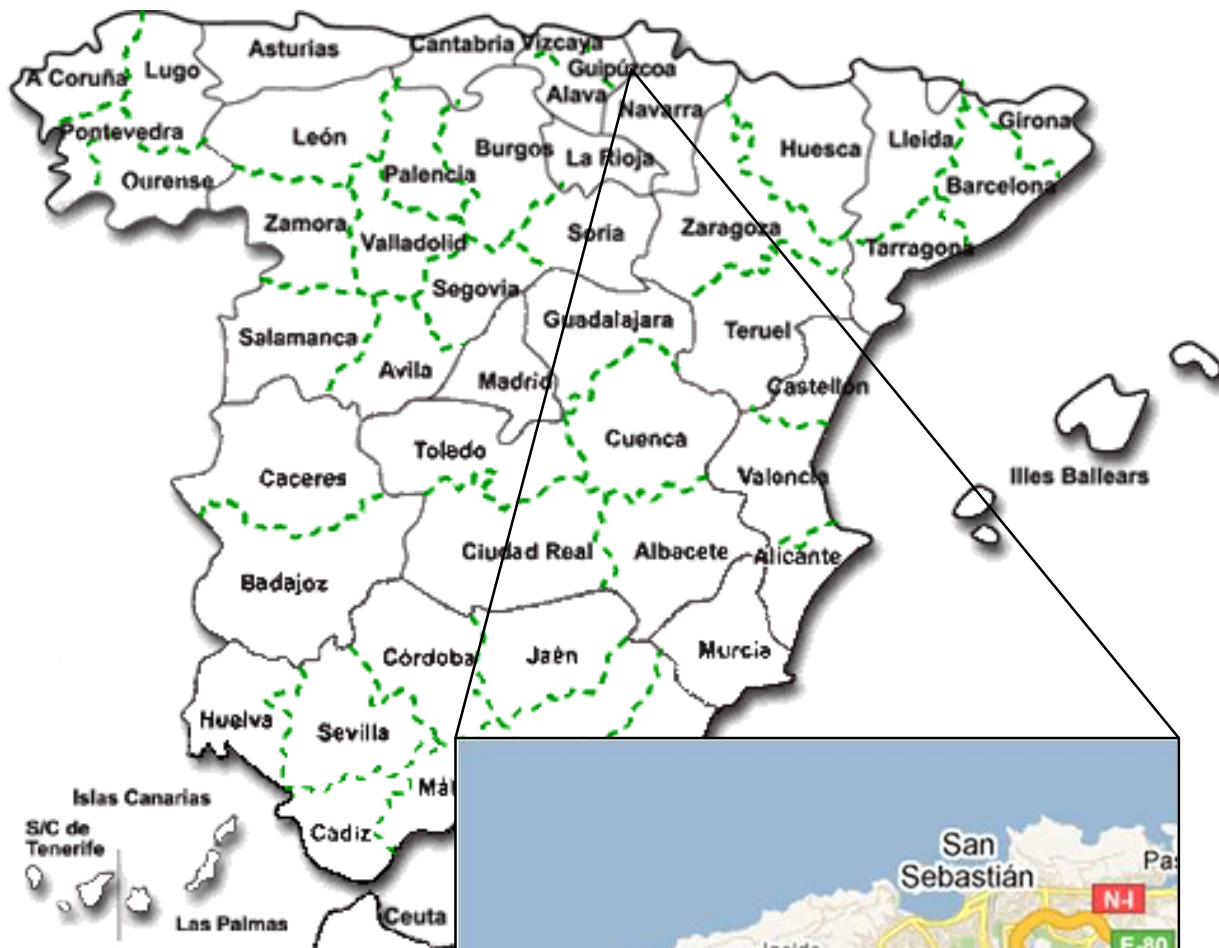





ÍNDICE


01.01.	SITUACIÓN
01.02.	EMPLAZAMIENTO
02.01.	VISTAS VIVIENDA
03.01.	DISTRIBUCIÓN PLANTA SÓTANO
03.02.	DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA
03.03.	DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA
04.01.	ESQUEMA DE PRINCIPIO
05.01.	PANEL SOLAR
05.02.	ACUMULADOR
06.01	UBICACIÓN PANEL SOLAR
06.02.	UBICACIÓN ACUMULADOR

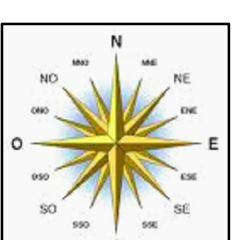
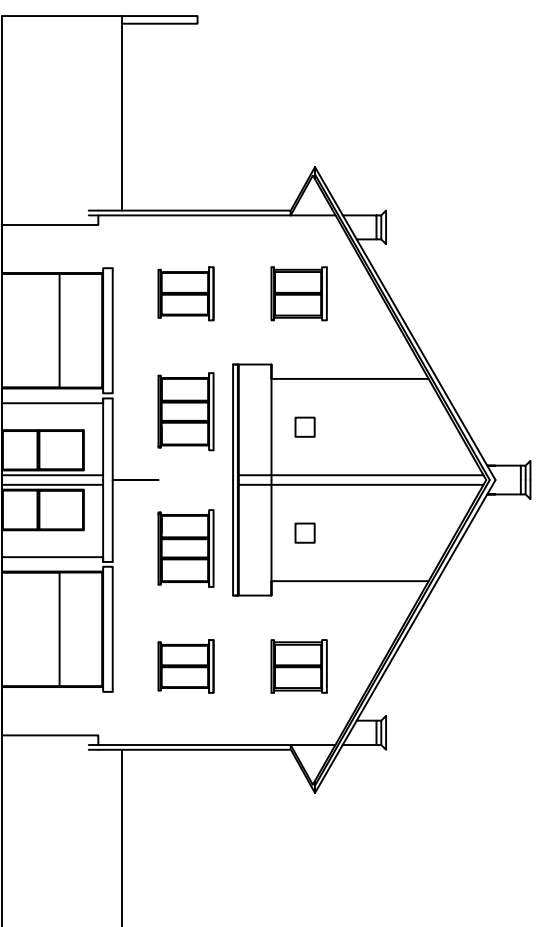
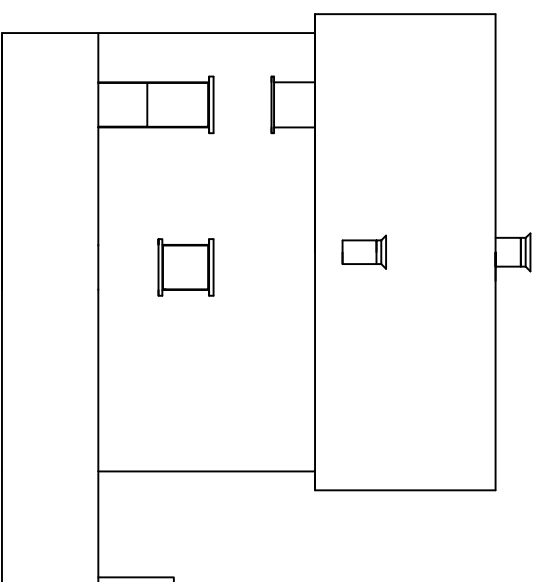




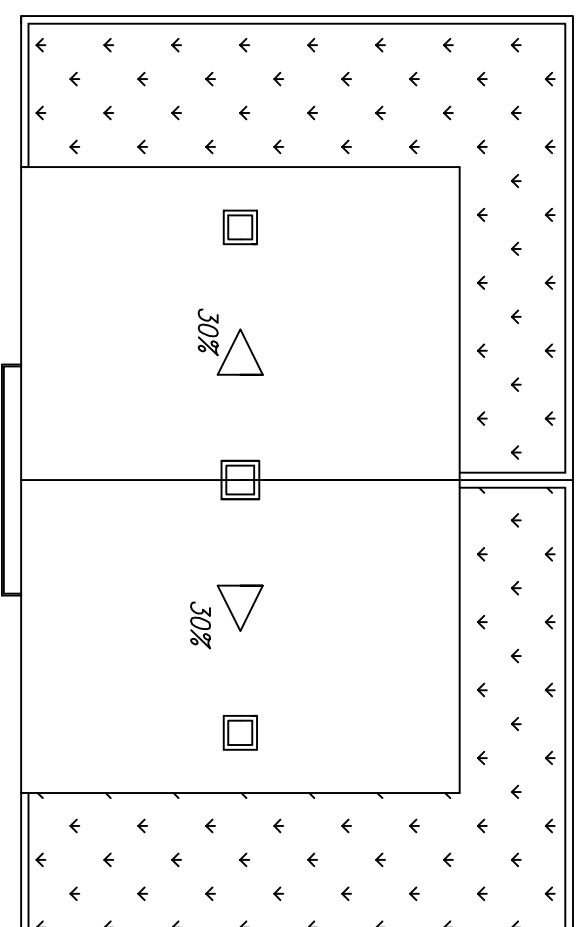
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Dibujado	12/05/10	MARÍA ROMERO			
Comprobado					
id. s. normas					
Escala:	LOCALIZACIÓN			Plano nº:	
s/e				01.01	
				PROYECTO FIN DE CARRERA	
				Curso: 2009-2010	




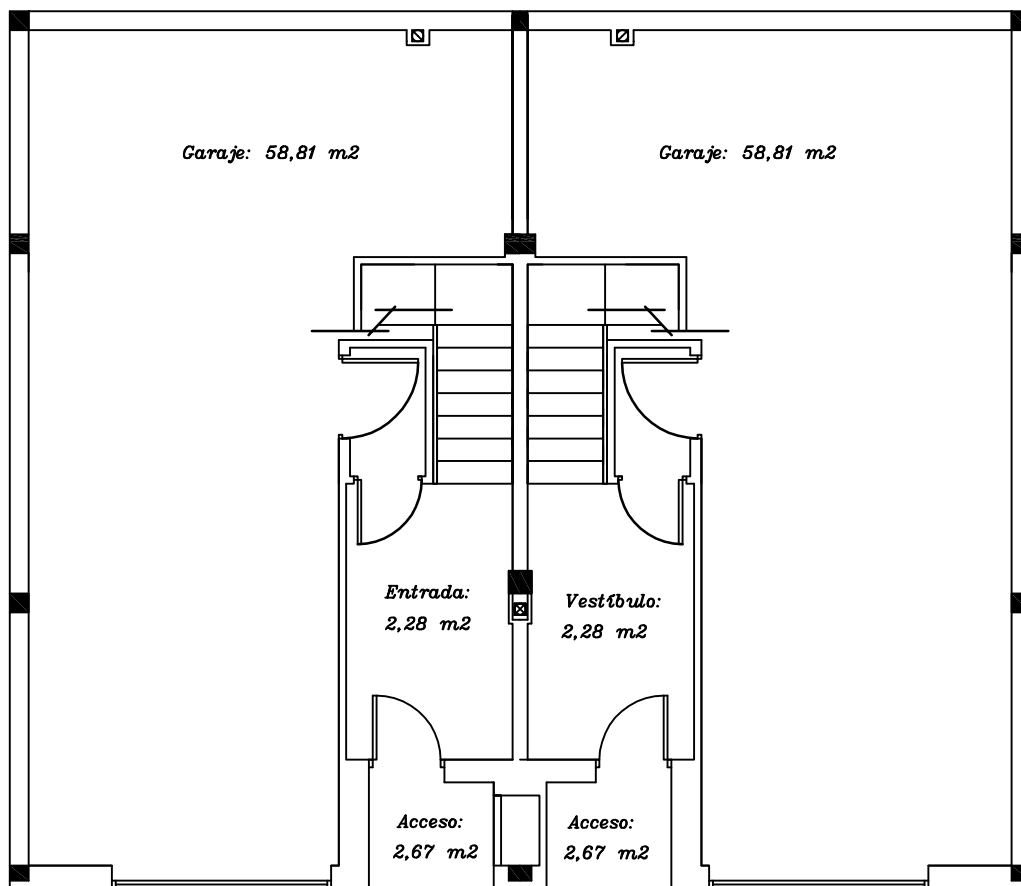
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
<i>Dibujado</i>	12/05/10	MARÍA ROMERO			
<i>Comprobado</i>					
<i>id. s. normas</i>					
<i>Escala:</i>	EMPLAZAMIENTO			<i>Plano nº:</i>	
s/e				01.02	
				PROYECTO FIN DE CARRERA	
Curso: 2009-2010					




Superficie total útil: 2 m²
Superficie planta sótano: 63,28 m²
Superficie planta baja: 72,76 m²
Superficie planta primera: 70,86 m²
Superficie jardín: 60 m²

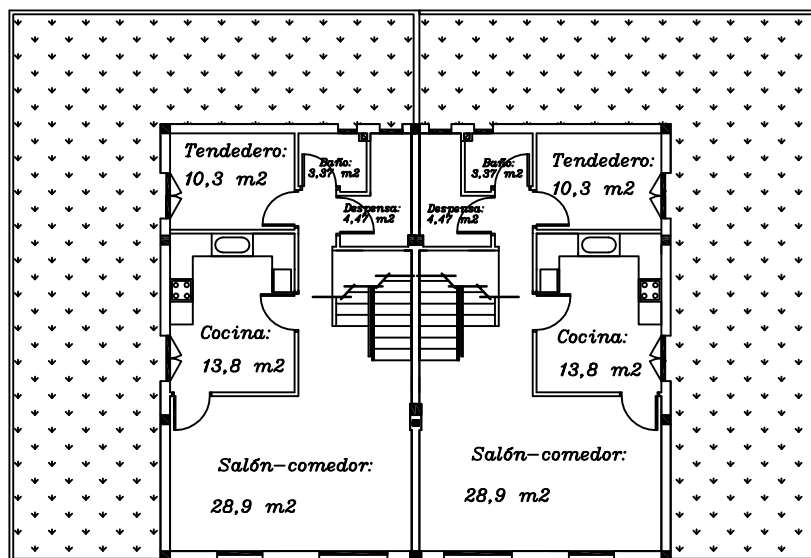


	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
	12/05/10	MARIA ROMERO			
	<i>Comprobado</i>				
	<i>Id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	VISTAS VIVIENDA				Plano n.º: 02.01
1:200					
					
					PROYECTO FIN DE CARRERA Curso: 2009-2010




Superficie total útil: 63,28 m2

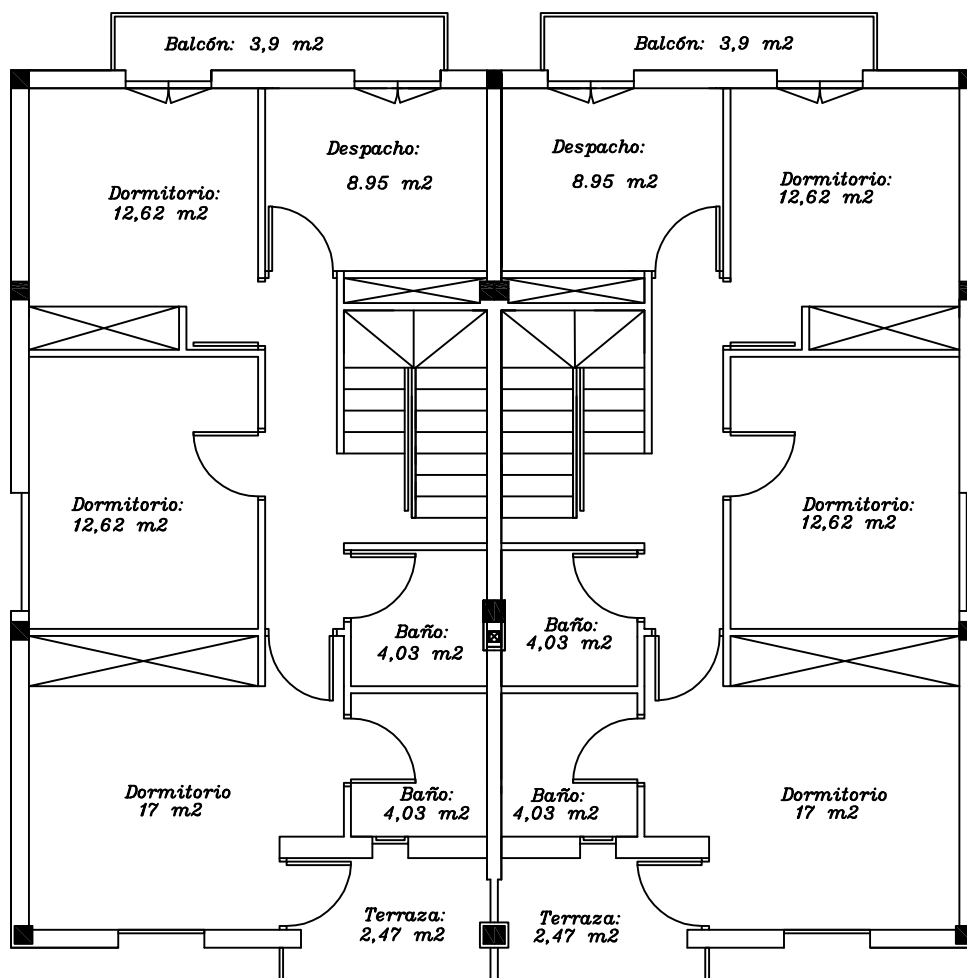
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA</i>	
<i>Dibujado</i>	<i>12/05/10</i>	<i>MARÍA ROMERO</i>			
<i>Comprobado</i>					
<i>id.s.normas</i>					
<i>Escala:</i> <i>1:100</i>	<i>DISTRIBUCIÓN PLANTA SÓTANO</i>			<i>Plano nº:</i> <i>03.01</i>	
				<i>PROYECTO FIN DE CARRERA</i>	
				<i>Curso:</i> <i>2009-2010</i>	




Superficie total útil: 72,76m²

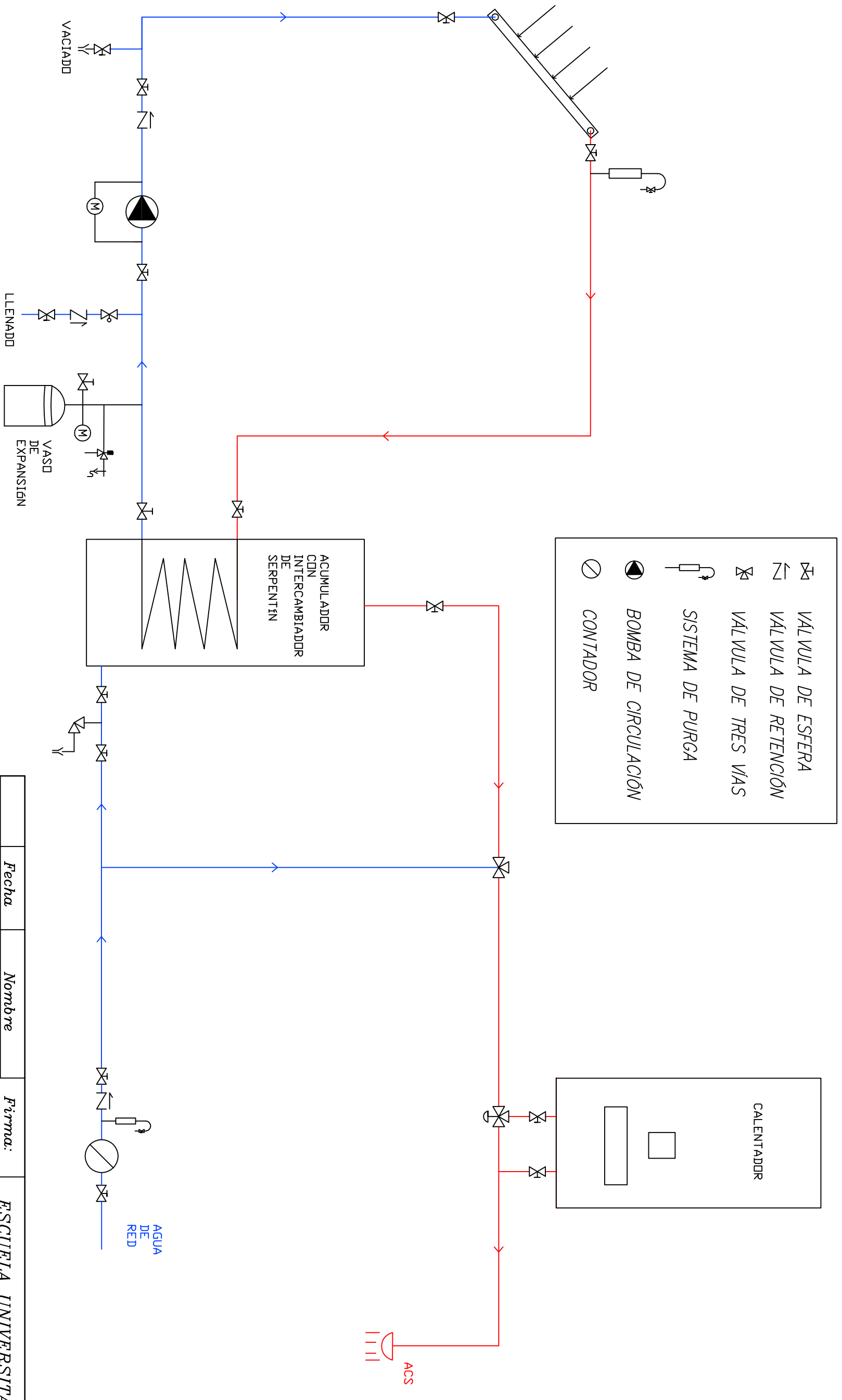
Superficie jardín: 60 m²


	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Dibujado	12/05/10	MARÍA ROMERO			
Comprobado					
id.s.normas					
Escala:	DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA			Plano nº:	
1:200				03.02	
				PROYECTO FIN DE CARRERA	
	Curso: 2009-2010				

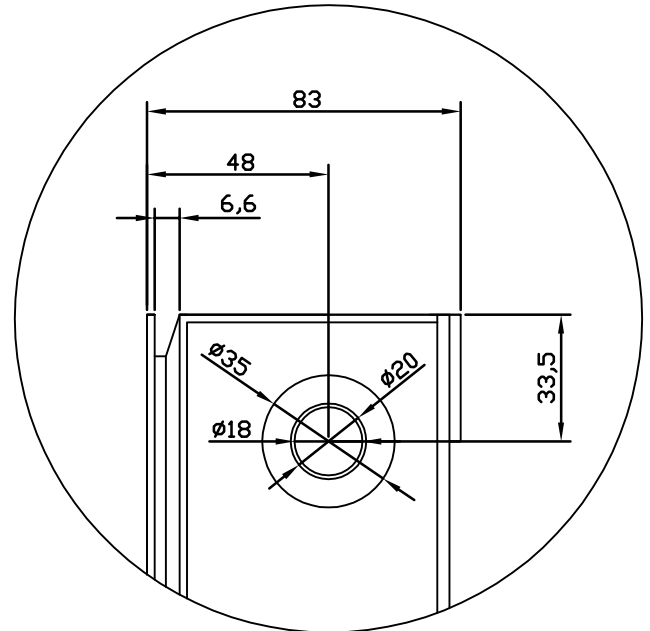
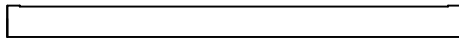


Superficie total útil: 70,86 m2

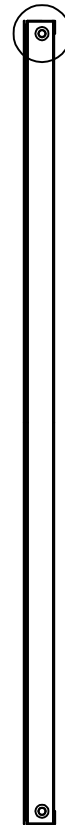
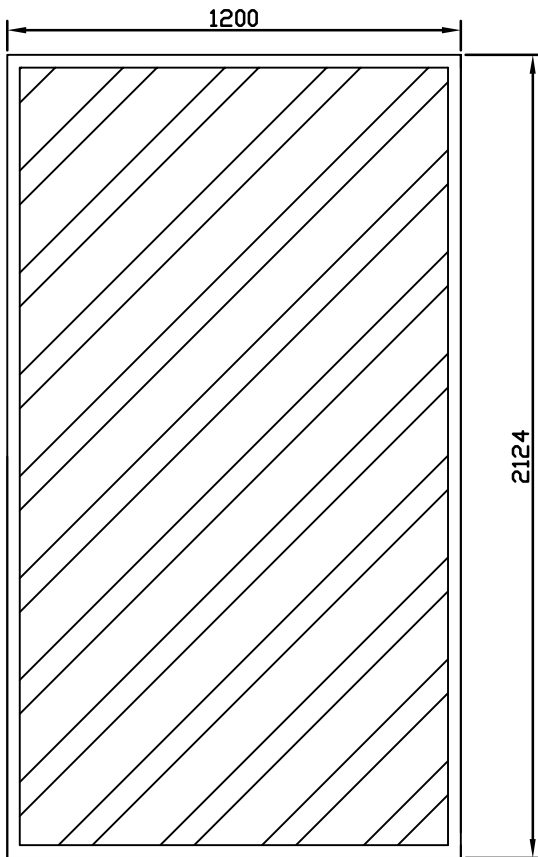
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Dibujado	12/05/10	MARÍA ROMERO			
Comprobado					
id.s.normas					
Escala:	DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA			Plano nº:	
1:100				03.03	
				PROYECTO FIN DE CARRERA	
				Curso: 2009-2010	




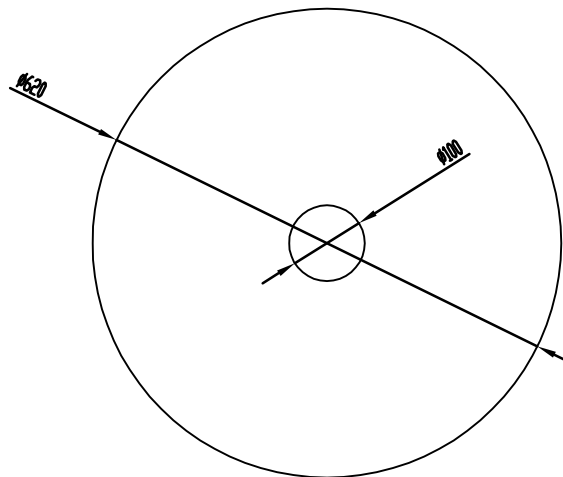
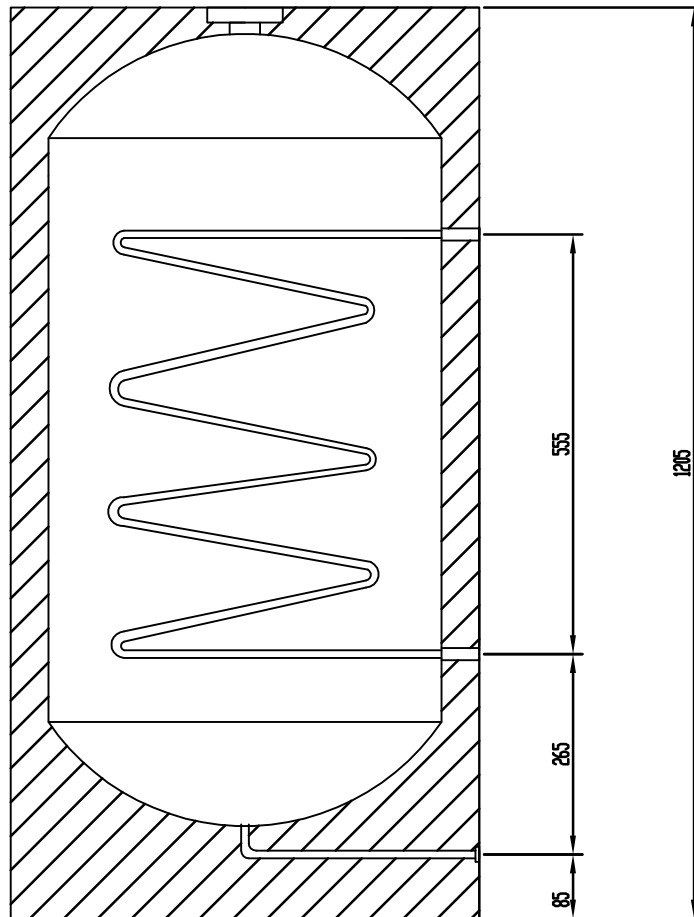
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
	12/05/10	MARIA ROMERO		
<i>Destujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>Id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	ESQUEMA DE PRINCIPIO			Plano n.º: 04.01
s/e				
PROYECTO FIN DE CARRERA				
Curso: 2009-2010				




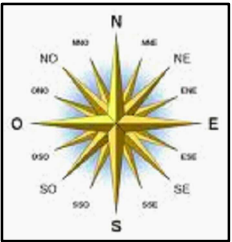
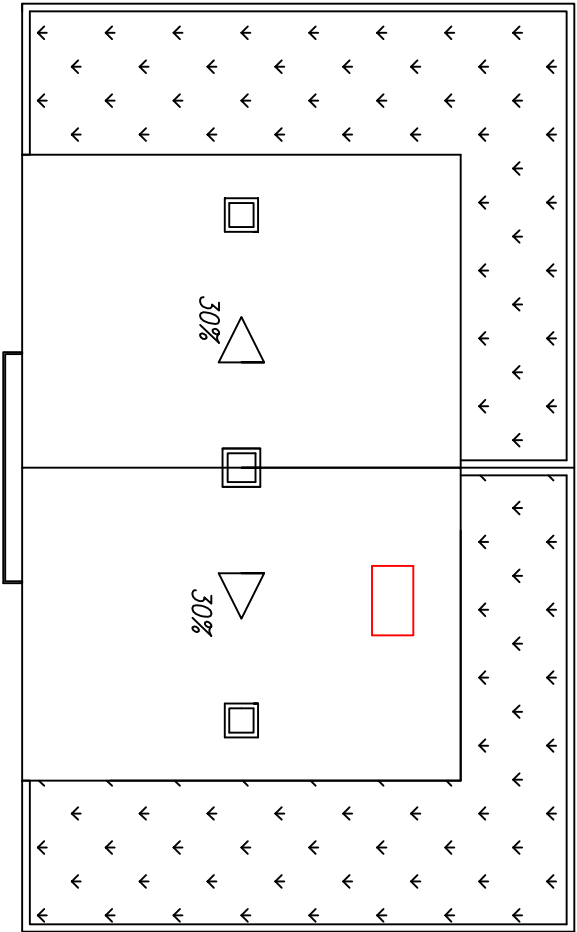
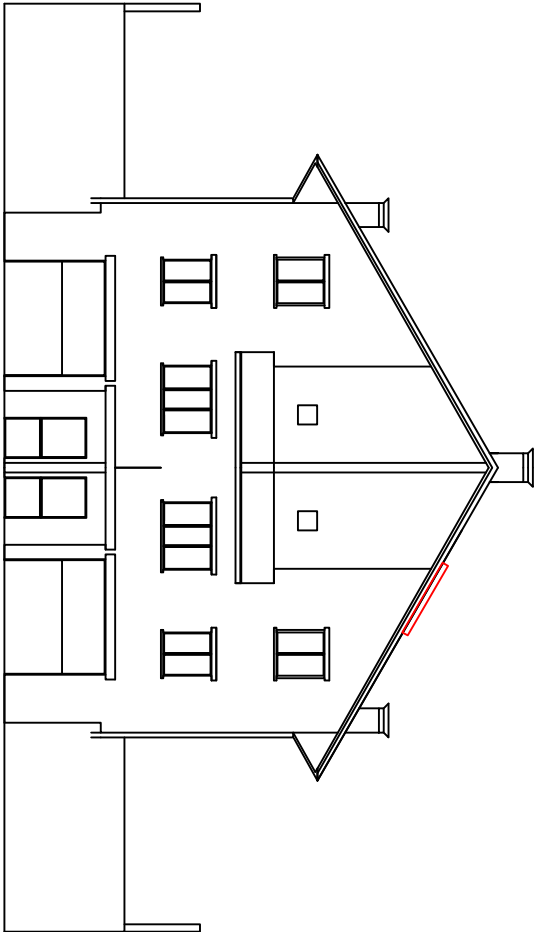
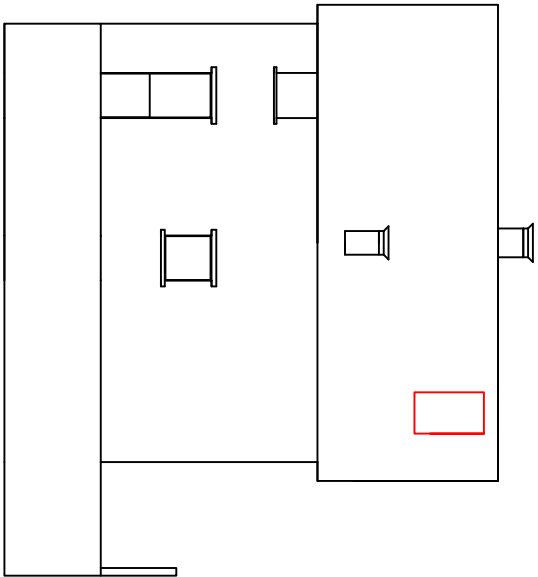
ESCALA 1:2



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
<i>Dibujado</i>	12/05/10	MARÍA ROMERO			
<i>Comprobado</i>					
<i>id. s. normas</i>					
<i>Escala:</i>	PANEL SOLAR			<i>Plano nº:</i> 05.01	
1:20				PROYECTO FIN DE CARRERA	
				Curso: 2009-2010	

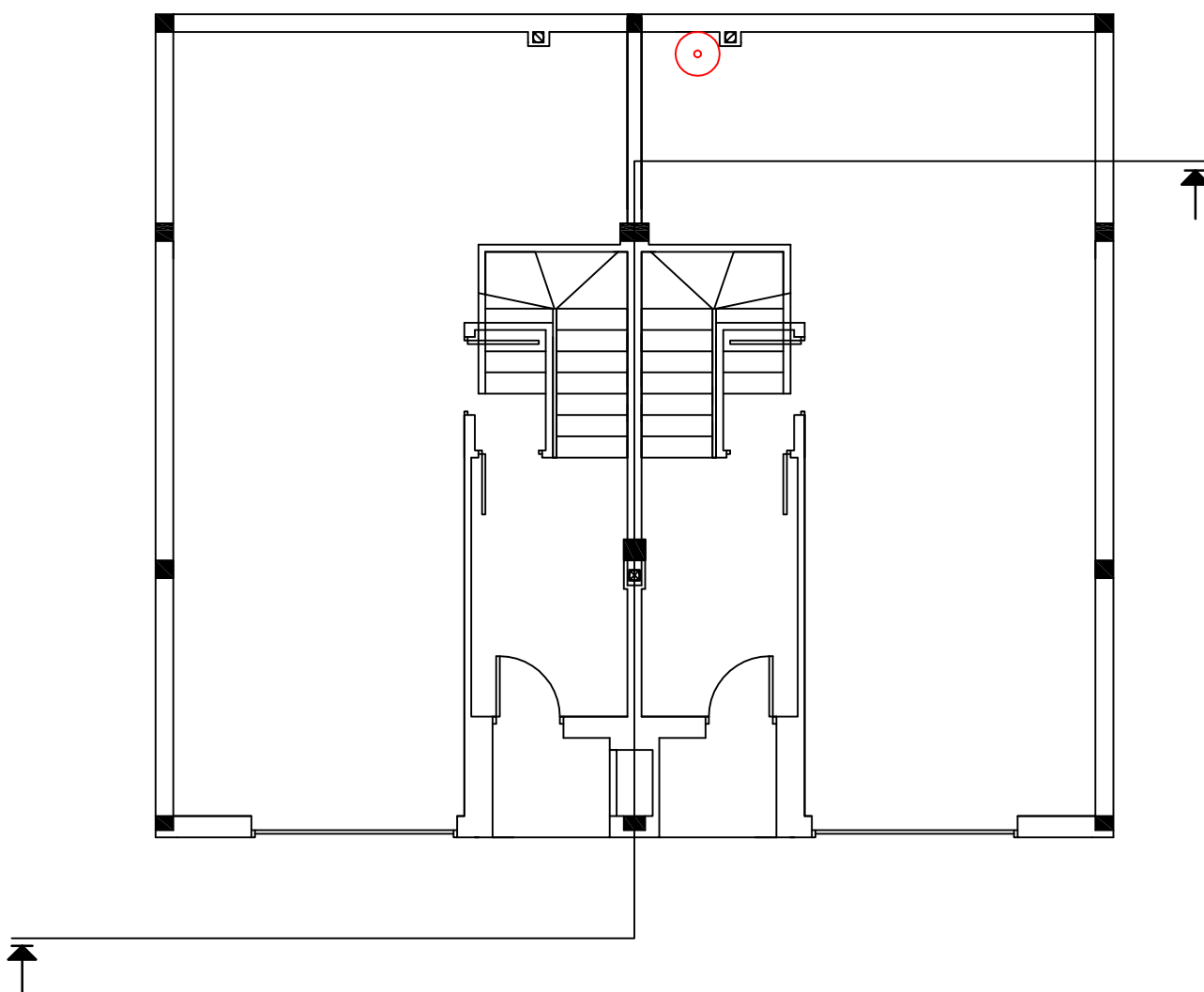
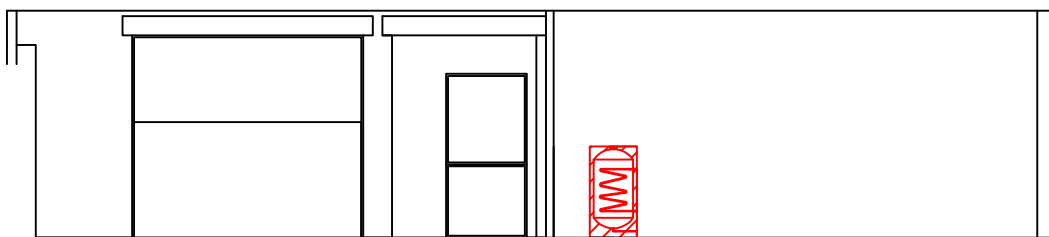



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
<i>Dibujado</i>	12/05/10	MARÍA ROMERO			
<i>Comprobado</i>					
<i>id. s. normas</i>					
<i>Escala:</i>	ACUMULADOR			<i>Plano nº:</i>	
1:10				05.02	
				PROYECTO FIN DE CARRERA Curso: 2009-2010	



	Fecha	Nombre	Firma:		ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Dibujado	12/05/10	MARIA ROMERO				
Comprobado						
Id. s. normas						
Escala:	UBICACIÓN					
1:200	PANEL SOLAR					
Plano n°:			PROYECTO FIN DE CARRERA			
06.01			Curso: 2009-2010			





	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Dibujado	12/05/10	MARÍA ROMERO			
Comprobado					
id.s.normas					
Escala:	UBICACIÓN ACUMULADOR			Plano nº:	
1:100				06.02	
				PROYECTO FIN DE CARRERA	
	Curso:		2009-2010		