



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

**TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS
INDUSTRIALES**

**DISEÑO Y PROCESO DE CONSTRUCCIÓN
DEL SISTEMA HIDRÁULICO Y SOLAR
TÉRMICO DE UNA VIVIENDA
SOSTENIBLE MODULAR, EL PROYECTO
AZALEA UPV**

AUTOR: Eduardo Segarra Valenzuela

TUTOR: Javier Soriano Olivares

Curso Académico: 2020-21

Resumen:

Este Trabajo de Fin de Grado explica el sistema hidráulico y solar térmico del proyecto universitario Escalà del grupo Azalea UPV, participante en el concurso de vivienda sostenible Solar Decathlon 2021.

En él, se habla del proyecto Escalà, de la movilidad y estrategia urbana del barrio del Cabanyal, de su escalabilidad, del diseño conceptual de la vivienda en el barrio y de su posterior adaptación al prototipo construido para concursar.

Además, se muestran los detalles referentes al diseño de la instalación de agua fría como ACS de una vivienda sostenible modular. La evacuación de las aguas negras, el tratamiento y posterior reutilización de las aguas grises y las aguas pluviales en inodoros y en sistema de riego complejos, como riego de hidropónicos y riego por goteo, así como la implementación de sistemas de ahorro energético e hidráulico innovadores del mercado. También se profundiza en el desarrollo de la instalación de solar térmica y su unión con el sistema de ACS. Por último, se indica el proceso de construcción y la filosofía seguida para poder llevar la vivienda a Wuppertal, Alemania, que es donde se organiza el concurso.

Se diseña la instalación con el objetivo de minimizar el consumo de agua y de conseguir la máxima eficiencia energética.

Se completa el trabajo con el presupuesto y planos correspondientes y se aplica la normativa del Código Técnico de la Edificación y la normativa referente a instalaciones hidráulicas.

En el trabajo se ponen en práctica los conocimientos adquiridos en asignaturas como Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas, además de AUTOCAD de Dibujo Técnico, CYPE y competencias propias del Grado.

Resum:

Aquest Treball de Fi de Grau explica el sistema hidràulic i solar tèrmic del projecte universitari *Escalà del grup Azalea UPV, participant en el concurs d'habitatge sostenible Solar *Decathlon 2021.

En ell, es parla del projecte *Escalà, de la mobilitat i estratègia urbana del barri del *Cabanyal, de la seua escalabilitat, del disseny conceptual de l'habitatge en el barri i de la seua posterior adaptació al prototip construït per a concursar.

A més, es mostren els detalls referents al disseny de la instal·lació d'aigua freda com a ACS d'un habitatge sostenible modular. L'evacuació de les aigües negres, el tractament i posterior reutilització de les aigües grises i les aigües pluvials en vàters i en sistema de reg complexos, com a reg d'hidropònics i reg per degoteig, així com la implementació de sistemes d'estalvi energètic i hidràulic innovadors del mercat. També s'aprofundeix en el desenvolupament de la instal·lació de solar tèrmica i la seua unió amb el sistema d'ACS. Finalment, s'indica el procés de construcció i la filosofia seguida per a poder portar l'habitatge a Wuppertal, Alemanya, que és on s'organitza el concurs.

Es dissenya la instal·lació amb l'objectiu de minimitzar el consum d'aigua i d'aconseguir la màxima eficiència energètica.

Es completa el treball amb el pressupost i plans corresponents i s'aplica la normativa del Codi Tècnic de l'Edificació i la normativa referent a instal·lacions hidràuliques.

En el treball es posen en pràctica els coneixements adquirits en assignatures com a Mecànica de Fluids i Màquines Hidràuliques, a més de *AUTOCAD de Dibuix Tècnic, *CYPE i competències pròpies del Grau.

Abstract:

This Final Degree Project explains the hydraulic and solar thermal system of the Escalà university project of the Azalea UPV group, participant in the Solar Decathlon 2021 sustainable housing competition.

It discusses the Escalà project, the mobility and urban strategy of the Cabanyal neighborhood, its scalability, the conceptual design of housing in the neighborhood and its subsequent adaptation to the prototype built to compete.

In addition, the details concerning the design of the cold water installation as DHW of a modular sustainable housing are shown. The evacuation of black water, the treatment and subsequent reuse of gray water and rainwater in toilets and complex irrigation systems, such as hydroponic irrigation and drip irrigation, as well as the implementation of innovative energy saving and hydraulic systems on the market. It also delves into the development of the solar thermal installation and its connection with the DHW system. Finally, the construction process and the philosophy followed to be able to take the house to Wuppertal, Germany, where the competition is organized.

The installation is designed with the objective of minimizing water consumption and achieving maximum energy efficiency.

The work is completed with the corresponding budget and plans and the regulations of the Technical Building Code and the regulations concerning hydraulic installations are applied.

The work puts into practice the knowledge acquired in subjects such as Fluid Mechanics and Hydraulic Machines, in addition to AUTOCAD of Technical Drawing, CYPE and skills specific to the Degree.

ÍNDICE

DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFG

MEMORIA

CALCULOS JUSTIFICATIVOS

PRESUPUESTO

BIBLIOGRAFÍA

PLANOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ECUACIONES

En las siguientes páginas se detallan.

MEMORIA**1. INTRODUCCIÓN**

1.1. Antecedentes y objetivos.....	11
1.2. Legislación aplicable.....	13
1.3. Herramientas utilizadas.....	14

2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

2.1. Situación y emplazamiento.....	14
2.2. Diseño conceptual del solar en el Cabanyal.....	16
2.3. Diseño adaptativo del prototipo de competición.....	18
2.4. Descripción del sistema estructural.....	21
2.4.1. Estructura portante.....	21
2.4.2. Forjados.....	21
2.4.3. Zapatas.....	22
2.4.4. Falso suelo.....	22
2.4.5. Trámex.....	22
2.4.6. Falsa pared.....	22

3. SUMINISTRO DE AGUA

3.1. Tipo de suministro, presión existente en punto de entrega.....	22
3.2. Generales.....	23
3.3. Depósitos de almacenamiento.....	24
3.4. Grupos de sobreelevación.....	27
3.5. Contadores.....	29
3.6. Aparatos instalados.....	30
3.7. Dispositivos de control y seguridad.....	31

4. INSTALACIÓN DE ACS SOLAR

4.1. Descripción de la instalación.....	32
4.2. Sistema de acumulación.....	33
4.3. Sistema de captación.....	33
4.4. Diseño campo colectores.....	33
4.5. Sistemas de control y protección.....	34
4.6. Grupos de presión.....	35

5. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

5.1. Descripción de la red de evacuación de aguas pluviales y residuales.....	35
5.1.1. Condiciones generales de los sistemas de evacuación.....	38
5.1.2. Elementos que componen la instalación de la red de evacuación.....	38
5.2. Descripción del sistema de depuración de aguas grises.....	39
5.2.1. Consideraciones generales.....	39
5.2.2. Legislación que cumplir.....	40
5.2.3. Características.....	40

6. EJECUCIÓN

6.1. Ejecución de las redes de tuberías.....	41
6.2. Protecciones.....	42
6.2.1. Protecciones contra la corrosión.....	42
6.2.2. Protecciones contra las condensaciones.....	42
6.2.3. Protecciones térmicas.....	43
6.2.1. Protecciones contra esfuerzos mecánicos.....	43
6.2.2. Protecciones contra ruidos.....	43
6.3. Accesorios.....	43
6.3.1. Grapas y accesorios.....	43
6.3.2. Soportes.....	43
6.4. Ejecución de los sistemas de medición del consumo. Contadores.....	44
6.5. Ejecución de los sistemas de control de la presión.....	44
6.5.1. Depósitos de presión.....	44
6.5.2. Montajes de filtros.....	44
6.6. Puesta en servicio.....	44
6.6.1. Pruebas y ensayos de las instalaciones.....	44
6.6.2. Pruebas particulares de las instalaciones de ACS.....	44
6.7. Puesta en servicio.....	45
6.7.1. Pruebas y ensayos de las instalaciones.....	45
6.7.2. Pruebas particulares de las instalaciones de ACS.....	45

7. EFICIENCIA ENERGÉTICA

7.1. Elementos de reducción de consumo energético.....	48
7.2. Comparaciones con una vivienda normal.....	48

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**8. DIMENSIONAMIENTO MEDIANTE CYPECAD MEP**

8.1. Generales.....	50
8.2. Procedimiento.....	51
8.3. Resultados.....	52

9. DIMENSIONAMIENTO DEL GRUPO DE PRESIÓN

9.1. Parámetros para definir.....	55
9.2. Bomba de depósito de grises tratadas y pluviales filtradas.....	55
9.3. Bomba de achique de Life Cersuds.....	57
9.4. Bomba de achique en arqueta de grises y pluviales.....	57

10. DIMENSIONAMIENTO DE SOLAR TÉRMICA

10.1. Demanda ACS.....	57
10.2. Vaso expansión.....	58
10.3. Placas solares.....	60

11. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE PLUVIALES.....63

PRESUPUESTO
BIBLIOGRAFÍA
PLANOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del solar.....	15
Figura 2. Las barracas y la escalà.....	15
Figura 3. Dimensiones del lote.....	16
Figura 4. Intervención en el barrio.....	16
Figura 5. La escalà.....	17
Figura 6. Definición volumétrica.....	17
Figura 7. Sección del diseño conceptual.....	18
Figura 8. HDU.....	18
Figura 9. Distribución HDU.....	20
Figura 10. HDU 3D.....	20
Figura 11. Axonometría de disposición de pórticos.....	21
Figura 12. Acometida.....	23
Figura 13. Tratamiento de grises.....	24
Figura 14. Depósito de aguas grises tratadas y pluviales filtradas.....	24
Figura 15. Depósito de Life Cersuds.....	25
Figura 16. Arqueta.....	25
Figura 17. Entradas y salidas del depósito del tratamiento de grises.....	26
Figura 18. Passive Shower.....	31
Figura 19. Smart Water.....	31
Figura 20. Esquema completo de ACS.....	33
Figura 21. Esquema solar térmica.....	34
Figura 22. Pavimento del Life Cersuds.....	36
Figura 23. Sistema drenante.....	37
Figura 24. Sistema Life Cersuds.....	37
Figura 25. Nivel de confort.....	49
Figura 26. Cerramiento de doble hoja.....	50
Figura 27. Tabique PYL 78/600 (48) LM.....	50

Figura 28. Características térmicas baño.....	51
Figura 29. Características térmicas cocina.....	51
Figura 30. Esquema CYPE cocina.....	52
Figura 31. Esquema CYPE baño.....	52
Figura 32. Esquema CYPE sala de máquinas.....	52
Figura 33. Caudal de lluvia en Wuppertal.....	57
Figura 34. Vaso de expansión.....	58
Figura 35. Depósito de expansión.....	59
Figura 36. Tabla 4.6 del CTE HS5.....	63
Figura 37. Tabla 4.7 del CTE HS5.....	64
Figura 38. Tabla 4.8 del CTE HS5.....	65
Figura 39. Tabla 4.9 del CTE HS5.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de depósitos y arquetas.....	26
Tabla 2. Grupos de sobreelevación.....	29
Tabla 3. Aparatos instalados.....	30
Tabla 4. Dispositivos de presión solar térmica.....	35
Tabla 5. Características tratamiento de grises Ecoaigua.....	41
Tabla 6. Fracción energética cubierta con solar térmica.....	46
Tabla 7. Consumo eléctrico con solar térmica.....	46
Tabla 8. Consumo anual de agua.....	47
Tabla 9. Baños tramos suministro.....	53
Tabla 10. Baño tramos saneamiento.....	53
Tabla 11. Cocinas tramos suministros.....	54
Tabla 12. Cocina tramos saneamiento.....	54
Tabla 13. Tramos bomba grises tratadas.....	56
Tabla 14. Pérdidas de carga bomba grises tratadas.....	56
Tabla 15. Consumo eléctrico total(Ecs).....	60
Tabla 16. Consumo total de energía eléctrica y/o combustible del sistema (Etot).....	61
Tabla 17. Fracción solar (Sfn)	61
Tabla 18. Energía de los generadores de calor al sistema (Qaux).....	62
Tabla 19. Energía solar térmica al sistema (Qsol)	62

Tabla 20. Consumo de energía total (Quso)	63
Tabla 21. Diámetros bajantes.....	64
Tabla 22. Diámetros colectores.....	64

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Presión de consigna.....	55
Ecuación 2. Factor K.....	55
Ecuación 3. Darcy- Weisbach.....	55
Ecuación 4. Colebrook-White.....	56
Ecuación 5. Pérdidas de carga total.....	56
Ecuación 6. Volumen tuberías.....	58
Ecuación 7. Volumen instalación.....	58
Ecuación 8. Aumento de volumen del medio portador de calor en estado líquido.....	58
Ecuación 9. Factor de presión.....	59
Ecuación 10. Volumen nominal del depósito en expansión.....	59
Ecuación 11. Factor isoyeta.....	64
Ecuación 12. Superficie de cubierta en proyección horizontal.....	64

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes y objetivos

Azalea UPV

Azalea UPV es un proyecto universitario de vivienda sostenible formado por estudiantes cuyo objetivo es presentarse al concurso internacional de construcción sostenible Solar Decathlon Europa, en este caso en su edición del año 2021.

Azalea UPV toma como punto de partida la tradición y cultura valencianas. A través de la tecnología y la innovación se desarrolla una propuesta que busca combinar armoniosamente el pasado y el futuro. Así es como nace Escalà, un proyecto diseñado para los habitantes del barrio de El Cabanyal, que ofrece soluciones ingeniosas para la regeneración y activación de su patrimonio urbano y puede servir de referencia para otros barrios y ciudades.

Escalà propone una respuesta conjunta a los diferentes problemas del barrio, incluido el gran número de parcelas desocupadas, consecuencia de la inestabilidad urbana de las últimas décadas. El equipo ha ideado una solución de construcción con un mínimo impacto que aprovecha el clima mediterráneo, la introducción de medidas pasivas y la producción de energías en la comunidad. Además, se reutilizan y se obtienen localmente materiales, fomentando así la circularidad de la propuesta y la reducción de su huella de carbono.

El proyecto recupera la escalà, un rasgo tradicional de la arquitectura vernácula de los barrios valencianos. En un compromiso con la innovación, este elemento se convierte en la característica principal del proyecto, que contribuye a su eficiencia energética, introduciendo vegetación en la vivienda y reuniendo las conexiones verticales del edificio. La propuesta contribuye a fomentar la cohesión social del barrio a través de una cooperativa de casas dispersas a precios asequibles con una gran presencia de espacios y servicios comunes. Además, se compromete a recuperar la vida en la calle, reducir la presencia de vehículos privados y promover la movilidad sostenible para conectar el barrio con la ciudad.

Gracias a las técnicas de climatización pasiva se puede obtener uno de los objetivos principales del proyecto, el de conseguir un confort térmico con el menor consumo energético posible, pudiendo incluso llegar a producir más energía de la que se necesita para ser autónoma energéticamente.

SOLAR DECATHLON EUROPE 2021

Introducción

Solar Decathlon es una competición creada por el Departamento de Energía de los Estados Unidos de América. Comenzó en 2002 con su versión en el continente americano, pero pronto se trasladó a los cinco continentes. En la actualidad, cada dos años se celebra una edición en cada región, en concreto la versión europea de 2021 (aunque admite concursantes de todos los países del mundo) se celebra en Wuppertal, Alemania. Esta es la edición a la que se ha

presentado y ha sido seleccionado el proyecto Azalea. Una vez se envía la propuesta de la vivienda y el concurso acepta a sus 16 participantes comienza la construcción.

Objetivos

El objetivo del concurso es poder construir la casa en Alemania en 14 días. Al finalizar esos 14 días, los jueces de la organización realizan las inspecciones pertinentes y deciden si está ejecutado de acuerdo con los planos adjuntados.

Exigencias

Las revisiones relacionadas con la instalación hidráulica son tres:

En la primera de ellas revisan que todos los depósitos de almacenamiento estén debidamente colocados y conectados con la instalación. Y que aquellos que tienen que ser rellenados o vaciados en algún momento de la competición tengan una buena accesibilidad. La segunda es comprobar la funcionalidad de la instalación del interior de la vivienda. Se comprueba que no haya ninguna fuga en el recorrido de las tuberías hasta las demandas del interior de la vivienda, así como en la derivación al tanque de agua caliente. Que los contadores estén debidamente conectados. Y, por último, comprueban que todas las demandas reciben el correspondiente suministro, en este caso, el lavavajillas, la lavadora, el fregadero, la ducha y el lavabo, tanto de agua fría como de agua caliente. Este tipo de comprobaciones también se realiza para la instalación eléctrica, la instalación fotovoltaica, la estructura, el pavimento, etc.

Pruebas

Solo si se superan todas las comprobaciones de todas las áreas se da por concluida la fase de construcción y se puede participar en la competición. Una vez iniciada la competición se somete a la vivienda a una serie de pruebas y de monitorizaciones para comprobar su funcionalidad. Las relacionadas con la instalación de agua son las siguientes. Cada día, durante los doce días de competición, es necesario poner un ciclo de lavadora, uno de lavavajillas, obtener tres litros de agua del grifo para hervirla y así comprobar la funcionalidad de la placa de inducción, y, por último, extraer 50 litros de agua de la ducha en un pequeño tanque, y comprobar que la temperatura al final de la prueba es mayor de 43°C. En función de los resultados de estas pruebas y de otras que no tienen que ver directa ni indirectamente con la instalación hidráulica se otorga una puntuación, y sumando las puntuaciones de las diez categorías que tiene el concurso se obtiene el ranking de posiciones de la edición.

Además, Azalea ha sido uno de los equipos seleccionados para participar en el Living Lab, una rama externa del concurso en la cual el prototipo de la casa es controlado y objeto de estudio durante un año.

Reglamento

Además de cumplir la legislación del país del que se proviene, se debe cumplir el reglamento interno del concurso. En relación con la instalación hidráulica se tiene los siguientes ítems:

En referencia a los depósitos de almacenamiento:

- Los depósitos de almacenamiento, tanto de suministro como de saneamiento deben estar situados fuera del área útil de la vivienda. Se considera área útil a aquella

encerrada por los muros, es decir, habitación, cocina, baño, sala de máquinas y sala polivalente. Se excluye la zona de terraza, los huertos y la rampa de acceso.

- Los tanques de almacenamiento o producción de ACS deben ubicarse dentro del área útil de la vivienda
- Todos los depósitos deben estar protegidos de la radiación solar directa.

En referencia al suministro y evacuación de agua:

- Se suministra agua no potable para los propósitos del concurso, en nuestro caso al formar parte del Living Lab, mediante una acometida presurizada.
- Los documentos de construcción deben indicar la ubicación de llenado y las dimensiones de los depósitos, y deben ser de fácil acceso.
- Los documentos de construcción deben indicar la ubicación de los puntos de vaciado, la cantidad a evacuar, y deben ser de fácil acceso.

Otras:

- Se debe colocar una válvula termostática a la salida del calentador que mezcle el agua caliente con el agua fría para que esta no supere nunca los 60°C y así evitar el riesgo de escaldadura.
- Las aguas grises pueden ser debidamente depuradas y reutilizadas únicamente para riego o limpieza.
- Los equipos del Living Lab han de conectar sus instalaciones de saneamiento a un punto de conexión con la red de saneamiento general, otorgado por el concurso. Esta conexión es separativa y se tendrá que conectar las pluviales y las negras a puntos diferentes.
- También, debido a lo mencionado anteriormente de la permanencia de un año de la casa en Alemania, las tuberías de saneamiento deben estar protegidas y aisladas para evitar congelamientos por las bajas temperaturas en invierno.

1.2. Legislación aplicable

En la redacción del proyecto de la instalación de suministro de agua se ha tenido en cuenta la siguiente normativa de materiales y dimensionado:

Materiales y accesorios

- **UNE 53415:1990.** Plásticos. Tubos de polibutileno (PB) para la conducción de agua a presión fría y caliente. Características y métodos de ensayo.
- **UNE 19804:2002.** Válvulas para instalación de contadores de agua fría, en baterías o instalaciones individuales en armario, hasta 25mm.
- **UNE-EN 13476-2:2007.** Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) y polietileno (PE). Parte 2: Especificaciones para tubos y accesorios con superficie interna y externa lisa y el sistema, de Tipo A.

- **UNE-EN ISO 15876-1:2017.** Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibuteno (PB). Parte 1: Generalidades. (ISO 15876-1:2017).
- **UNE-EN ISO 15876- 2:2017.** Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibuteno (PB). Parte 2: Tubos. (ISO 15876-2:2017).
- **UNE-EN ISO 15876-3:2017.** Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibuteno (PB). Parte 3: Accesorios. (ISO 15876-3:2017).

Otra normativa

- **UNE 149 201:2008.** Abastecimiento de agua. Dimensionado de instalaciones de agua para el consumo humano dentro de los edificios.
- **UNE 149 202:2013.** Abastecimiento de agua. Instalaciones de agua para el consumo humano en el interior de los edificios. Equipos de presión.
- **UNE 100030:2017.** Prevención y control de la proliferación y diseminación de Legionella en instalaciones.
- **UNE 100171:1989.** Climatización. Aislamiento térmico. Materiales y colocación.
- **RD 314/2006.** Código Técnico de la Edificación (BOE nº 74 de 28/03/2006).
En concreto las exigencias DB HS-4 Suministro de agua.
- Reglamento del Servicio de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Valencia (2004).

En la redacción del proyecto de la instalación de saneamiento del edificio se ha considerado la siguiente normativa:

- Ordenanzas de plan general de la zona de actuación (Ciudad de Valencia).
- **RD 314/2006.** Código Técnico de la Edificación (BOE nº 74 de 28/03/2006).
En concreto las exigencias DB HS5 Salubridad. Evacuación de aguas.

1.3. Herramientas utilizadas

Se ha realizado el cálculo y diseño de la instalación de suministro y saneamiento con el software CYPE, en particular el CYPECAD MEP. Para la creación de planos y esquemas se ha utilizado el software AUTOCAD. Para el cálculo y comparación de placas solares se ha usado el software POLYSUN.

Además, se ha seguido el Código Técnico Español (CTE) a lo largo de todo el proceso de diseño.

2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

2.1. Situación y emplazamiento

La propuesta se basa en las características esenciales de la arquitectura tradicional mediterránea. La propuesta de reto edilicio se desarrolla en uno de los solares vacíos de El Cabanyal, en la zona más degradada del barrio. Cerca de la plaza del Dr. Llorenzo de la Flor, donde se ubicaba el mercado hace décadas.

Se encuentra en una parcela estrecha y profunda con dos frentes, entre las calles Escalante y José Benlliure. La parcela en la que se desarrolla el proyecto de construcción mide 23,40 x 7,37 m.



Figura 1. Mapa de ubicación del solar

El Cabanyal es un barrio residencial, originalmente un pueblo de pescadores, cuyo patrón de cuadrícula particular se deriva de los alineamientos anteriores de las barracas y la escalà ("Figura 2. Las barracas y la escalà"). Este espacio de 1,36 m conocido como la escalà fue compartido entre dos barracas (la tipología de vivienda popular vernácula) y se utilizó para el mantenimiento del techo y la ventilación.

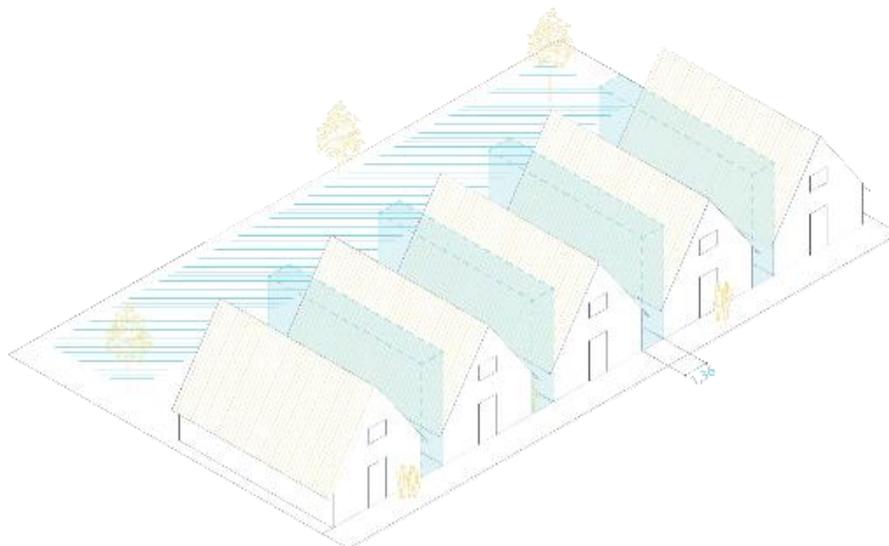


Figura 2. Las barracas y la escalà

En la transición de las barracas a la tipología actual de El Cabanyal, la distribución de la propiedad de la escalà, marcó la evolución del tejido urbano, manteniendo dimensiones de

parcela similares en todo el barrio. Las parcelas de corriente van de 6 a 8 m y una profundidad de 12 a 20 m.

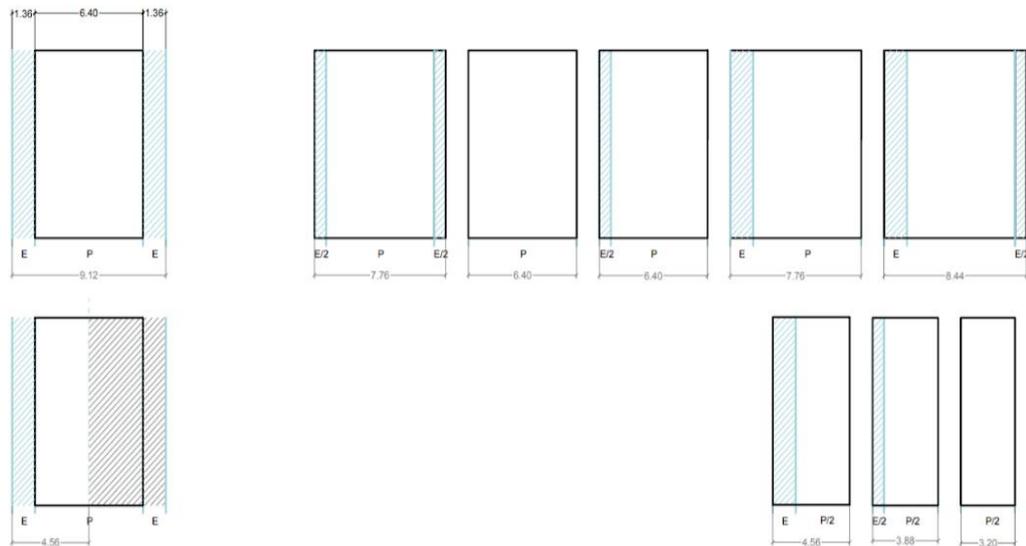


Figura 3. Dimensiones del lote

2.2. Diseño conceptual del solar en el Cabanyal

Desde el punto de vista del diseño del edificio, el objetivo es proporcionar una solución que se adapte a diferentes usos (residencial y/ terciario) y usuarios, y que a su vez permita que el proyecto sea escalable, tanto horizontal como verticalmente, llenando estos vacíos urbanos.

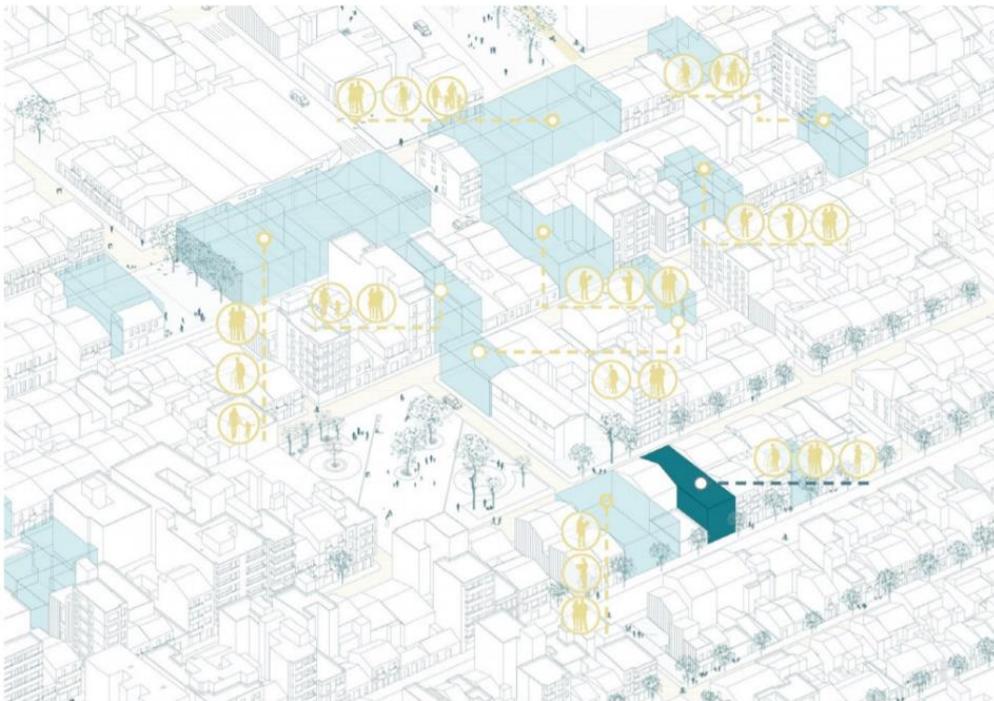


Figura 4. Intervención en el barrio

Para adaptarse a estas condiciones y lograr una correcta integración del edificio, se decidió desarrollar un grupo de viviendas de entre dos y tres plantas en la parcela. La volumetría del edificio se desarrolla en torno a un patio central que mejora la iluminación y la ventilación de las viviendas, además de estar concebido como un espacio exterior que integra elementos verdes. La escalera se incorpora al proyecto como un elemento característico de la propuesta situado en la medianera norte, que actúa como colchón térmico para mejorar el rendimiento energético del edificio.

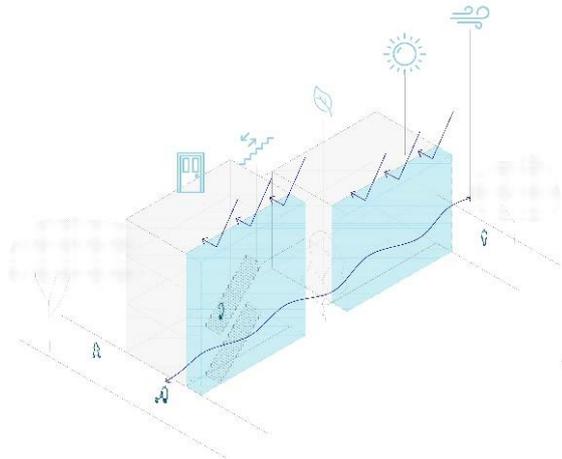
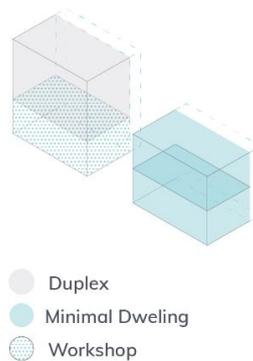


Figura 5. La escalera

El paso continuo de aire favorece la refrigeración de las viviendas situadas al este y también aumenta la ventilación cruzada a través del patio para las viviendas situadas al oeste. También se establece como un núcleo de comunicación vertical y un espacio donde la vegetación se integra y permite la entrada de luz natural al interior de la vivienda. Además, en el nivel de la planta baja de la escalera, hay un espacio reservado para el aparcamiento de bicicletas con el fin de fomentar la movilidad sostenible entre los residentes. El edificio consta de dos volúmenes separados por un patio central y la escalera en el lado norte del edificio. Un edificio de tres plantas en el oeste y un edificio de dos plantas en el este.



4

Figura 6. Definición volumétrica

El volumen este se compone de dos viviendas. En la planta baja habrá una vivienda mínimamente accesible diseñada para adaptarse a las necesidades de una persona mayor o con movilidad reducida. En la planta superior, habrá una vivienda mínima, en la que podrán convivir hasta tres personas. La cubierta de este volumen es accesible y está concebida como un espacio social para los vecinos, donde podrán reunirse y realizar actividades a la sombra de la pérgola, en la que se integran los paneles solares.

En el volumen oeste hay un espacio común en la planta baja, diseñado para ofrecer servicios a la comunidad y al barrio. Además, la escalà se concibe como una caja longitudinal que recorre toda la parcela de este a oeste y que se reinventa para mejorar las condiciones climáticas y las capacidades del edificio.

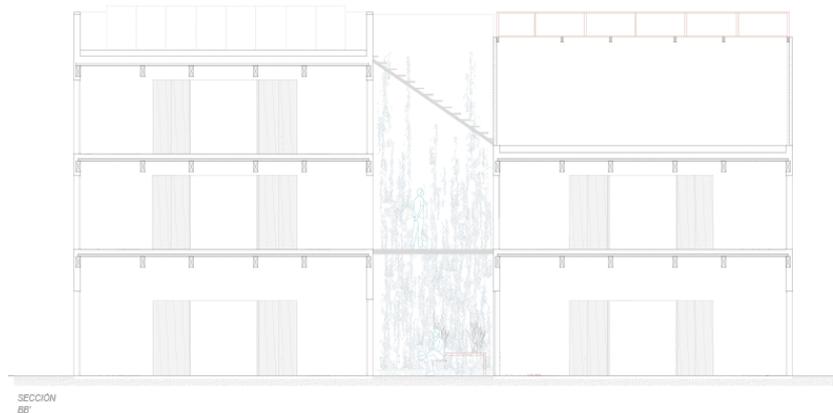


Figura 7. Sección del diseño conceptual

2.3. Diseño adaptativo del prototipo de competición

La Unidad de Demostración de la Casa (**House Demonstration Unit**) representa una de las plantas de la cooperativa de viviendas y dos de sus espacios comunes: la cubierta transitable y el patio. Al mismo tiempo se presta especial atención al espacio exterior, ya que es un factor clave en la propuesta global.

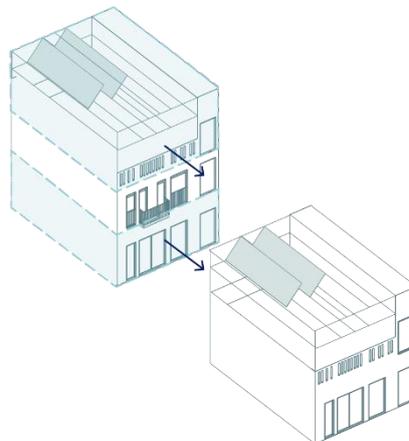


Figura 8. HDU

Así, el HDU se compone de los siguientes elementos:

>> **La vivienda.**

El HDU representa una de las unidades de vivienda simple del diseño conceptual.

Esta está dividida en 3 módulos, el central donde se encuentran los cuartos húmedos será el de principal trabajo. Construiremos y montaremos los elementos tanto de saneamiento como de suministros en Valencia para llevárnoslo a Alemania ya montados. En este módulo central hay un patinillo entre medias de los dos cuartos húmedos que facilita el paso de tuberías y de la ventilación del inodoro. Los otros dos son zonas polivalentes que pueden funcionar como zonas de trabajo y de descanso.

>> **El patio.**

La parte trasera de la casa representa simbólicamente el patio típico de la tipología tradicional valenciana y uno de los espacios comunes de la propuesta de convivencia. Es un espacio que permite la relación con el exterior, la incorporación de vegetación y contribuye a mejorar el confort térmico de la vivienda al facilitar la ventilación cruzada. Muestra el sistema de pavimento drenante realizado con baldosas cerámicas de la región que están en stock (Life Cersuds). Gracias a este sistema, es posible recoger el agua de lluvia para el riego de la vegetación, así como responder a las inundaciones ocasionales que se producen en el barrio.

>> **El tejado transitable.**

La cubierta transitable representa uno de los espacios comunes de la cooperativa de viviendas del HDU. Sobre ella se producirá la recogida de aguas pluviales, con un sistema de plots y pendientes inclinadas, explicado en el *apartado 5.1. Descripción de la red de evacuación de aguas pluviales y residuales*, que llevarán el agua hacia una zona central con dos desagües. Sobre la cubierta hay una pérgola, que aporta sombra en este espacio abierto.

>> **La escalà.**

Sin embargo, el elemento más importante del proyecto es la escalà, un espacio que recorre longitudinalmente la zona norte del lateral de la casa y actúa como punto de unión entre todos los espacios anteriormente mencionados, incorporando las escaleras. Además, favorece la iluminación y ventilación de la vivienda gracias a las ventanas situadas en el tabique. Sobre ellas se dispondrá el sistema hidropónico. Y encima del techo de la escalà se colocarán los paneles de solar térmica.

>> **El edificio.**

La orientación de la vivienda, las dimensiones, la polivalencia espacial y distribución en torno a un núcleo central se mantienen como en el diseño conceptual. Sin embargo, ha sido necesario realizar pequeñas adaptaciones para ajustarlo a los requerimientos del concurso.

Las plantas bajas de la tipología tradicional suelen tener una altura libre considerable, lo que se representa en el Design Challenge, donde la planta baja tiene una altura libre de 3,50 m. En el caso del HDU, la altura libre de la vivienda se limita a 2,64 m para no superar la envolvente solar y para mejorar el rendimiento energético de la vivienda. Además, para garantizar la accesibilidad a la cubierta transitable, se ha añadido un ascensor a la escalà.

>> Sala de máquinas.

Es el espacio entre vecinos que nos deja la competición para situar maquinaria, en él irán a parte de la acometida el depósito de ACS, el depósito de aguas tratadas, la unidad de tratamiento de grises, sus grupos de presión y elementos de control y por debajo de ella, las dos acometidas de saneamiento (negras y pluviales).

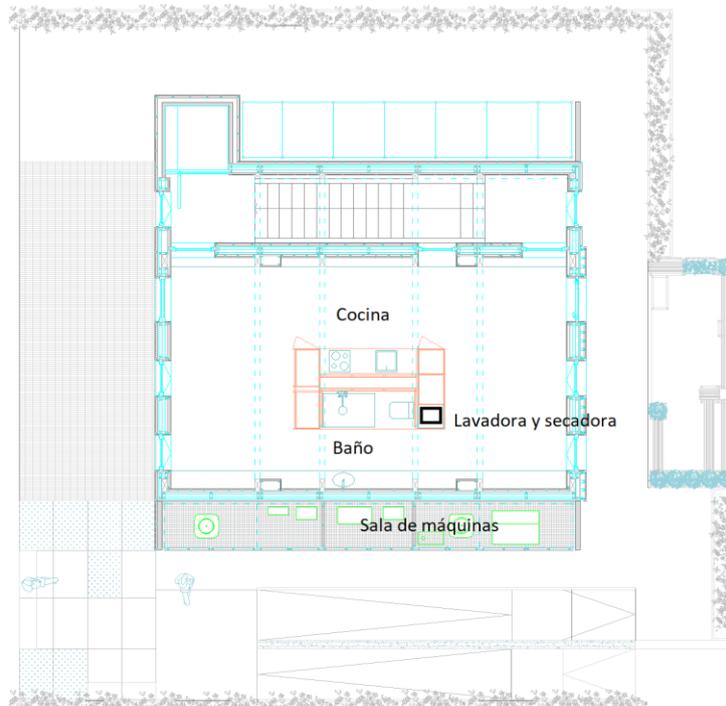


Figura 9. Distribución HDU



Figura 10. HDU 3D

2.4. Descripción del sistema estructural

2.4.1. Estructura portante

El material elegido ha sido la madera en diferentes formas, ya que es un material de baja huella de carbono y con una energía incorporada. El sistema portante se basa en 6 pórticos de madera laminada encolada, tipo GL-24h. Estos pórticos tienen dos aberturas, que forman el interior de la vivienda y la escalà respectivamente.

Hay una distancia de 2,18 m de distancia entre los pórticos que conforman los módulos 3D de dimensiones fijas. Esta dimensión se ha establecido para facilitar el transporte a Alemania de los módulos prefabricados según las dimensiones estándar de los camiones.

En el caso del HDU, la distancia entre los ejes de las naves es de 1,52 m. Los pilares de la planta baja tienen una sección de 12x28 cm mientras que los pilares del muro de la escalà tienen una sección cuadrada de 10x10 cm.

Las vigas del interior de la vivienda tienen una sección de 12x36 cm. Estas vigas se colocan tanto en el forjado de la planta baja como en el forjado del primer piso, extendida en la planta baja hasta el final del escalà, mientras que en la losa del primer piso sólo las vigas de los pórticos 5 y 6 se amplían para permitir el aterrizaje de la escalera y el anclaje de la escalera. Entre los 4 pilares centrales de los pórticos colocados detrás de la escala, se pondrán los 4 módulos de hidropónicos.

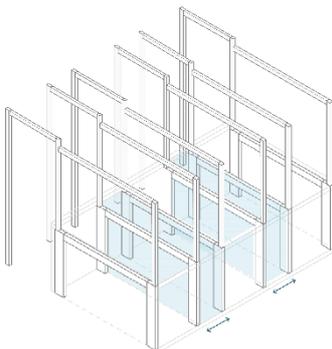


Figura 11. Axonometría de disposición de pórticos

2.4.2. Forjados

Todos los forjados están hechos de paneles de madera laminada cruzada (CLT) de 12 cm dispuestos mediante juntas secas en las vigas. Toda la casa tiene forjado, incluida la sala de máquinas, las tuberías de saneamiento no van dentro de este, sino que lo atraviesan y discurren por debajo de la casa, atadas con abrazaderas. Esto es debido a que se ha utilizado algodón como aislante térmico, y tanto forjado, como muros y módulos de cubierta están rellenos de este material, excepto la escala que está cubierta por módulos de paja. Este aislamiento, y la estructura del emparrillado, imposibilitan enlazar las tuberías de saneamiento dentro del propio forjado.

2.4.3. Zapatas

Dependiendo de la necesidad, estos elementos se resuelven con la adición de tablas C-24 tratadas en autoclave de 40x40 cm para los soportes exteriores de la vivienda y de 80x80 cm para los soportes de los pilares de la vivienda. Sobre cada una de estas piezas se colocan diferentes tipos de herrajes, que alojan las vigas principales de la estructura. Estas vigas están arriostradas entre si mediante viguetas. Diferenciamos ambos tipos por su sección, se denomina vigas a aquellas que tienen una sección de 16x32 cm y viguetas a aquellas de 16x16 cm. Sobre esta estructura se colocan los módulos del forjado de la vivienda, quedando elevados aproximadamente un metro.

Gracias a esta elevación las zapatas pueden estar situadas debajo del forjado de la vivienda, lo que permite ganar espacio útil dentro de la vivienda, y facilita la eliminación de aguas residuales de la vivienda, ya que estas tuberías pueden atravesar el forjado, y ya bajo él, enlazarse para ir a parar a sus respectivas arquetas.

2.4.4. Falso suelo

Hay un falso suelo sujetado por plots en la planta baja donde discurren las tuberías hasta el patinillo central. Se ha puesto para facilitar la construcción del sistema y hacer las tuberías accesibles para mantenimiento.

2.4.5. Trámex

Se ha colocado un emparrillado metálico en la sala de máquinas donde se sitúan todos los depósitos y distintos elementos de la sala y por debajo del trámex circulan las tuberías que llegan de la acometida y que van a entrar a la vivienda, al depósito de ACS y al de aguas tratadas. Esto facilita la construcción y el mantenimiento.

2.4.6. Falsa pared

Una falsa pared se ha colocado entre el baño y la sala de máquinas para permitir el paso de las tuberías del lavabo, ya que en esa zona no hay patinillo.

3. Suministro de agua

3.1. Tipo de suministro, presión existente en punto de entrega

Puesto que Azalea UPV forma parte del grupo de equipos que van a dejar el prototipo en Alemania (Living Lab), se va a conectar la vivienda con la red general de agua potable. Por lo que no es necesario el uso de grupos de sobreelevación para alcanzar las presiones mínimas. Aun así, varios depósitos y distintas bombas son usadas en la instalación que se detallan en el apartado 3.3 *Depósitos de almacenamiento y arquetas* y en el 3.4 *Grupos de sobreelevación*.

La presión dada en la acometida es de 3 bares. La competición nos la instala en la sala de máquinas atravesando el forjado y el trámex de este. Está formada por una tubería de polietileno de DN20 con un caudalímetro con dos válvulas de corte, una previa y otra posterior a él. Un dispositivo con un filtro con un sistema by-pass, normalmente cerrado, para no interrumpir el suministro de agua a la vivienda en caso de tareas de mantenimiento o

reparación del filtro y con un regulador de presión, y finalmente la llave de corte de la vivienda.

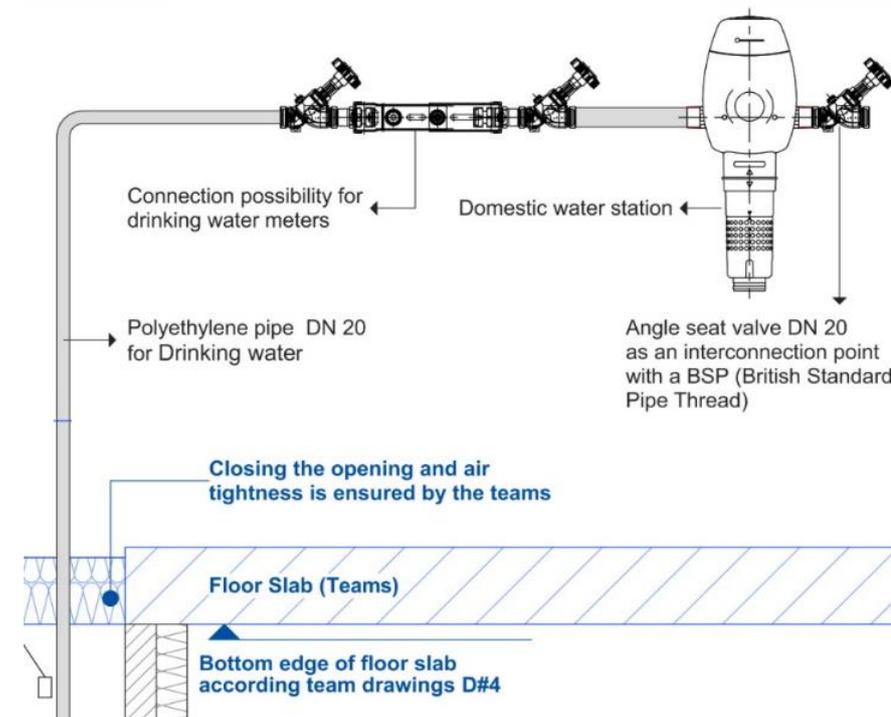


Figura 12. Acometida

3.2. Generales

Se van a realizar el diseño y cálculo de 6 instalaciones: suministro de agua (fría y ACS), saneamiento de aguas grises (lavabo y ducha), solar térmica, saneamiento de negras (inodoro, fregadero, lavavajillas, lavadora, secadora), riego (grifo de cubierta y de patio, riego por goteo y riego por hidropónicos) y recogida de pluviales (cubierta y Life Cersuds).

Recorrido fontanería

De la llave de corte general, sacamos una tubería que se divide en dos, la primera baja hasta el trámex y atraviesa la pared para introducirse en la vivienda y la otra sube hasta llegar al depósito de ACS. La primera, a su vez se divide en dos, el primer tramo sube por la falsa pared entre la sala de máquinas y el baño hasta llegar a la altura del lavabo, y la segunda, atraviesa la fachada de la vivienda y va por el falso suelo hasta llegar al patinillo central donde se bifurca en cuatro, una para la otra parte del baño (ducha e inodoro), otra entra en la cocina, otra sube hasta la cubierta y la última para la lavadora. Estando las tuberías al nivel de los aparatos sanitarios correspondientes, suben y emergen perpendicular a la pared atravesando el tabique y se colocan las llaves de corte y latiguillos pertinentes.

Se sigue este mismo esquema para las tuberías de ACS. Se deriva una tubería de agua fría directamente al depósito de aguas grises y al depósito de Life Cersuds, con el fin de mantener siempre un nivel de agua mínimo que permita cumplir las respectivas demandas cuando por su cuenta no aporten lo suficiente. Estos suministros están controlados por una electroválvula y

los detalles de su configuración se encuentran descritos en el apartado 4.3.2 *Grupos de control y seguridad*.

3.3. Depósitos de almacenamiento y arquetas

La vivienda cuenta con 3 depósitos de almacenamiento y dos arquetas.

El primero es el depósito de tratamiento de aguas grises. A él llega el agua proveniente de la arqueta de grises que recibe el agua del lavabo y la ducha y se produce su tratamiento. Es de 50 litros y se coloca encima del depósito de grises tratadas y pluviales filtradas. Se explica más detalladamente en el apartado 5.2.3. *Características*.



Figura 13. Tratamiento de grises

El segundo es el depósito de aguas grises tratadas y pluviales filtradas. Es un depósito de polietileno de alta densidad y alto peso molecular (PEAD-APM), con estabilizante UV. Este depósito se utiliza para almacenar el agua proveniente del tratamiento de grises, que ya ha sido depurada y el agua pluvial filtrada. Es un depósito de 300 litros colocado debajo del sistema de tratamiento de aguas grises. Desde este depósito se suministra el agua para el riego de los huertos, los hidropónicos, y a un grifo exterior que puede utilizarse para tareas de limpieza. Está colocado en el extremo oeste de la sala de máquinas



Figura 14. Depósito de aguas grises tratadas y pluviales filtradas

El tercero es el depósito del Life Cersuds a él van a parar el agua drenada del pavimento y es utilizada para regar los hidropónicos de la escala, es de plástico de 50 litros. Está situado por debajo del lateral norte del pavimento Life Cersuds.



Figura 15. Depósito de Life Cersuds

Las arquetas son de 50 x 50 cm de PVC colocadas debajo del forjado de la sala de máquinas. Una para las aguas grises (lavabo y ducha) y la otra para las aguas pluviales ya filtradas. En ellas hay un grupo de presión sumergido (VONROC), la arqueta de grises impulsa el agua hasta el depósito de tratamiento y el de pluviales impulsa el agua hasta el depósito de 300 litros de grises tratadas y pluviales filtradas.



Figura 16. Arqueta

Entradas y salidas

A continuación, se citan los detalles constructivos de todos ellos, así como las entradas y salidas con las que cuentan.

- Tratamiento de aguas grises:
 1. Entrada diámetro 16 mm, para la conexión directa con la red de agua limpia a presión, se utiliza para mantener un nivel mínimo de agua en el depósito de aguas grises cuando no se pueda alcanzar este mediante el sistema de depuración de aguas residuales. Situada en la parte superior de una de las caras laterales del depósito.

2. Salida diámetro 20 mm, conectado al depósito conjunto de grises y pluviales. Situada en la parte inferior de una de las caras laterales del depósito.
3. Entrada de 50 mm, conectado a la arqueta con las aguas grises sin tratar.

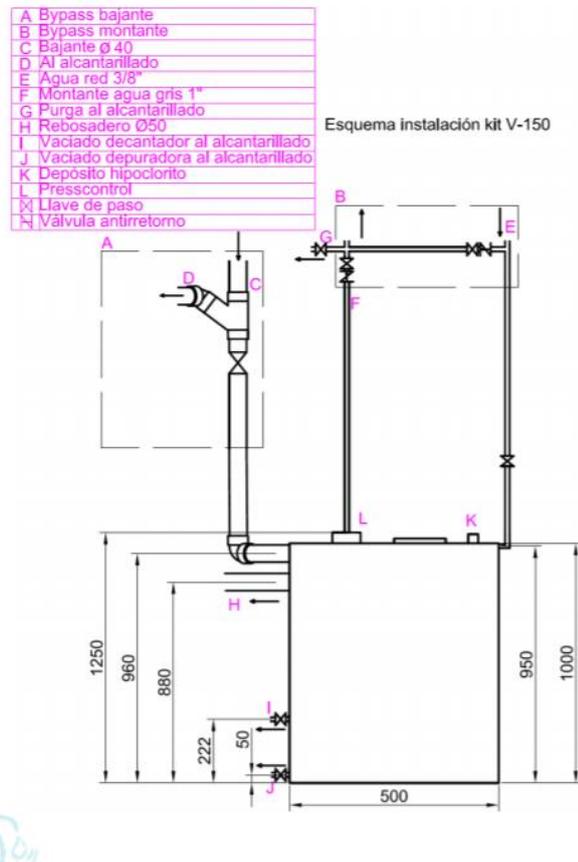


Figura 17. Entrada y salidas depósito del tratamiento de grises

- Depósito de aguas grises y pluviales:
 1. Entrada diámetro 20 mm, conectado con el depósito de tratamiento. Situada en la parte superior de una de las caras laterales del depósito.
 2. Salida diámetro 20 mm, para la conexión con los puntos de consumo. Situado por la parte baja de un lateral.
- Arquetas:
 1. Entradas diámetro 90, una conectada con el sifón de grises y la otra con el colector de pluviales.
 2. Salida diámetro 50 mm, para la conexión con los depósitos de tratamiento y depósito de grises tratadas y pluviales.
- Depósito de Life Cersuds:
 1. Entrada diámetro 20 mm, para la conexión directa con la red de agua limpia a presión, se utiliza para mantener un nivel mínimo de agua en el depósito de aguas grises cuando no se pueda alcanzar este mediante el sistema de depuración de aguas residuales. Situada en la parte superior de una de las caras laterales del depósito.

2. Entrada diámetro 50mm, para la conexión con la tubería drenante del pavimento de Life Cersuds. Situada en la parte inferior de una de las caras laterales del depósito.
3. Entrada de 110 mm, unión con la tubería de PVC de hidropónicos
4. Salida de 20 mm, para el riego de hidropónicos.

Dimensiones

Depósitos y arquetas	Longitud(cm)	Anchura (cm)	Altura (cm)	Capacidad (l)
Depósito de tratamiento de aguas grises	Diámetro (cm): 40		42,5	50
Depósito de aguas grises y pluviales	600	800	1040	300
Depósito de Life Cersuds	Diámetro (cm): 39		56	50
Arquetas	50	50	50	100

Tabla 1. Dimensiones de depósitos y arquetas

3.4. Grupos de sobreelevación y depósitos de presión

Como se ha mencionado anteriormente, la competición nos instala una acometida con 3 bares de presión por lo que no es necesario usar ningún grupo de sobreelevación para impulsar el suministro de agua fría y ACS. A pesar de ello, la instalación cuenta con 5 grupos de sobreelevación. El primero es una bomba de impulsión y los otros 4 son bombas de achique.

Reglamento

Para el cálculo y diseño de los grupos de presión hay que tener en cuenta lo mencionado en el CTE, este indica en el apartado 3.2.1.5.1 *Sistemas de sobreelevación: grupos de presión* lo siguiente:

“El grupo de presión debe ser de alguno de los dos tipos siguientes:

a) convencional, que contará con:

- depósito auxiliar de alimentación, que evite la toma de agua directa por el equipo de bombeo;
- equipo de bombeo, compuesto, como mínimo, de dos bombas de iguales prestaciones y funcionamiento alterno, montadas en paralelo;
- depósitos de presión con membrana, conectados a dispositivos suficientes de valoración de los parámetros de presión de la instalación, para su puesta en marcha y parada automáticas;

b) de accionamiento regulable, también llamados de caudal variable, que podrá prescindir del depósito auxiliar de alimentación y contará con un variador de frecuencia que accionará las bombas manteniendo constante la presión de salida, independientemente del caudal solicitado o disponible. Una de las bombas mantendrá la parte de caudal necesario para el mantenimiento de la presión adecuada.”

Según la versión comentada por el Ministerio de Fomento del documento HS, contiene el siguiente comentario en el apartado *4.5.2.2 de la sección HS 4*: “El número de bombas a instalar en el caso de un grupo de tipo convencional, incluyendo las de reserva, se determinará en función del caudal total del grupo. Se dispondrán dos bombas para caudales de hasta 10 dm³ /s, tres para caudales de hasta 30 dm³ /s y 4 para más de 30 dm³ /s”,

Además, en el *5.1.1.3.5 Protección contra ruidos* indica la necesidad de colocar conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones y vuelve a hablar, en el *3.3.2.1 Sistema de bomba y elevación* en el punto 2, de la necesidad de colocar dos bombas para garantizar el servicio de forma permanente en casos de avería, reparaciones o sustituciones.

En el *5.5.2 Dispositivos de elevación y control*, en el apartado 3, explica que se deberá colocar un dispositivo que alterna el funcionamiento de las dos bombas para que mantengan un estado de uso igual.

Grupos de sobreelevación de la instalación:

Grupo de sobreelevación de reutilización de agua gris y pluvial

El primero de ellos es el situado tras el depósito de grises filtradas y pluviales. Son dos bombas montadas en paralelo de mismas prestaciones que trabajan siempre en impulsión ya que se sitúan debajo de la cota mínima del depósito. El conjunto consta de un depósito de presión y un filtro de rejilla por lo que evita la necesidad de colocar un calderín posterior a la bomba, una llave de corte previa y una válvula antirretorno y una llave de corte posteriores. Bombea el agua gris limpia, tratada en la unidad de tratamiento de grises y el agua pluvial filtrada, hasta los puntos de demanda, que son: riego por goteo de huertos, hidropónicos, un grifo destinado a limpieza exterior u otros usos y el inodoro. Este grupo no cuenta con un variador de frecuencia, por lo que la altura que genera depende directamente del caudal proveniente del depósito. Las bombas utilizadas son CR 3-5-A-A-A-E-HQQE del grupo GRUNDFOS.

Grupo de sobreelevación de saneamiento de grises

El segundo grupo de sobreelevación son dos bombas de achique de iguales prestaciones colocadas en una arqueta de PVC de 50 x 50 cm, situada debajo del forjado de la sala de máquinas, impulsa el agua gris proveniente de la ducha y el lavabo desde la propia arqueta hasta el sistema de tratamiento de aguas grises, situado en la sala de máquinas.

Grupo de sobreelevación de saneamiento de pluviales

El tercer grupo son también dos bombas de achique de iguales prestaciones colocadas en otra arqueta de PVC de 50 x 50 cm para las pluviales, bombea el agua pluvial recogida de la cubierta

filtrada previamente como se explica en el apartado 5.1. *Descripción de la red de evacuación de aguas pluviales y residuales*, hasta el depósito de grises tratadas y pluviales filtradas.

Las bombas sumergidas en las arquetas mencionadas son de la marca VONROC modelo de 300 W y 6500 l/h tienen un flotador que cuelga verticalmente, cuando el flotador se posiciona horizontalmente una vez que va entrando agua, la bomba empieza a bombear. Por lo que el bombeo es automático sin necesidad de control.

Grupo de sobreelevación de hidropónicos

El tercer grupo es igual que los dos anteriores y está situado en el depósito del Life Cersuds, bombea agua periódicamente a los hidropónicos de la escalà y también si detecta un nivel de agua muy alto en el depósito. Esta automatización se lleva a cabo a través de un PLC, con el cual se comunican los sensores capacitivos de los depósitos. Las bombas son de la marca XCSOURCE modelo TE484.

Grupo de sobreelevación del tratamiento de grises

El tratamiento de agua grises contratado de la empresa Ecoagua utiliza también una bomba sumergida monofásica de 220 V: NENUFAR 30M / PRESSCONTROL

Bomba	Altura (m)	Caudal (l/s)	Potencia (W)	Tensión (V)
CR 3-5 A-A-A-E-HQQE	18.5	0.7	291	220
VONROC	6	1.80	300	230
XCSOURCE TE484	5	0.1666	15	12
NENUFAR 30M / PRESSCONTROL	15	0.944	550	220

Tabla 2. Grupos de sobreelevación

Los cálculos de estos valores están explicados en el apartado 9. *Dimensionamiento de los grupos de presión* de cálculos justificativos.

3.5. Contadores

La instalación cuenta con dos contadores. Un contador propio, que puede instalarse o no, y un contador que obligada instalación cedido por la organización del concurso. Con este segundo, se monitoriza el consumo de agua de la vivienda. A partir de estas mediciones se obtiene la puntuación relacionada con el consumo de agua de la vivienda durante la competición.

Ambos contadores tienen un diámetro de 25 mm y están conectados mediante roscas locas a la instalación. Se instalan válvulas de corte a la entrada y a la salida del contador y una válvula antirretorno que evite el flujo en sentido contrario.

3.6. Aparatos instalados

	Cantidad	Presión residual (kPA)	Caudal es instantáneos de agua fría (dm^2/s)	Caudal es instantáneos de ACS (dm^2/s)
INTERIOR DE LA VIVIENDA				
Inodoro con cisterna	1	7	0,10	-
Lavabo	1	5	0,10	0,065
Ducha	1	10	0,20	0,10
Fregadero	1	5	0,20	0,10
Lavavajillas	1	5	0,10	0,10
Lavadora	1	5	0,20	0,15
Tanque ACS	1	-	-	-
Depósito de aguas tratadas	1	-	0,20	-
Grifo de la cubierta	1	5	0,20	-
EXTERIOR				
Grifos de patio	2	5	0,20	-
Depósitos hidropónicos	1	5	0,20	-
Toma de riego	2	5	0,20	-

Tabla 3. Aparatos instalados

Cabe resaltar dos de estos elementos:

- Ducha:

La vivienda cuenta con un equipo de *Passive Shower*. La novedad que implementa esta ducha se basa en su plato. Este incluye un recuperador de energía de forma que el agua caliente que cae al plato y va a desecharse por el desagüe cede parte de su calor al agua fría que entra a la ducha. El plato tiene un serpentín en la parte más cercana al desagüe al cual se conecta la instalación de agua fría de la ducha. Tras recorrer el plato esta agua fría se denomina precalentada y asciende hasta la toma de agua fría del mando de la ducha. De esta forma, para obtener agua caliente en la ducha se necesita mezclar esta agua fría con menos ACS y así se reduce el consumo energético de la vivienda.



Figura 18. Passive Shower

- Smart Water:

Este equipo se instala al final del circuito hidráulico de suministro de los cuartos húmedos. Incorpora en su interior un sensor de temperatura para el agua caliente y una pequeña bomba de recirculación.

Cuando se abre el grifo de agua caliente y el sensor detecta que esta agua todavía no ha alcanzado los 35°C, la bomba la recircula a través de la tubería de agua fría de nuevo al calentador. Cuando se alcanzan los 35°C se abre la válvula, el equipo avisa mediante una señal sonora y comienza a salir el agua por el grifo. De esta forma se obtienen dos ahorros simultáneos. Se ahorra en energía, ya que cada vez que el agua se recircula al calentador aumenta su temperatura y la transferencia de calor necesaria es menor. Además del ahorro en agua, ya que de otra forma el volumen de agua que sale por el grifo hasta que esté lo suficientemente caliente se perdería.



Figura 19. Smart Water

3.7. Dispositivos de control y seguridad

El depósito de aguas tratadas cuenta con un sensor capacitivo, que se comunica a través de un PLC con una electroválvula situada en la sala de máquinas que abre o cierra este circuito. De

esta forma, cuando el nivel del agua este por debajo de un cierto valor, la electroválvula se abre y rellena el depósito de aguas grises para que sus demandas queden cubiertas.

El inodoro y el depósito de hidropónicos también cuentan con el mismo sistema conectado al PLC para que cuando el nivel de agua este por debajo de un valor, se abra la electroválvula y rellene la cisterna del inodoro y el depósito con agua del depósito de aguas tratadas. Hay llaves de corte en todos los cuartos húmedos y una llave de corte general de la vivienda, para permitir el mantenimiento y control de la instalación. Hay indicadores de flujo en todas las bombas, para medir el caudal de salida de la bomba, aireadores para grifos que disminuyen el caudal de salida y reguladores temporales para el riego de goteo del patio.

4. INSTALACIÓN DE ACS SOLAR

4.1 Descripción de la instalación

La instalación de agua caliente sanitaria suministra a los dos cuartos húmedos de la vivienda. En la cocina tienen toma de ACS el lavavajillas, la lavadora y el fregadero. En el baño tienen toma de ACS el lavabo y la ducha.

La instalación ACS consta de 3 circuitos:

El circuito solar térmico, situado en la parte superior de la escala horizontalmente. Formado por los módulos solares, la bomba de recirculación y el intercambiador. Además de las tuberías, los elementos de control y el conjunto de válvulas. Todas las tuberías son de PB de 20 mm de diámetro.

Un segundo circuito de aerotermia del cual no se va a profundizar en este TFG, formado por una bomba de calor, dos fancoils y una unidad exterior, además de válvulas reguladoras y de tres vías. El tercer serpentín proviene de las máquinas de climatización.

Y un tercer circuito de consumo, formado por las tuberías de agua fría de entrada, las tuberías de agua caliente de salida, válvulas de retención y válvulas reguladoras. Al tener un recorrido inferior a 15 m no es necesaria la recirculación. El circuito solar está formado por una mezcla propilénica, con una concentración de líquido de 33,3 %, un volumen de circuito de 18 l y 4 bar de presión en alto.

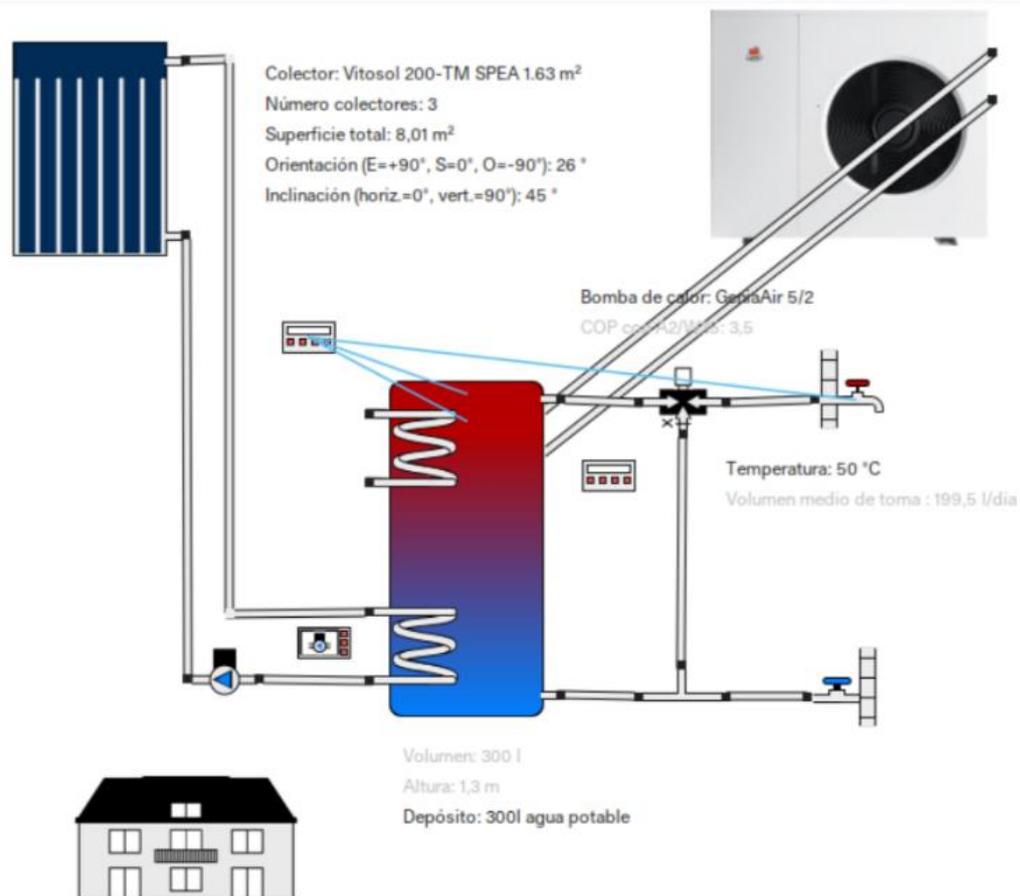


Figura 20. Esquema completo de ACS

4.2 Sistema de acumulación

Se calcula una demanda máxima de ACS de 200 litros durante la competición, detallado en 9.1. *Demanda ACS*. Por ello se dota al sistema con un único acumulador de 300 litros con 3 serpentines de la marca “DAIKIN” y el modelo “EKHWP-PB”. Situado en la sala de máquinas a la derecha del módulo central para minimizar el recorrido y facilitar el acceso de las tuberías a la vivienda.

4.3. Sistema de captación

Tras evaluar diferentes alternativas comerciales, se seleccionaron los paneles de tubo de vacío, concretamente el VIESSMANN VITOSOL 300-TM. Esta decisión se tomó debido al buen rendimiento de los colectores con bajos coeficientes de pérdida, debido al gran rendimiento de los paneles de tubos de vacío en condiciones climáticas, y la posibilidad de que se instalen planos, ya que permiten orientar el interior de los tubos.

4.4. Diseño campo colectores

Se seleccionan tres paneles, ya que éstos permiten cubrir el 85% de la demanda máxima calculada para el concurso. Los paneles están conectados en paralelo en la parte superior de la

escalà horizontalmente. Esto es posible cuando se utilizan paneles de tubos de vacío, ya que permiten orientar el interior de los tubos. Para el concurso, la placa absorbente se coloca a 15°. Las tuberías utilizadas son de acero corrugado, siendo la principal ventaja de ellos la facilidad de instalación, ya que son flexibles. Las tuberías están aisladas con una capa de polietileno para reducir las pérdidas de calor. Para cubrir la demanda máxima anual, la parte interior de los tubos se colocará a 25°, ya que es el mayor grado de inclinación los tubos. Todo esto ha sido calculado mediante el software POLYSUN, dado por la empresa VIESSMAN. Mas detalles en el apartado 9.3. *Placas solares*.

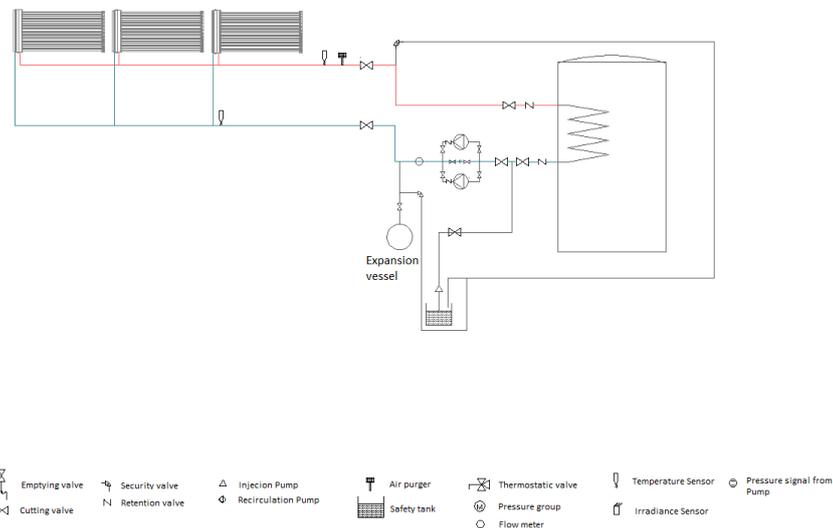


Figura 21. Esquema solar térmica

4.5. Sistemas de control y protección

Estos paneles están equipados con el sistema de desconexión automática de temperatura ThermProtect, que evita el sobrecalentamiento durante períodos sostenidos de alta radiación solar. Esto significa que no es necesario un sistema adicional de rechazo de calor.

También se ha colocado un vaso de expansión de 12 litros en el circuito solar térmico para evitar daños debidos a las variaciones de volumen del fluido causadas por variaciones de temperatura.

Se instala una válvula termostática tarada a 60°C, de forma que si el ACS sale del tanque a más de 60°, esta válvula lo mezcla con agua fría hasta que baja de la temperatura de tarado y no exista riesgo de escaldadura.

4.6 Grupos de presión

Se colocan dos bombas de recirculación en paralelo. Esto se hace, como se ha mencionado anteriormente, para evitar la parada de la circulación del fluido en el circuito primario si la bomba falla.

Las bombas están situadas en la sala de máquinas.

Bomba	Eco, pequeña	
Caída de presión circuito	bar	4,424
Caudal	l/h	3,6
Consumo de energía eléctrica y de combustible	kWh	1,1

Tabla 4. Dispositivos de presión solar térmica

5 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

5.1 Descripción de la red de evacuación de aguas pluviales y residuales

En la vivienda se diferencian las aguas grises de las aguas negras, con el fin de depurar las aguas grises, mejorando la sostenibilidad de la vivienda y dándole una segunda vida al agua.

Se consideran aguas grises aquellas que contienen una baja concentración de componentes orgánicos, para esta vivienda aquellas que provienen de la ducha y del lavabo. Así como las aguas pluviales, que se unen a estas ya filtradas en el depósito de la sala de máquinas.

Descripción de la red de evacuación de aguas pluviales

Las cubiertas planas normales no llevan canalón porque solo tienen una bajante con sumidero o, si son muy grandes, van sectorizadas y vierten a varias bajantes. Cada "sector" por llamarlo de alguna forma tiene habitualmente 4 pendientes (si la cubierta es rectangular) hechas con tabiques conejeros (de ladrillo). En este caso es especial porque piden 2 sumideros por normativa, pero solo una bajante que baje por el patinillo central. Si no se pone canalón hay que hacer 8 pendientes triangulares hacia los dos sumideros, lo que complica profundamente el proceso constructivo. Por eso, se ha configurado un tramo de canalón entre los dos sumideros, que recoja el agua de las dos pendientes grandes como se puede ver el *PLANO*

PLANTA CUBIERTA PLUVIALES, y dirija el agua hacia ellos y disminuya el número de pendientes de la cubierta a 4.

Del canalón salen dos bajantes, la de este de 63 mm de diámetro se une con la de este de 75 mm mediante un codo y una unión en T. La bajante principal de 75 baja por el patinillo central hasta unirse con el colector de DN90 debajo del forjado, este avanza hasta la arqueta de pluviales y de ahí atraviesa el forjado, y el trámex de la sala de máquinas y se introduce en el depósito.

Descripción de la red de evacuación de aguas negras

Los cuartos húmedos se han diseñado con la idea principal de separar las zonas de aguas negras y grises para facilitar su evacuación, no cruzar las tuberías horizontales y para facilitar la construcción. El sistema de aguas residuales (inodoro, fregadero lavavajillas y lavadora) se conecta a una tubería recta horizontal, de 110 mm de diámetro, que sale de la casa. La red de evacuación de residuales discurre por gravedad en todos sus puntos. La red de saneamiento se ha ejecutado con polipropileno, todas las piezas que la componen están unidas a presión, lo que permite el desmontaje de la instalación. Esto es clave para el desarrollo del proyecto, ya que la vivienda debe ser montada, desmontada, transportada y vuelta a montar manteniendo sus características intactas. Cada uno de los aparatos cuenta con un sifón individual, a continuación, las tuberías descienden de forma vertical atravesando el forjado y una vez en la parte inferior de este se enlazan para ir a descargar a la acometida.

Life Cersuds

Este sistema se basa en la utilización del pavimento permeable cerámico desarrollado por el proyecto europeo LIFE CERSUDS Ceramic Sustainable Urban Drainage System, que cuenta con la financiación de la Comisión Europea a través del programa LIFE. Este pavimento permeable realmente son baldosas cerámicas de bajo valor comercial a las cuales se les ha agujereado, funcionando como sistemas filtrantes. Se ha utilizado estas baldosas y se le colocado por debajo cajones con grava para completar el drenaje. Debajo de las gravas se coloca la tubería drenante de PVC de 63 mm con una inclinación del 2% que recoge el agua, atraviesa los cajones y desemboca en el depósito.



Figura 22. Pavimento del Life CerSuds

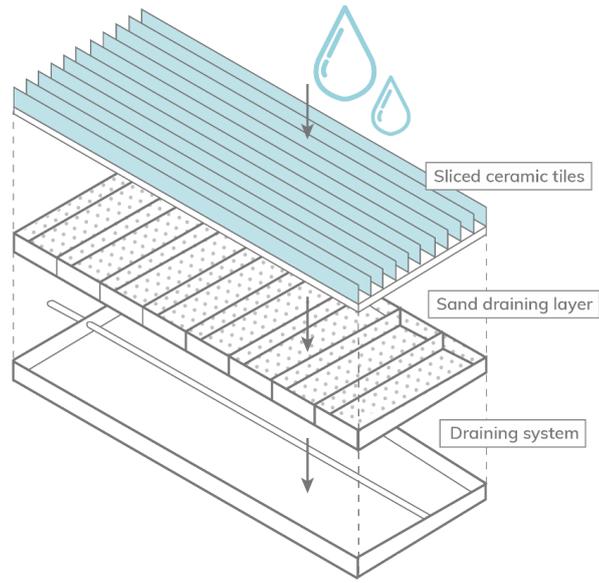


Figura 23. Sistema drenante

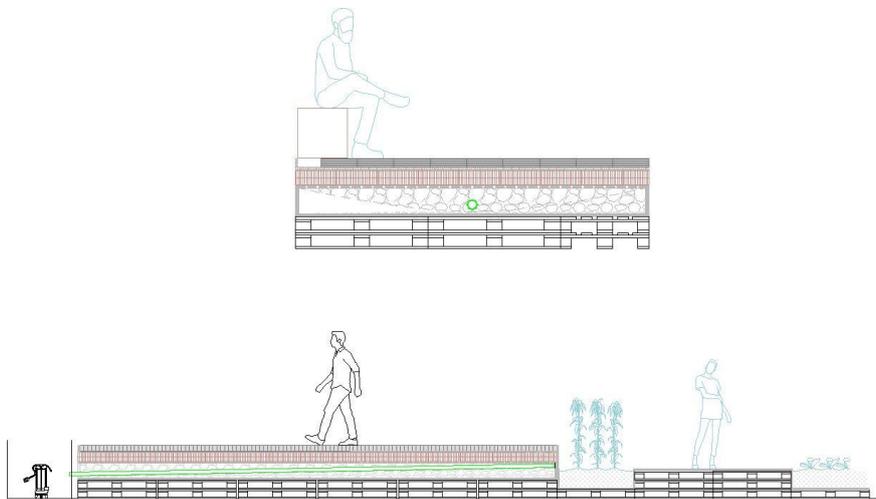


Figura 24. Sistema Life Cersuds

5.1.1 Condiciones generales de los sistemas de evacuación

Según indica el Código Técnico de Edificación en su Documento Básico HS 5, las condiciones generales que debe cumplir la instalación son las siguientes:

- Deben disponerse cierres hidráulicos en la instalación que impidan el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos.
- Las tuberías de la red de evacuación deben tener el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que faciliten la evacuación de los residuos y ser autolimpiables. Debe evitarse la retención de aguas en su interior
- Los diámetros de las tuberías deben ser los apropiados para transportar los caudales previsibles en condiciones seguras.
- Las redes de tuberías deben diseñarse de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben disponerse a la vista o alojadas en huecos o patinillos registrables. En caso contrario deben contar con arquetas o registros.
- La instalación no debe utilizarse para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales.

5.1.2 Elementos que componen la instalación de la red de evacuación

CIERRES HIDRÁULICOS:

Los cierres hidráulicos utilizados en la instalación son sifones individuales, propios de cada aparato. Como indica el DB HS 5:

- Deben ser autolimpiables, de tal forma que el agua que los atraviese arrastre los sólidos en suspensión.
- Sus superficies interiores no deben retener materias sólidas.
- No deben tener partes móviles que impidan su correcto funcionamiento.
- Deben tener un registro de limpieza fácilmente accesible y manipulable.
- La altura mínima de cierre hidráulico debe ser 50 mm, para usos continuos y 70 mm para usos discontinuos. La altura máxima debe ser 100 mm. La corona debe estar a una distancia igual o menor que 60 cm por debajo de la válvula de desagüe del aparato. El diámetro del sifón debe ser igual o mayor que el diámetro de la válvula de desagüe e igual o menor que el del ramal de desagüe. En caso de que exista una diferencia de diámetros, el tamaño debe aumentar en el sentido del flujo.
- Debe instalarse lo más cerca posible de la válvula de desagüe del aparato, para limitar la longitud de tubo sucio sin protección hacia el ambiente.
- El desagüe de fregaderos, lavaderos y aparatos de bombeo (lavadoras y lavavajillas) debe hacerse con sifón individual.

RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN:

En referencia a la red de pequeña evacuación, el DB HS 5 dicta las siguientes condiciones:

- El trazado de la red debe ser lo más sencillo posible para conseguir una circulación natural por gravedad, evitando los cambios bruscos de dirección y utilizando las piezas especiales adecuadas
- En los aparatos dotados de sifón individual deben tener las características siguientes:
 - i. en los fregaderos, los lavaderos, los lavabos y los bidés la distancia a la bajante debe ser 4,00 m como máximo, con pendientes comprendidas entre un 2,5 y un 5 %
 - ii. en las bañeras y las duchas la pendiente debe ser menor o igual que el 10 %
 - Debe disponerse un rebosadero en los lavabos, bidés, bañeras y fregaderos
 - No deben disponerse desagües enfrentados acometiendo a una tubería común.

BAJANTES:

La instalación no contiene canalones.

La ejecución de las bajantes de la instalación se ha ejecutado cumpliendo el CTE, en concreto:

- Las bajantes deben realizarse sin desviaciones ni retranqueos y con diámetro uniforme en toda su altura excepto, en el caso de bajantes de residuales, cuando existan obstáculos insalvables en su recorrido y cuando la presencia de inodoros exija un diámetro concreto desde los tramos superiores que no es superado en el resto de la bajante.
- El diámetro no debe disminuir en el sentido de la corriente.
- Podrá disponerse un aumento de diámetro cuando acometan a la bajante caudales de magnitud mucho mayor que los del tramo situado aguas arriba.

5.2. Descripción del sistema de depuración de aguas grises.

5.2.1 Consideraciones generales

Se tratan como aguas grises aquellas que provienen del lavabo del baño, de la ducha y del lavavajillas. El concurso no impone criterios de depuración propios, por lo que se diseña siguiendo la descripción del sistema de certificación GEA Verda Residencial Omega, que nos remite a su vez al RD 1620/2007, relativo a la reutilización de agua depurada. Este real decreto da valores máximos de determinados parámetros del agua tratada en su posterior uso. Los criterios especificados en el RD 1620/2007 son: nematodos intestinales, E. Coli, sólidos en suspensión, turbidez y otros contaminantes dependiendo del uso.

Al desconocer los parámetros del agua antes de ser tratada, se desconoce el potencial del tratamiento necesario para el diseño. A consecuencia de esto, para el diseño se ha partido de datos genéricos aproximados.

Los datos de partida tomados son los siguientes:

- 2 personas residentes en la vivienda
- Caudal a tratar: 150 l/persona y día.
- Carga orgánica afluyente: 800 mg/l tras el tratamiento primario/separador de grasas.
- Carga orgánica máxima efluente: 20 mg/l.
- Temperatura del agua: 23 °C.

El funcionamiento del ciclo es el siguiente:

Las aguas provenientes de la ducha y lavabo del baño se juntan y se conducen hasta el sistema de tratamiento de grises.

5.2.2 Legislación a cumplir

Como se ha mencionado anteriormente, en ausencia de otros criterios, se utiliza la legislación española en materia de reutilización de aguas depuradas, esto es, el Real Decreto 1620/2007, del 7 de diciembre. La reutilización de aguas grises es posible, según la normativa interna del SDE21, para limpieza, así como para riego, en nuestro caso, del huerto y de los hidropónicos del interior de la vivienda. Para el uso del agua en el riego del huerto, al ser su fin el consumo de los productos que crezcan en él, los valores límites son los siguientes:

- Presencia de nematodos intestinales: máximo un huevo cada 10l de agua.
- E. coli: puede presentar un máximo de 100 Unidades Formadoras de Colonias en 100ml de agua.
- La cantidad de sólidos en suspensión puede presentar un valor máximo de 20mg/l.
- La turbidez puede presentar un valor máximo de 10 Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

5.2.3. Características

Se ha elegido el tratamiento de 50 litros de la empresa Ecoagua. A este tratamiento se le ha unido en serie otro depósito de 300 litros unido por un rebosadero, de tal manera que cuando el depósito se llene rebosa a este más grande, se ha elegido uno de 300 porque a este depósito llegan los 150 litros de grises y el resto de pluviales.

Se realiza una depuración fisicoquímica con el objetivo de que reúna las garantías sanitarias necesarias para su uso. Es también agua apta para el riego de plantas ornamentales. En una primera fase se realiza una depuración física, a través de un filtro que retiene los sólidos, como cabellos o restos de tejidos. Posteriormente se realiza la depuración química añadiendo al agua una pequeña dosis de lejía o algún producto a base de oxígeno activo. Este producto se almacena en un pequeño compartimento de la depuradora y se aplica de manera automática mediante una bomba dosificadora, que funciona alrededor de tres minutos al día. Esta depuradora puede incorporar opcionalmente un mecanismo de coloración del agua, que permite diferenciar el agua potable del agua tratada.

Características Técnicas
El agua procedente de duchas y bañeras se depura físicamente (filtración y decantación) y se trata químicamente.
Fabricada en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio.
Electroválvula con interruptor de nivel para suministrar un mínimo de agua de red a la depuradora. Se garantiza el suministro a las cisternas de los inodoros en caso de no disponer de aguas renovadas.
1 Filtro.
Bomba sumergida monofásica 220 V.
Press-control 220V., presión de arranque,1,5Kg/cm2.
Bomba peristáltica y programador.
Dispensador de tratamiento químico.
Válvulas de vaciado.
Rebosadero conectado al alcantarillado o pozo de bombeo.

Tabla 5. Características tratamiento de grises Ecoaigua

6. Ejecución

Según el CTE tenemos que:

La instalación de suministro de agua se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el Anexo I del Real Decreto 140/2003.

6.1. Ejecución de las redes de tuberías

6.1.1. Condiciones generales

La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin dañar o deteriorar al resto de la vivienda, conservando las características del agua de suministro respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación, así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado.

Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado.

6.1.2. Uniones y juntas

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, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones. En las uniones de tubos de acero galvanizado o zincado las roscas de los tubos serán del tipo cónico, de acuerdo a la norma UNE 10242:1995 (+UNE-EN 10242/1M:1999, +UNE-EN 10242/A2:2004). Los tubos sólo pueden soldarse si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante. Los tubos no se podrán curvar salvo cuando se verifiquen los criterios de la norma UNE EN 10 240:1998. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante. Las uniones de tubos de plástico se observarán las indicaciones del fabricante.

6.2 Protecciones

6.2.1. Protecciones contra la corrosión

Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas. Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurren enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán, para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.

Los tubos de acero galvanizado empotrados para transporte de agua fría se recubrirán con una lechada de cemento, y los que se utilicen para transporte de agua caliente deben recubrirse preferentemente con una coquilla o envoltura aislante de un material que no absorba humedad y que permita las dilataciones y contracciones provocadas por las variaciones de temperatura

6.2.2. Protecciones contra las condensaciones

Muy importante en este caso debido a que el prototipo se va a quedar 1 año monitorizado en Alemania y las bajas temperaturas del lugar pueden provocar condensaciones si no se aíslan correctamente los elementos.

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante, pero si con capacidad de actuación como barrera anti-vapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación.

Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones. Se utilizan materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

6.2.3. Protecciones térmicas

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas. Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE-EN ISO 12241:2010.

6.2.4. Protección contra esfuerzos mecánicos

La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no sobrepasará la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de éstos no sobrepasará 2 bar. El golpe de ariete negativo no descenderá por debajo del 50% de la presión de servicio.

6.2.5. Protección contra ruidos

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el DB HR al respecto, se adoptará lo siguiente:

- a) los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones estarán situados en zonas comunes;
- b) a la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y al lugar de su instalación;

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán anti vibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

6.3 Accesorios

6.3.1. Grapas y abrazaderas

Existen grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos. 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.

6.3.2. Soportes

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones. No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural. De igual forma que para las grapas y abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos.

6.4. Ejecución de los sistemas de medición del consumo. Contadores

Al ser aislado se alojará en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado anterior en cuanto a sus condiciones de ejecución. En cualquier caso, este alojamiento dispondrá de desagüe capaz para el caudal máximo contenido en este tramo de la instalación, conectado, o bien a la red general de evacuación del edificio, o bien con una red independiente que recoja todos ellos y la conecte con dicha red general.

6.5. Ejecución de los sistemas de control de la presión

6.5.1. Depósito de presión

Estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones máxima y mínima de servicio. En equipos con varias bombas de funcionamiento en cascada, se instalarán tantos presostatos como bombas se desee hacer entrar en funcionamiento. El depósito de presión cumplirá la reglamentación vigente sobre aparatos a presión y su construcción atenderá, en cualquier caso, al uso previsto. Dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e inferior o igual a la presión de timbrado del depósito. Con objeto de evitar paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes del equipo de bombeo, con el consiguiente gasto de energía, se dará un margen suficientemente amplio entre la presión máxima y la presión mínima en el interior del depósito,

6.5.2. Montaje de filtros

El filtro se instalará antes del primer llenado de la instalación y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua instalándose únicamente filtros adecuados.

Para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se instalará un filtro con una tubería en bypass. Se conectará una tubería con salida libre para la evacuación del agua del autolimpiado.

6.6 Puesta en servicio

6.6.1. Pruebas y ensayos de las instalaciones

Para la puesta en servicio se realizarán las pruebas y ensayos de las instalaciones interiores especificadas en el apartado 5.2.1.1 del HS4.

6.6.2. Pruebas particulares de las instalaciones de ACS

Para la puesta en servicio se realizarán las pruebas y ensayos de las instalaciones particulares de ACS especificadas en el apartado 5.2.1.2 del HS4.

6.7. Mantenimiento y conservación

Se realizarán las instrucciones de mantenimiento y conservación especificadas en el apartado 7 del HS4:

6.7.1. Nueva puesta en servicio

Las instalaciones de agua de consumo humano que hayan sido puestas fuera de servicio y vaciadas provisionalmente deben ser lavadas a fondo para la nueva puesta en servicio. Para ello se podrá seguir el procedimiento siguiente:

- a) para el llenado de la instalación se abrirán al principio solo un poco las llaves de cierre, empezando por la llave de cierre principal. A continuación, para evitar golpes de ariete y daños, se purgarán de aire durante un tiempo las conducciones por apertura lenta de cada una de las llaves de toma, empezando por la más alejada o la situada más alta, hasta que no salga más aire. A continuación, se abrirán totalmente las llaves de cierre y lavarán las conducciones;
- b) una vez llenadas y lavadas las conducciones y con todas las llaves de toma cerradas, se comprobará la estanqueidad de la instalación por control visual de todas las conducciones accesibles, conexiones y dispositivos de consumo.

6.7.2. Mantenimiento de las instalaciones

1. Las operaciones de mantenimiento relativas a las instalaciones de fontanería recogerán detalladamente las prescripciones contenidas para estas instalaciones en el Real Decreto 865/2003 sobre criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, y particularmente todo lo referido en su Anexo 3.
2. Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas, unidades terminales, que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.
3. Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de éstas y de sus accesorios.

7. EFICIENCIA ENERGÉTICA

7.1. Elementos de reducción de consumo energético

- Passive Shower: permite un ahorro del 40% del consumo energético, 152 € al año, 341 kg de CO₂ y 846 kWh de consumo eléctrico.
- Smart Water: el producto permite ahorrar en torno al 40,6% del consumo de agua total. Adicionalmente, se produce un ahorro en el consumo energético. El ahorro energético total puede alcanzar un valor en torno al 33.8%. Al mismo tiempo, reduce las emisiones de CO₂ hasta un 34,8%.

7.2. Comparaciones con una vivienda normal

Consumo energético para un año de agua caliente de una vivienda unifamiliar:

Fracción energética cubierta con solar térmica

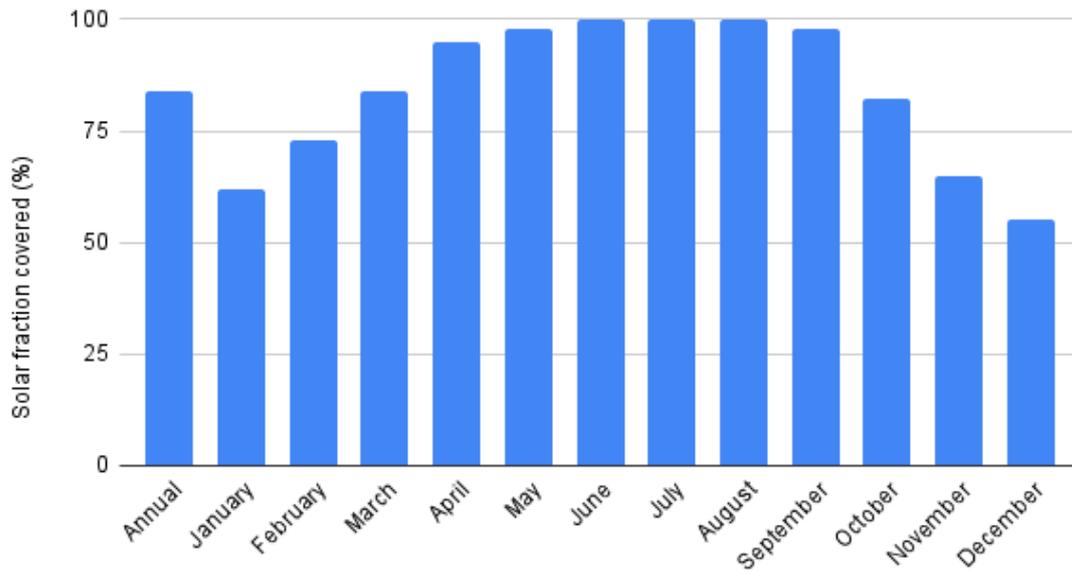


Tabla 6. Fracción energética cubierta con solar térmica

Consumo eléctrico con solar térmica

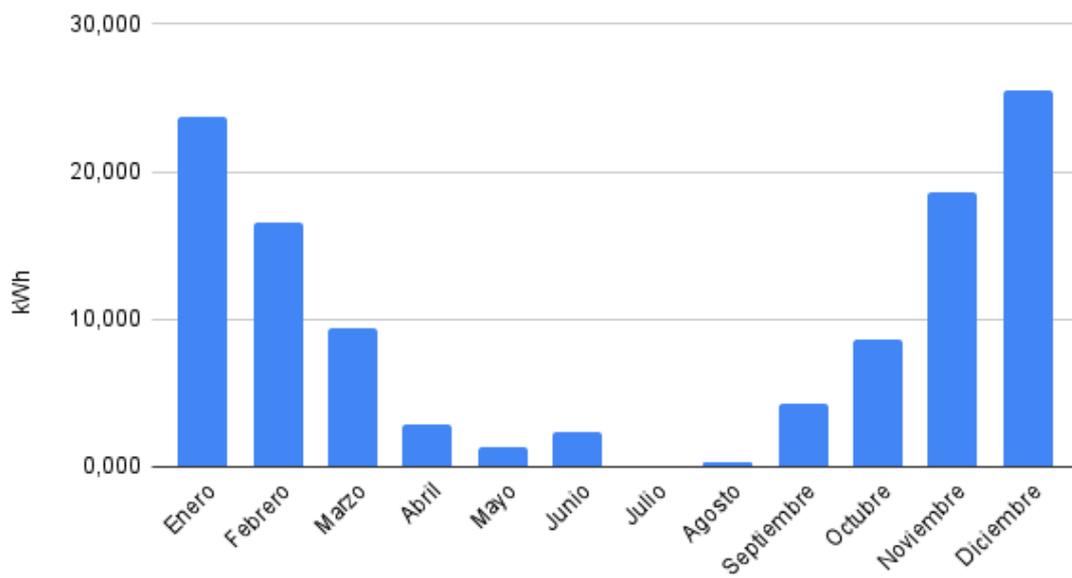


Tabla 7. Consumo eléctrico con solar térmica

Consumo de agua con los distintos elementos de reducción de consumo:

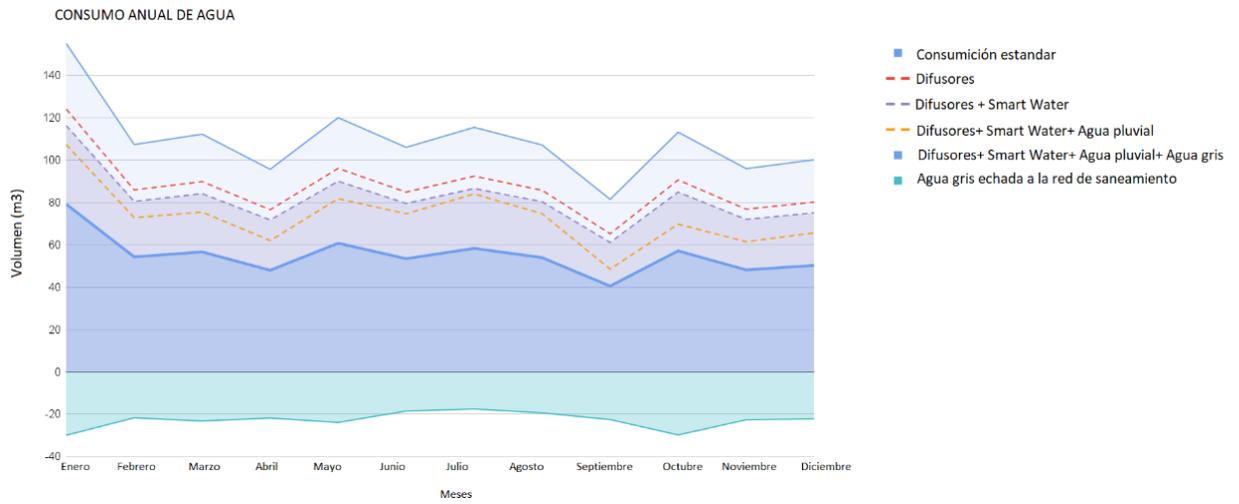


Tabla 8. Consumo anual de agua

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

8. Dimensionamiento mediante CYPECAD MEP

8.1. Generales

Para el cálculo de tanto la red de suministro de agua fría y caliente como el saneamiento de negras y grises se ha utiliza el software CYPE en particular el CYPECAD MEP. Se ha realizado un estudio de salubridad, en particular el HS4: Suministro de agua y HS5: Evacuación de aguas, para una vivienda unifamiliar en Valencia usando el Precios CAAT Valencia como emplazamiento. Se ha configurado el generador de precios con una superficie total construida de 210 m² y una superficie de la planta tipo de 95 m², una accesibilidad buena, una topografía con desniveles mínimos y con un crecimiento sostenido del mercado.

La vivienda unifamiliar tiene 1 dormitorio doble, 1 baño y como unidades de uso 2 plantas (una cubierta y una planta baja), ambas de 3 metros de altura. Como datos generales se ha establecido que verifique el cumplimiento del CTE DB-HE1 2013. Limitación de demanda energética y el CTE DB-HE0. Limitación del consumo energético. Una altitud de 13 km y una Latitud (N) de 39,47 grados preestablecida para Valencia. El tipo de terreno seleccionado ha sido la arena semidensa propias de los solares del Cabanyal y una protección contra el viento media. Se ha definido el criterio de simultaneidad en caudal para el HS4 según UNE 149201.

8.2. Procedimiento

Se ha introducido los planos de la panta de la primera planta y la cubierta realizados en AutoCAD, específicamente en la versión de 2013. Se ha definido el nivel de confort como básico.

Nivel de confort

Básico Medio Alto

Suministro de agua ?

Presión	Velocidad
Mínima para grifos comunes: 10.00 m.c.a.	Mínima: 0.50 m/s
Mínima para fluxores: 15.00 m.c.a.	Máxima en tuberías metálicas: 2.00 m/s
Mínima para calentadores: 20.00 m.c.a.	Máxima en tuberías termoplásticas y multicapa: 3.50 m/s
Máxima: 50.00 m.c.a.	

Activar el cálculo del suministro de agua potable con prestaciones de protección contra incendios

Mediante esta opción se posibilita la introducción de rociadores automáticos para uso residencial, integrando prestaciones complementarias de protección contra incendios en el sistema de suministro de agua potable para viviendas.

Evacuación de aguas ?

Nivel de llenado en bajantes

- Aguas residuales

CTE DB HS 5: "El dimensionado de las bajantes debe realizarse de forma tal que no se rebase el límite de +/-250Pa de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea mayor que 1/3 de la sección transversal de la tubería"

- Aguas pluviales

UNE-EN 12056-1: "(...) Se debe usar un nivel de llenado de 1/3, (...)"

Figura 25. Nivel de confort

Se ha introducido forjado sanitario como solera por toda la superficie de la vivienda y tabiquería en el núcleo central de la casa. Como se explica en detalles constructivos, realmente las paredes del núcleo central se diferencian con las paredes de las fachadas en la cantidad de aislante y el tipo de panel, pero lo que es la configuración es muy similar, además como en CYPE no se puede disponer recintos a ambos lados de un cerramiento de fachada, se ha definido las fachadas como tabiquería también, usándose tabique de dos hojas, con revestimiento.

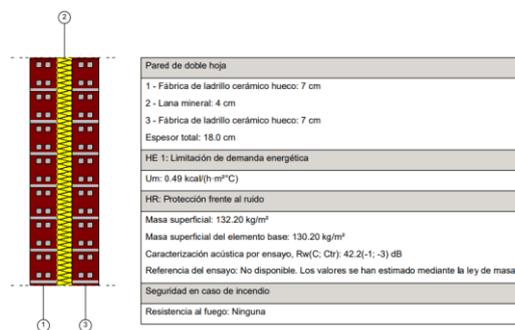


Figura 26. Cerramiento de doble hoja

En las zonas interiores se ha usado un tabique PYL 78/ 600(48) LM.

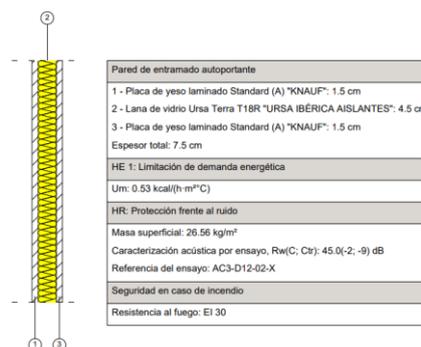


Figura 27. Tabique PYL 78/600 (48) LM

Se han definido los recintos de la cocina, el baño, sala de máquinas y la cubierta como terraza (puesto que tiene características muy similares). Una vez fijado los elementos constructivos y los recintos, se ha empezado el diseño propio hidráulico.

Parámetros para el estudio térmico	
Habitabile	
Parámetros para el estudio climático	
Climatizado	
Condiciones interiores	
Temperatura de verano:	24.00 °C
Humedad relativa de verano:	50.00 %
Temperatura de invierno:	21.00 °C
Humedad relativa de invierno:	30.00 %
Ocupación	
Superficie por persona:	33.00 m ² , Por persona
Iluminación	
Potencia instalada de iluminación por superficie:	15.48 kcal/(h·m ²)
Instalaciones	
Potencia sensible:	13.76 kcal/(h·m ²)
Potencia latente:	3.44 kcal/(h·m ²)
Ventilación	
Caudal mínimo de ventilación por superficie:	7.20 m ³ /(h·m ²)

Figura 28. Características térmicas baño

Parámetros para el estudio térmico	
Habitabile	
Parámetros para el estudio climático	
Sólo calefactado	
Condiciones interiores	
Temperatura de verano:	24.00 °C
Humedad relativa de verano:	50.00 %
Temperatura de invierno:	21.00 °C
Humedad relativa de invierno:	30.00 %
Ocupación	
Superficie por persona:	33.00 m ² , Por persona
Ventilación	
Caudal mínimo de ventilación por superficie:	2.70 m ³ /(h·m ²)
Caudal mínimo de ventilación total:	54.00 m ³ /h

Figura 29. Características térmicas cocina

Se ha colocado la acometida con tubería enterrada con unas características de 30 m.c.a, 20 litros disponibles, 10 atm de presión nominal y de PE. Seguidamente, la preinstalación del contador y la llave de abonado, luego ya todo el esquema definido en los apartados de suministro y saneamiento.

Los aparatos sanitarios utilizados han sido plato de ducha de porcelana sanitaria, modelo Malta "Roca"; lavabo con pedestal modelo Meridian "Roca"; Inodoro con tanque bajo, modelo Meridian "Roca". Luego la lavadora, fregadero y lavaplatos domésticos predeterminados.

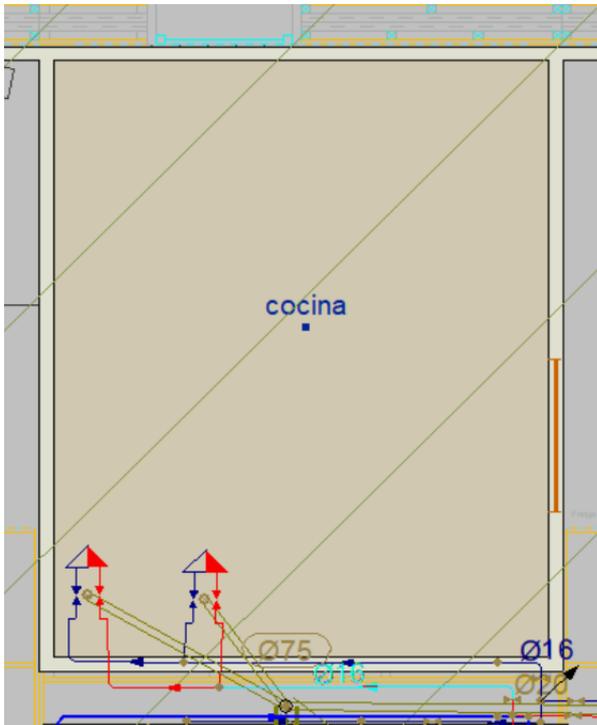


Figura 30. Esquema CYPE cocina

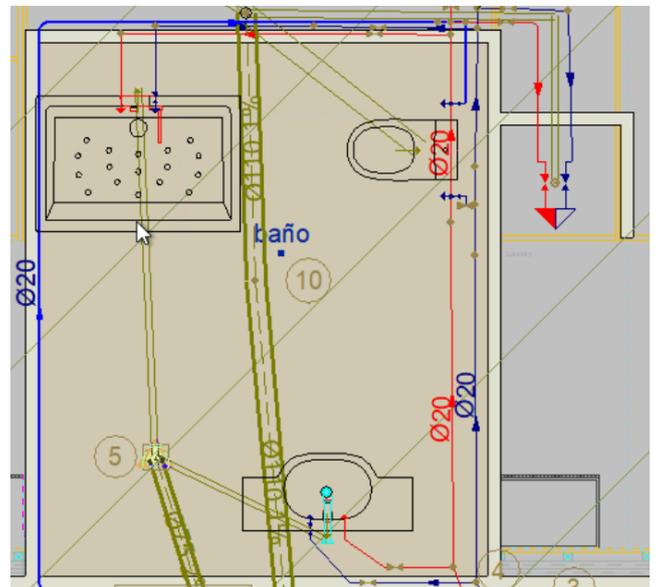


Figura 31. Esquema CYPE baño

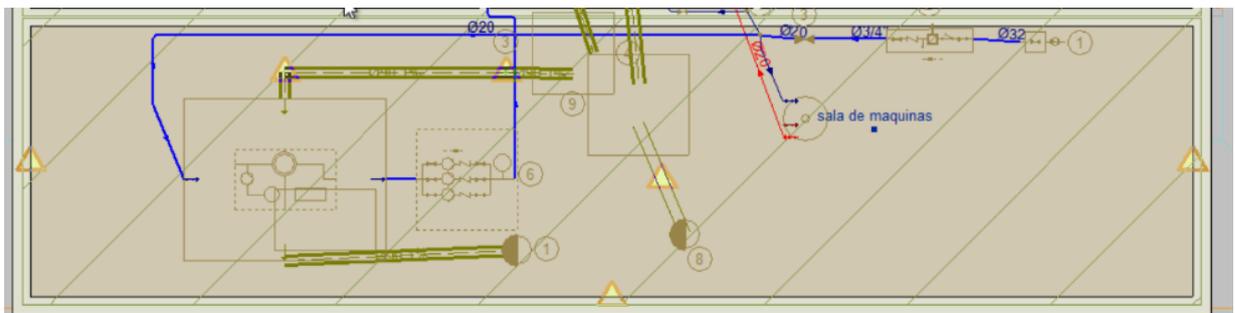


Figura 32. Esquema CYPE sala de maquinas

Las tuberías de saneamiento son de PVC, serie B según UNE-EN 1329-1. Las de saneamiento son de Polibutileno. Se ha colocado un sifón para la unión de la ducha y el lavabo ya que ninguno tiene sifón propio y dos arquetas por debajo de la sala de maquinas a cota 0 para la red de grises y la de negras. Se ha colocado dos conexiones de red general de saneamiento, una para grises y otra para negras ambas con un desnivel relativo a la cota de la planta de 1 m.

8.3. Resultados

Los resultados por tanto son:

Baño:

Tramos- Aparatos\Diámetros(mm)	Agua fría	Agua caliente
Contador-entrada baño	20	20
Entrada baño-lavabo	16	16
Entrada baño- inodoro	20	20
Inodoro- Ducha	16	16
Inodoro- Patinillo central	20	20

Tabla 9. Baño tramos suministro

Tramos- Aparatos\Diámetros(mm)	Saneamiento grises	Saneamiento negras	Pendiente (%)	Nivel de llenado (%)
Inodoro- Patinillo central	-	110	2	-
Ducha- sifón	40	-	2	-
Lavabo -sifón	32	-	2	-
Sifon-arqueta	75	-	2	43,95
Arqueta-Tratamiento de grises	90	-	1	40,10
Tratamiento de grises – red de saneamiento	90	-	1	40,10
Patinillo central- arqueta	-	110	1	48,70
Arqueta- red de saneamiento	-	110	1	

Tabla 10. Baño tramos saneamiento

Cocina:

Tramos- Aparatos\Diámetros(mm)	Agua fría	Agua caliente
Patinillo central - fregadero domestico	16	16
Patinillo central - lavavajillas domestico	16	16

Tabla 11. Cocina tramos suministro

Tramos- Aparatos\Diámetros(mm)	Saneamiento grises	Saneamiento negras	Pendiente (%)	Nivel de llenado (%)
Fregadero domestico - patinillo central	-	110	2	-
Lavavajillas domestico- patinillo central	40	-	2	-
Patinillo central- Arqueta	32	-	2	-
Arqueta- Red de saneamiento	75	-	2	43,95

Tabla 12. Cocina tramos saneamiento

9. Dimensionamiento de grupos de presión**9.1. Parámetros para definir**

Se va a realizar el diseño y cálculo de grupos de presión bajo la Norma UNE 149202.

Para la elección del equipo de bombeo, se debe definir los siguientes parámetros:

- Presión de consigna (P_b)
- Caudal de las bombas (Q_m)

Presión de consigna (P_b):

Debe ser, por lógica, mayor o igual a la presión necesaria para atender el suministro más desfavorable (P_s). Con carácter general elegiremos la presión de suministro (P_s) como presión de consigna (P_b)

$$P_b = P_s = H_a + H_g + P_c + P_r$$

Ecuación 1. Presión de consigna

Siendo:

P_b : Presión de consigna (bar)

P_s : Presión de suministro, para el suministro más desfavorable (bar)

H_a : Altura geométrica de aspiración de las bombas (bar)

H_g : Altura geométrica de impulsión de las bombas (bar)

P_c : Pérdida de carga en el recorrido de la tubería (bar)

P_r : Presión residual, necesaria en el grifo (1,50 bar en calderas instantáneas, calentadores y fluxores, 1,00 bar en el resto de los grifos)

9.2. Bomba de depósito de grises tratadas y pluviales filtradas

$H_a = 0,50$ m; $H_g = 0,55$ m; $P_r = 1$ bar

Cálculo de pérdida de carga en el recorrido de la tubería

Utilizando la ecuación de Darcy-Weisbach para la pérdida de carga en las tuberías, la de Colebrook-White para el factor de fricción y para la pérdida de carga en singularidades la ecuación con el factor K. La bomba de grises impulsa agua a 4 suministros: el inodoro, dos grifos en el patio para riego y al depósito del Life Cersuds para los hidropónicos. Elegimos el depósito del Life Cersuds como el más desfavorable, puesto que es el que está más alejado y tiene más elementos singulares.

Factor K

$$h = K * \frac{v^2}{d * g}$$

Ecuación 2. Factor K

Darcy-Weisbach

$$h = 0,0826 * f * \frac{Q^2}{D^5} * L$$

Ecuación 3. Darcy- Weisbach

Colebrook-White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 * \log\left(\frac{\varepsilon_r}{3,71 * D}\right) + \left(\frac{2,51}{Re * \sqrt{f}}\right)$$

Ecuación 4. Colebrook-White

Tramo	Qc (l/s)	dint (mm)	DN (mm)	V (m/s)	ε um	ε_r (-)	Material
A-B	0,55	15	20	3,112	0,0025	0,166	PB
B-C	0,4	15	20	2,263	0,0025	0,166	PB
C-D	0,3	15	20	1,697	0,0025	0,166	PB
D-E	0,15	15	20	0,848	0,0025	0,166	PB

Tabla 13. Tramos bomba grises tratadas

Tramo	L real (m)	Codos ud	Valvula ud	Re (-)	f (-)	hf (mca)	hk(codos) (mca)	hk(válvulas) (mca)
A-B	1,61	1	0	42441,318	0,02485	1,316	0,027	0
B-C	0,28	1	0	30866,413	0,02485	0,121	0,014	0
C-D	5,23	1	0	23149,809	0,02485	1,272	0,008	0
D-E	10,77	1	1	11574,904	0,02484	0,654	0,002	0,734

Tabla 14. Pérdidas de carga bomba grises tratadas

$$ht = hf + hk(\text{codos}) + hk(\text{válvulas}) = 4,151.$$

Ecuación 5. Pérdida de carga total

Presión relativa del aparato:

Pr = 10,19 mca.

Presión de consigna: Ps = 10,19 + 4,151 = 14,341 mca.

Caudal de las bombas = Qt/2 = 0,55/2 = 0.275 l/s.

9.3. Bomba de achique de Life Cersuds

Este es el grupo de presión de los hidropónicos. “No hay estipulados unos caudales oficiales para cada caso, pero es recomendado utilizar un caudal de 1 a 2 litros por minuto [1]”.

Hg=3 m;

Al ser el caudal bastante pequeño se desprecian las pérdidas de carga y al no estar conectado a ningún aparato se elimina la presión residual. Por lo que para un caudal de 2l /min y una altura de 3m se ha elegido XCSOURCE JT500 (600 L/H)

9.4. Bomba de achique en arqueta de grises y pluviales

El caudal de de lluvia de Alemania nos lo otorga la competición:

- > values for a rain duration of 5 minutes in Wuppertal:
 - dimensioning: $r(5,5) = 352 \text{ l/s*ha}$
 - emergency dewatering: $r(5,100) = 684 \text{ l/s*ha}$

Figura 33. Caudal de lluvia en Wuppertal

La competición nos indica que usemos emergency dewatering como dato puesto que es el más desfavorable, nos lo dan en litros por segundo por hectáreas por lo que para pasarlo a l/s a que multiplicarlo por la superficie de la cubierta en hectáreas.

Tenemos que para una superficie de 55 m² y siendo 1 m² igual a 0,0001 hectáreas, el caudal es 3,72 l/s.

El caudal proveniente del lavabo y la ducha según CYPE es de 1,41 l/s. Ambos tienen que superar una altura de 2 mca. Las pérdidas de cargas son despreciables debido al diámetro de la tubería, produciendo perdidas menores de 0,01 mca. Por lo que la altura que tiene que tener la bomba es puramente la geométrica para ambos casos se ha elegido la VONROC 6500 l/h

10. Dimensionamiento solar térmica

10.1. Demanda ACS

En la competición se van a realizar diferentes pruebas para valorar la eficiencia energética y comprobar el correcto funcionamiento. Son: una prueba de lavado de ropa en la lavadora a 40 °C durante 225 min que se traducen en 40 litros, una prueba de lavavajillas a 50 °C durante

225 min, 8,5 litros y 3 duchas calientes de al menos 50 litros en un día que son 150 litros. En total 199, 5 litros.

10.2. Cálculo vaso expansión

Cálculo realizado siguiendo instrucciones de la empresa VIESSMANN.

Vaso de expansión

Para la estructura, el modo de operación y los datos técnicos del depósito de expansión, consultar el capítulo "Accesorios de instalación".

Tras determinar el alcance del vapor y tomar en consideración los disipadores de calor que posiblemente se utilicen, se puede calcular el depósito de expansión.

El volumen necesario depende de los siguientes factores:

- Expansión del medio portador de calor en estado líquido
- Líquido disponible
- Volumen de vapor previsible teniendo en cuenta la altura estática de la instalación
- Presión inicial:

$$V_{\text{mag}} = (V_{\text{kol}} + V_{\text{drohr}} + V_e + V_{\text{fv}}) \cdot Df$$

V_{mag}	Volumen nominal del depósito de expansión en l
V_{kol}	Volumen del fluido de los colectores en l Para instalaciones con Vitosol-FM/300-TM el valor es = 0
V_{drohr}	Contenido en l de las tuberías que reciben vapor (calculado a partir del alcance del vapor y del contenido de la tubería por cada m de longitud de tubería) Para instalaciones con Vitosol-FM/300-TM el valor es = 0

V_e	Aumento del volumen del medio portador de calor en estado líquido en l $V_e = V_a \cdot \beta$ V_a Volumen de la instalación (contenido de los colectores, del intercambiador de calor y de las tuberías) β Coeficiente de expansión $\beta = 0,1$ a $0,13$ para medio portador de calor de Viessmann
V_{fv}	Líquido disponible en el depósito de expansión en l (4 % del volumen de la instalación, mín. 3 l)
Df	Factor de presión $(p_e + 1) : (p_e - p_o)$ p_e Presión máxima de la instalación en la válvula de seguridad en bar (90 % de la presión de reacción de la válvula de seguridad) p_o Presión inicial de la instalación – Vitosol 200-TM/Vitosol F: $p_o = 1 \text{ bar} + 0,1 \text{ bar/m de altura manométrica}$ – Vitosol-FM/Vitosol 300-TM: $p_o = 3 \text{ bar} + 0,1 \text{ bar/m altura manométrica}$

Figura 34. Vaso de expansión

$$V_{\text{kol}} = 0.$$

$$V_{\text{drohr}} = 0.$$

Volumen intercambiador de calor (serpentín del sistema solar presurizado del Daikin Altherma EKHWP-PB300) = 4,20 litros.

$$V_{\text{tub}} = \pi * 0,0062 * 1000 * 35 = 4 \text{ litros}$$

Ecuación 6. Volumen tuberías

$$V_a = V_{\text{col}} + V_{\text{int. cal.}} + V_{\text{tub}} = 8,2 \text{ litros}$$

Ecuación 7. Volumen instalación

$$\beta = 0,13.$$

$$V_e = V_a * \beta = 1,066 \text{ litros}$$

Ecuación 8. Aumento de volumen del medio portador de calor en estado líquido

$V_{fv} = 3$ litros. Ya que el 4% del volumen total es < 3 litros.

$$D_f: (p_e+1):p_e-p_0=6+13-5*0,1=2,8$$

Ecuación 9. Factor de presión

VOLUMEN VASO EXPANSIÓN:

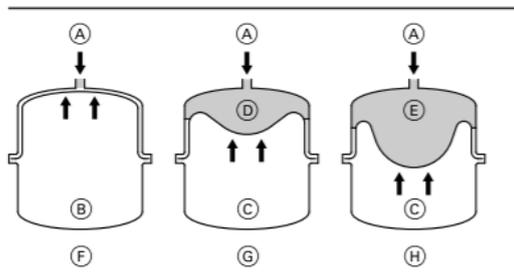
$$V_{mag} = (V_e + V_{fv}) * D_f = 1,066 + 3 * 2,8 = 11,385 \text{ litros}$$

Ecuación 10. Volumen nominal del depósito en expansión

Vasos expansión VIESSMANN:

Depósito de expansión solar

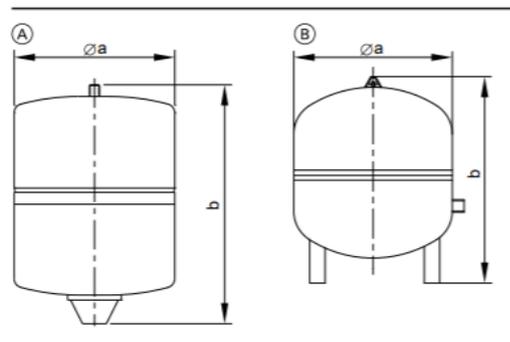
Estructura y funcionamiento
Con válvula de cierre y fijación



- (A) Medio portador de calor
- (B) Carga de nitrógeno
- (C) Capa de nitrógeno
- (D) Reserva de seguridad mín. 3 l
- (E) Reserva de seguridad
- (F) Estado de suministro (presión inicial de 4,5 bar, 0,45 MPa)
- (G) Instalación de energía solar llenada sin influencia térmica
- (H) A la presión máxima con la temperatura máxima del medio portador de calor

El depósito de expansión solar es un depósito cerrado cuya cámara de gas (carga de nitrógeno) está separada de la cámara de líquidos (medio portador de calor) por una membrana, y cuya presión inicial depende de la altura de la instalación.

Datos técnicos



Depósito de expansión	N.º de pedido	Capacidad l	Presión inicial: bar (MPa)	Ø a		Conexión	Peso kg
				mm	mm		
(A)	7248241	18	4,5 (0,45)	280	370	R ¾	7,5
	7248242	25	4,5 (0,45)	280	490	R ¾	9,1
	7248243	40	4,5 (0,45)	354	520	R ¾	9,9
(B)	7248244	50	4,5 (0,45)	409	505	R 1	12,3
	7248245	80	4,5 (0,45)	480	566	R 1	18,4

Figura 35. Depósito de expansión

Elegimos el de 12 litros.

En cuanto al volumen del depósito de seguridad. Que es igual a V_a , que es el volumen total de líquido en el circuito. Por tanto 8,2 litros.

10.3. Placas solares

Para el cálculo y diseño de las placas solares se ha utilizado el software POLYSUN.

Se han comparado dos placas de la misma marca, Viessman. La VITOSOL 300 – TM Y la VITOSOL 200 - TM. Además, se ha hecho la simulación con 2 y 3 placas para una demanda calculada para la competición de 200 litros a 50º, un total de 3387 kWh de necesidad energética y con una inclinación distinta en la parte interior de los tubos de vacío para cada modelo (15º en los 200-TM y 25º en los 300-TM).

Se ha introducido la ubicación de la instalación:

Alemania

Wupertal

Longitud: 7, 17º

Latitud: 51, 25 º

Altitud: 238 m

Datos meteorológicos:

Temperatura exterior media: 10,1 º C

Radiación global, suma anual: 1048 kWh/m²

Radiación difusa, suma anual: 559 kWh/m²

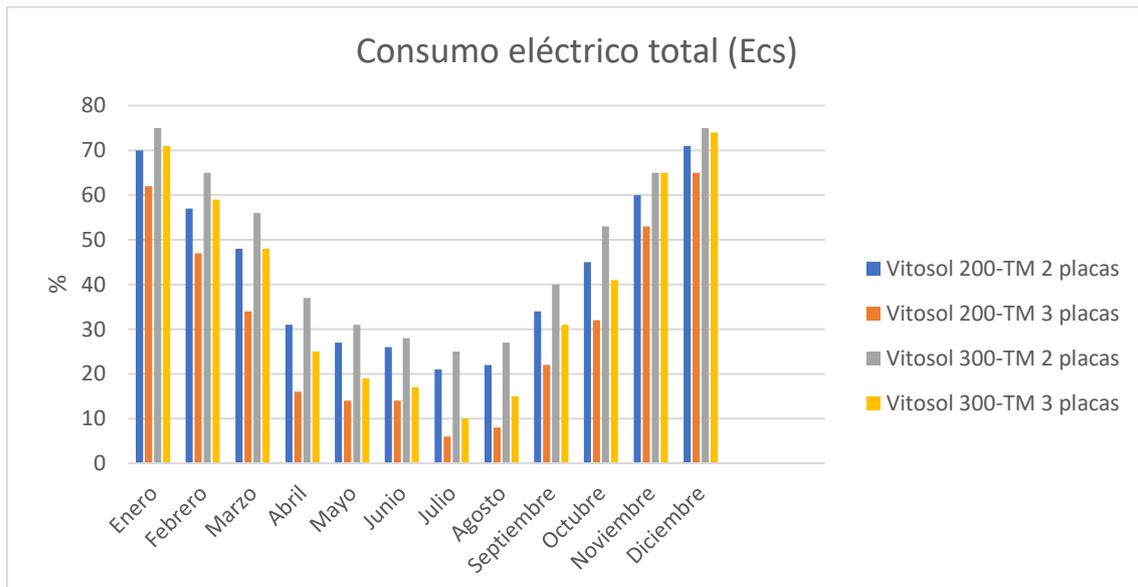


Tabla 15. Consumo eléctrico total (Ecs)

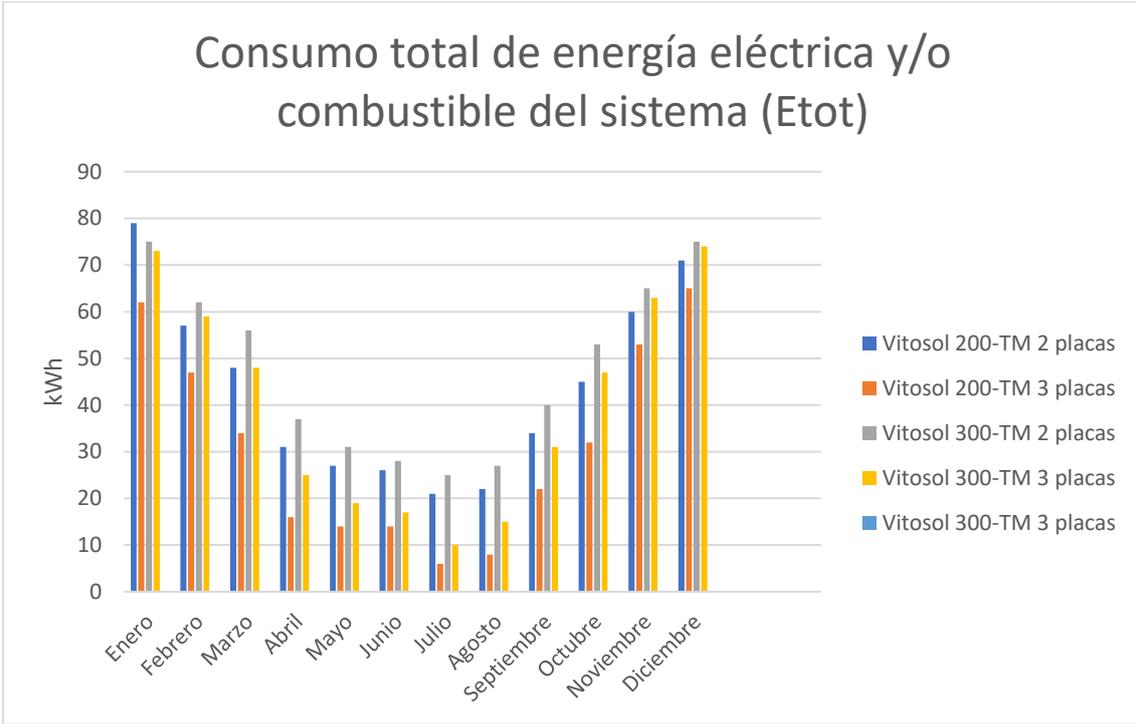


Tabla 16. Consumo total de energía eléctrica y/o combustible del sistema (Etot)

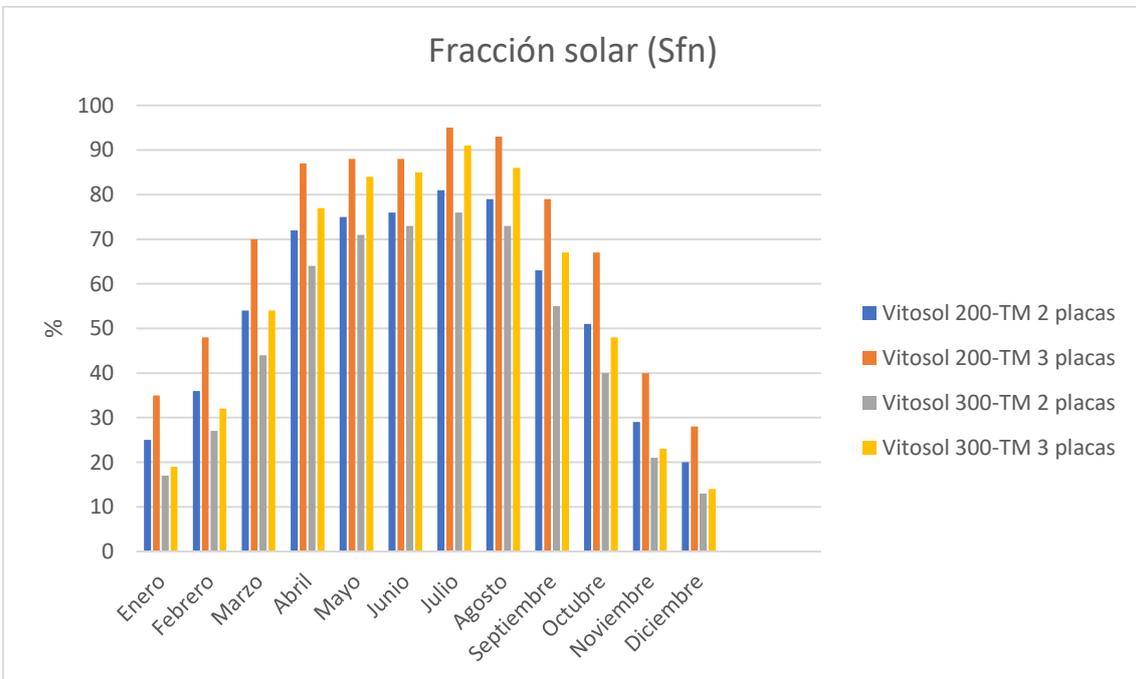


Tabla 17. Fracción solar (Sfn)

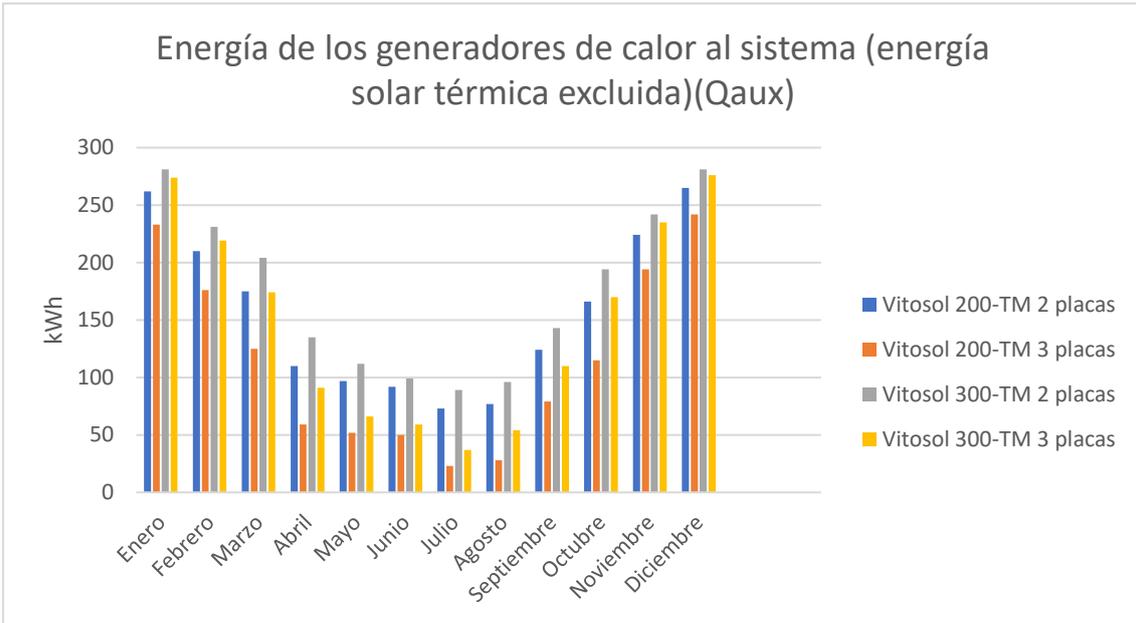


Tabla 18. Energía de los generadores de calor al sistema (Qaux)

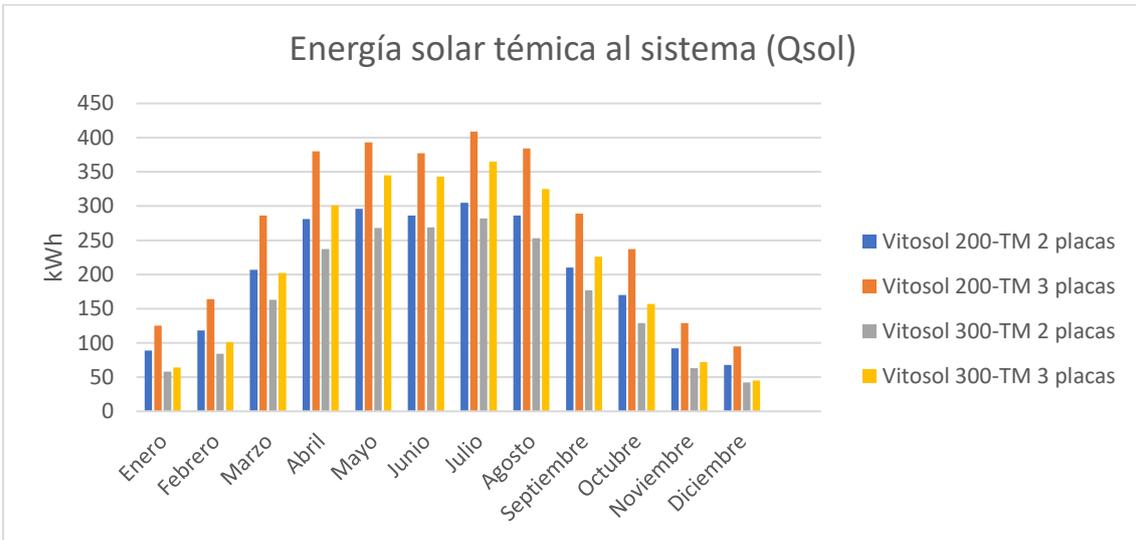


Tabla 19. Energía solar térmica al sistema (Qsol)

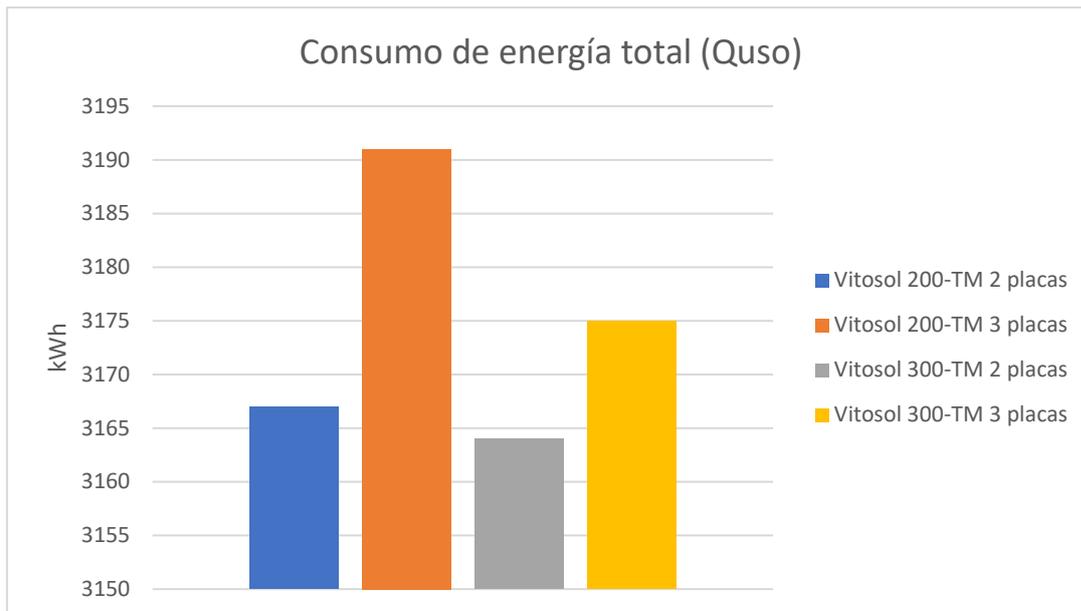


Tabla 20. Consumo de energía total (Quso)

A pesar de que el modelo Vitosol 200 -TM con 3 placas de los mejores resultados en la simulación como se puede observar en los gráficos, se ha escogido el modelo Vitosol 300 – TM con 3 placas. Ya que la energía de uso es menor por tan solo 20 kwh y es el único equipo del mercado que incluye de serie el sistema ThermProtect, un sistema desarrollado y patentado por la empresa Viessmann que activa automáticamente la transferencia de calor en casos de una muy elevada radiación solar durante largos períodos de tiempo. De esta manera el equipo evita por sí solo el sobrecalentamiento y la formación de vapor sin necesidad de elementos adicionales, diferenciándose de los colectores solares convencionales.

11. Dimensionamiento de la red de evacuación de pluviales

Como el edificio se va a diseñar par Alemania utilizamos como dato de diseño la intensidad pluviométrica otorgada por la competición (Figura 46. Caudal de lluvia de Alemania).

Utilizamos como dato emergency dewatering, nos lo dan en $\frac{l}{hectaria*s}$ donde una hectaria

son $10000 m^2$ y $1 \frac{l}{ha*s}$ son $0,000001 \frac{m}{s}$ que son $8,64 \frac{mm}{día}$ por lo tanto $684 \frac{l}{ha*s}$ son $5909,76 \frac{mm}{día}$ o lo que es lo mismo $246,24 \frac{mm}{h}$. Siguiendo ahora con el procedimiento del código

técnico:

Según la tabla 4.6 del CTE DB HS5:

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

Figura 36. Tabla 4.6 del CTE DB HS5:

Al ser la cubierta menor de 100 m^2 el número de sumideros necesario es de 2.

Se ha dividido por la mitad la cubierta. Teniendo en ambas zonas inclinación hacia el centro de la superficie. En el centro de las dos zonas, se han colocado dos canalones en los extremos de estos están los sumideros conectados a dos bajantes en el patinillo. La de la izquierda hace de principal y la derecha se une a ella con una conexión en T. Sobrepasa el forjado de la primera planta y se conecta con un colector horizontal hasta llegar a la arqueta. Con la intensidad pluviométrica y según las tablas 4,7; 4,8 y 4,7, tenemos que:

Las medidas totales de la cubierta son $10 \text{ m} \times 5,5 \text{ m}$ con una inclinación de 2%.

Por lo que tenemos que:

$$f = 246,24/100 = 2,462$$

Ecuación 11. Factor isoyeta

$$S_c = f * S$$

Ecuación 12. Superficie de cubierta en proyección horizontal

$$S_c = 2,462 * 55 = 135,4532 \text{ m}^2$$

Canalones

Para una superficie de 136 m^2 , los dos canalones con una inclinación de 2 % deben ser de 150 mm.

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m^2)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Figura 37. Tabla 4.7 del CTE DB HS5

Canalón	Diámetro nominal (mm)	Material
C1	150	PVC
C2	150	PVC

Tabla 21. Diámetros canalones

Bajantes

La bajante principal la calculamos para toda la cubierta. Para una superficie de 136 mirando en la tabla el valor más cercano superior es $\rightarrow 177 m^2$ dando una bajante de un diámetro de 75 mm. Y para la bajante individual la calculamos para la mitad de la cubierta:

$$Sc = Sc = 2,462 * \frac{55}{2} = 67,705 m^2 \rightarrow 113 m^2$$

Una bajante de 63 mm.

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Figura 38. Tabla 4.8 del CTE DB HS5

Bajante	Diámetro nominal (mm)	Material
B1	63	PVC
B2	75	PVC

Tabla 22. Diámetros bajantes

Colector horizontal

Para el cálculo del colector horizontal conectado a la bajante tenemos que para $Sc=135 m^2$ al 2 % un diámetro nominal de 90 mm

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Figura 39. Tabla 4.9 del CTE DB HS5

Colector	Diámetro nominal (mm)	Material
CH1	90	PVC

Tabla 23. Diámetros colectores

PRESUPUESTO

Ud	Resumen	Cantidad	Parcial (€)	Total (€)
Ud	Red de saneamiento horizontal		324,77	324,77
Ud	Colector	13,245	24,52	324,77
	Colector de red horizontal de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m ² , de 160 mm de diámetro exterior, con junta elástica, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios, registros, uniones, piezas especiales y lubricante para montaje.			
Ud	Instalaciones		857,33	857,33
Ud	Fontanería		629,64	629,64
Ud	Preinstalación	1	120,46	120,46
	Preinstalación de contador general de agua de 1 1/4" DN 32 mm, colocado en hornacina, con llave de corte general de compuerta.			
Ud	Tubería 16	36,12	3,29	118,83
	Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 16 mm de diámetro exterior, PN=6 atm.			
Ud	Tubería 20	44,805	4,28	191,77
	Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 20 mm de			

	diámetro exterior, PN=6 atm.			
Ud	Válvula (llave de local húmedo)	12	14,27	171,24
	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4".			
Ud	Válvula de corte	2	13,67	27,34
	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4".			
Ud	Evacuación de Aguas		227,69	227,69
Ud	Bajante	11,34	4,77	54,09
	Bajante interior de la red de evacuación de aguas residuales, formada por tubo de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro y 3 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.			
Ud	Sombrerete de ventilación	1	21,04	21,04
	Sombrerete de ventilación de PVC, de 75 mm de diámetro, para tubería de ventilación, conectado al extremo superior de la bajante con unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC.			
Ud	Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.	4,410	3,84	16,93
Ud	Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 40 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.	9,585	4,11	39,39
Ud	Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.	3,848	5,71	21,97
Ud	Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada	1,8	8,63	15,53

	con adhesivo.			
Ud	Bote sifónico de PVC, de 110 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo el forjado.	2	29,36	58,72
Ud	Aislamientos e Impermeabilización		356,10	356,10
Ud	Aislamiento 16 9,5	7,17	6,52	46,75
	Aislamiento térmico del tramo que conecta la tubería general con la unidad terminal, de menos de 5 m de longitud en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 16,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.			
Ud	Aislamiento 23 10	1,52	7,78	11,83
	Aislamiento térmico del tramo que conecta la tubería general con la unidad terminal, de menos de 5 m de longitud en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 23,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.			
Ud	Aislamiento 19 25	2,3255	22,55	52,44
	Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro			

	interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.			
Ud	Aislamiento 23 25	9,975	24,57	245,09
	Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.			
Ud	Señalización y equipamiento		1813,33	1813,33
Ud	Lavabo	1	690,64	690,64
	Lavabo mural, de porcelana sanitaria, modelo Meridian "ROCA", color Blanco, de 1000x460 mm, con juego de fijación, con pedestal de lavabo, equipado con grifería monomando de repisa para lavabo, con cartucho cerámico y limitador de caudal a 6 l/min, acabado cromado, modelo Thesis, y desagüe, acabado cromado. Incluso juego de fijación y silicona para sellado de juntas.			
Ud	Taza de inodoro	1	422,69	422,69
	Taza de inodoro de tanque bajo, de porcelana sanitaria, modelo Meridian "ROCA", color Blanco, de 370x645x790 mm, con cisterna de inodoro, de doble descarga, de 360x140x355 mm, asiento y tapa de inodoro, de caída amortiguada. Incluso llave de regulación, enlace de alimentación flexible y silicona para sellado de juntas.			
Ud	Fregadero	1	700	700
	Fregadero modelo Meridian "ROCA", color Blanco, de 1000x460 mm, con juego de fijación, con pedestal de lavabo, equipado con grifería			

	monomando de repisa para lavabo, con cartucho cerámico y limitador de caudal a 6 l/min, acabado cromado, modelo Thesis, y desagüe, acabado cromado. Incluso juego de fijación y silicona para sellado de juntas.			
Ud	Depósitos		197,48	197,48
Ud	Depósito Grises	1	156,157	156,157
	Depósito de grises tratadas y pluviales de polietileno 300 litros 42x40x210 cm beige. Base pequeña y gran altura para ahorrar espacio. Conexión de entrada DN50. Rosca de 3/4" para conectar un grifo. Incluye grifo de plástico. Peso en vacío 13 Kg.			
Ud	Arqueta	2	41,322	82,644
	Arqueta de PVC 500 X 500 mm			
Ud	Bombas		619,83	619,83
Ud	Bomba sumergible	4	82,6446281	330,5785124
	VOLROC Bomba sumergible para aguas claras TWP 4005 E.Capacidad máx.: 6000 l / h Tamaño de partículas: 5 mm.Altura de elevación máx.: 7,5 m.Profundidad de trabajo mínima: 80 mm. Nivel del punto de encendido: 420 mm.Nivel del punto de apagado: 180 mm			
Ud	Bomba agua fría	2	123,9669421	247,9338842
	Bomba agua fria grundfos CR 3-5-A-A-A-E-HQQE.Velocidad no 3 Caudal calculado real 1,471 m ³ / h Altura resultante de la bomba 20 m Cabeza max 100 dm TF clase 110			
Ud	Válvula presión reductora	1	41,32231405	41,32231405
	DN20 Valvula presion reductora cromado regulador presion agua 3/4 pulgada con manometro indicador			

	presion agua			
Ud	Tratamiento de grises		944,63	944,63
Ud	Tratamiento de grises	1	944,63	944,63
	Tratamiento. Depuradora de 50 litros fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio (P.R.F.V.) Filtro Entrada de aguas grises Ø 32 Rebosadero Ø 32.Válvula Equipo de bombeo NENUFAR 30M / PRESSCONTROL 0,5 CV II 230 V. Portes			
Ud	Ducha		632,00	632,00
Ud	Ducha	1	632,00	632,00
	Passive shower Cerian			
Ud	Riego y Grifos		270,00	270,00
Ud	Sistema Riego	1	50,00	50,00
	Sistema basico riego por goteo CON PROGRAMADOR CLABER. Material: Plástico y polietileno. Cobertura: 20-40 macetas. Color: Negro y naranja. Presión máxima de funcionamiento: 2 bares. Presión mínima de funcionamiento: 1 bar. Tipo de riego: De goteo. Incluido: 35 goteros ajustables de 0-40 L/h			
Ud	Grifo Jardín	1	200,00	200,00
	Aqua Control G6354 Grifo de Jardín Premium de Doble Salida 1/2" - 3/4"			
Ud	Manguera	1	20,00	20,00
	Manguera Riego 50mt-15mm 3c Natuur Ama Agric. Trenz Nt99666			
Ud	Smart Water		790,00	790,00
Ud	Smart Water	1	790,00	790,00
	Smart Water Dispositivo de control de consumo de agua. Funcionamiento con 4 pilas, deposito de 24l.			

Total Partidas			6805,47
----------------	--	--	----------------

ud	SOLAR TÉRMICA	1	6.632,60	6.632,60	
ud	Panel tubos vacío (a confirmar num)	3	1169	3.507,00	
	<p>Colectores de tubo de vacío marca Viessmann modelo 300-TM. 10 tubos de vacío por panel. 1,25 m2. Colector de tubos de vacío según el principio Heatpipe altamente eficaz con autolimitación de temperatura ThermProtect para una gran seguridad de funcionamiento. se puede montar en cualquier posición, tanto vertical como horizontal, en cubiertas, en fachadas o sobre una estructura de apoyo.</p> <p>Orientación óptima de los tubos de vacío giratorios hacia el sol para aprovechar al máximo la energía.</p>				
ud	Bomba recirculación	2	199	398,00	
	<p>Circulador electrónico de rotor húmedo diseñado para recirculación de agua en sistemas de calefacción y refrigeración en instalaciones domésticas y residenciales. Diámetro bocas 1" 1/2.</p>				
ud	Bomba llenado	1	506	506,00	
	<p>Sistema de presurización automático compacto DAB para el suministro hidráulico en viviendas unifamiliares</p> <p>Constituido por una bomba multicelular autoaspirante, variador de velocidad inverter, sensores de presión y flujo y display LCD orientable de alta resolución. Se puede instalar tanto horizontal como vertical.</p>				
ud	Vaso expansión	1	76	76,00	

	Vaso expansión de 12 litros. Vasos de expansión de membrana para sistemas de calefacción y climatización. Material: Acero Conexión de agua en acero cincado (R 3/4") Válvula de hinchado Gas precarga: Aire				
ud	Depósito seguridad (vaciado)	1	300	300,00	
	8,2 litros necesarios.				
ud	Tubería de acero inoxidable Dint 12mm (20 m)	2	922,8	1.845,60	
	20 metros de tubería de acero inoxidable con aislante de lana de vidrio. Diámetro interior 12 mm. Diámetro exterior 55 mm (incluyendo el aislante)				

CAPÍTULO	PARTIDA	PRECIO
1	Red de saneamiento horizontal	324,77 €
2	Instalaciones	857,33 €
3	Aislamientos e impermeabilizaciones	356,10 €
4	Señalización y equipamiento	1.813,33 €
5	Depósitos	197,48 €
6	Bombas	619,83 €
7	Tratamiento grises	944,63 €
8	Ducha	632,00 €
9	Riego y grifos	270,00 €
10	Smart Water	790,00 €
11	Solar térmica	6632,60 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		13.438,07 €

PRESUPUESTO TOTAL

DESCRIPCIÓN	IMPORTE
Presupuesto de ejecución material (PEM)	13.438,07 €
14% de gastos generales	1881,3298 €
6% de beneficio industrial	806,28425 €
SUMA	16.125,68 €
21% IVA	3.386.3936 €
Presupuesto de ejecución de contrata (PEC)	19.512,08 €

Asciende el Presupuesto de Ejecución por contrata (PEC) a la expresada cantidad de **DIEZINUEVE MIL QUIENTOS DOCE EUROS CON OCHO CÉNTIMOS.**

BIBLIOGRAFÍA

[1] Codigo técnico, salubridad HS DBHS:

<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DBHS.pdf>

[2] Ingenieros industriales, cálculo de instalaciones: <https://www.ingenierosindustriales.com/>

[3] [1]. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca Argentina. ABC DE LA HIDROPONIA. Ing.Agr. José LUIS Castañares

[4] Máquinas hidráulicas. Libro de López Patiño, Gonzalo | Martínez Solano, Francisco Javier | Universidad Politécnica de Valencia Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente

[5] Curso de estaciones de bombeo en hidráulica urbana. Libro de Pérez García, Rafael | López Patiño, Gonzalo | Martínez Solano, Francisco Javier | López Jiménez, Petra Amparo

[6] Apuntes de la Asignatura en PoliformaT de Máquinas hidráulicas (Transparencias, Problemas Resueltos y Ejercicios de Autoevaluación). F. Javier Martínez Solano

[7] Apuntes de Mecánica de Fluidos (apuntes de la asignatura). Arregui F., Cabrera Rochera E., Cobacho R., Gomez E., Soriano J.

[8] Ciencia y tecnología del medio ambiente. Libro de Mendoza Roca, José Antonio | Palomares Gimeno, Antonio Eduardo | Montañés Sanjuan, María Teresa

[9] Solar Decathlon eu: <https://solardecathlon.eu/>

[10] Azalea UPV 2012: <https://www.azaleaupv.com/es/index>

[11] Instalaciones cype, centro de ayuda: <http://instalaciones.cype.es/>

[12] Viessman, catálogo: <https://www.viessmann.es/>

[13] Velasolaris productos: <https://www.velasolaris.com/?lang=en>

[14] Vonroc catálogo bombas sumergibles

https://vonroc.es/?gclid=Cj0KCQjwsZKJBhCOARIsAJ96n3X6RvF0jczQbBNQk6CXSn_zg8ZYSxSRoA1enDvqThSYNqotViiN1noaAjB7EALw_wcB

[15] LifeCer suds: <http://www.lifecersuds.eu/>

[16] Daikin, catálogo :

https://www.daikin.es/es_es/index.html?gclid=Cj0KCQjwsZKJBhCOARIsAJ96n3UPWJ2XYdUeFF-nkGJMhiozDkUYzy1qzUNAHU7t7oQ2UxKhumWYTjUaAnOGEALw_wcB

[17] Passive shower, cerian producto eficiente energéticamente

<https://passiveshower.com/en/home/>

[18] Ecoagua, sistema de tratamiento de grises:

<http://www.ecoagua.com/>

[19]]Habitatge guía verde: <https://habitatge.gva.es/es/web/guia-verda>

[20] Sunier Duval: <https://www.saunierduval.es/para-el-profesional/productos/hep2o-6217.html>

PLANOS

Plano 1. Planta saneamiento grises

Plano 2. Suministro

Plano 3. Planta saneamiento negras

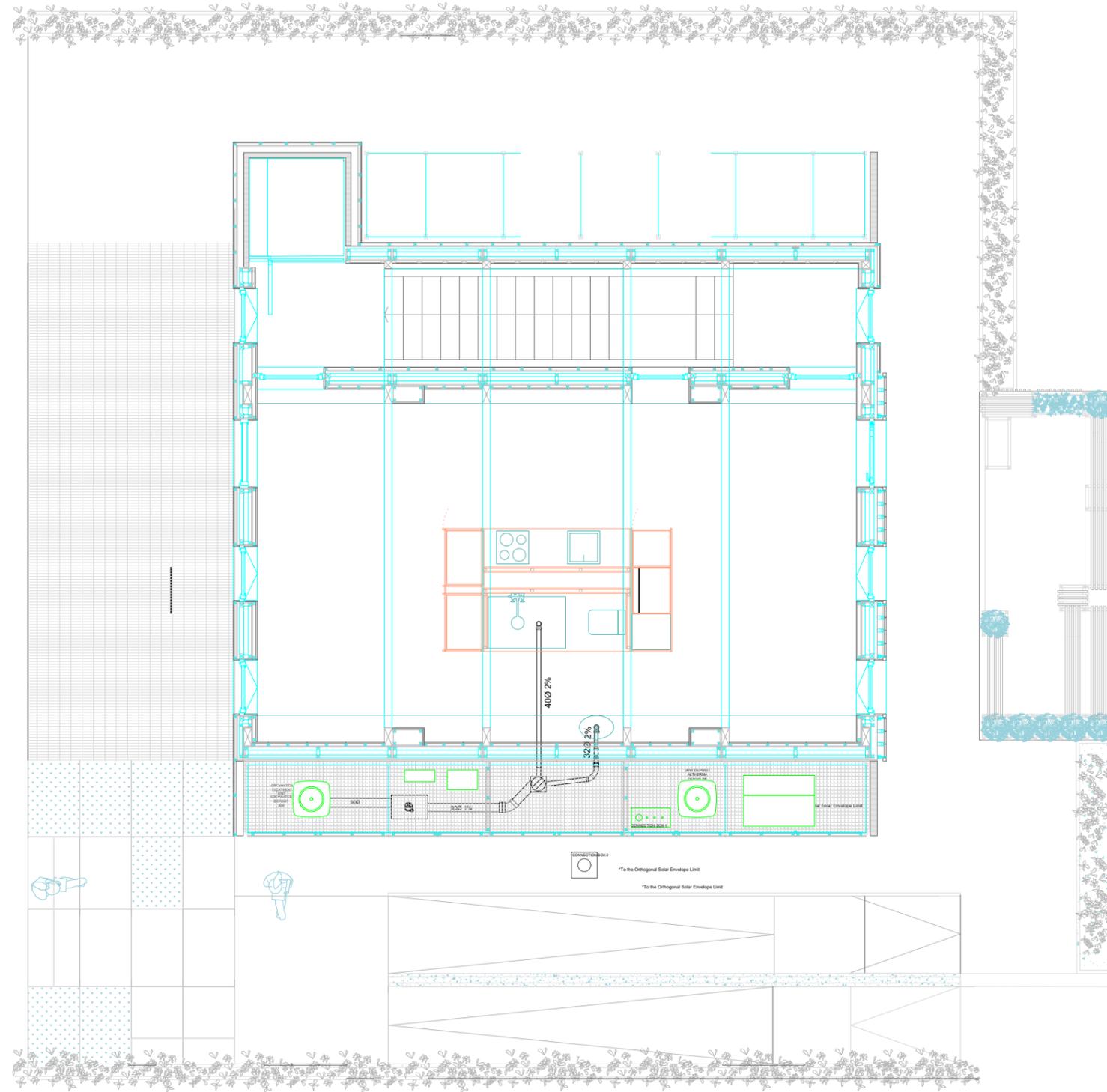
Plano 4. Esquema instalación

Plano 5. Alzado pluviales

Plano 6. Planta cubierta pluviales

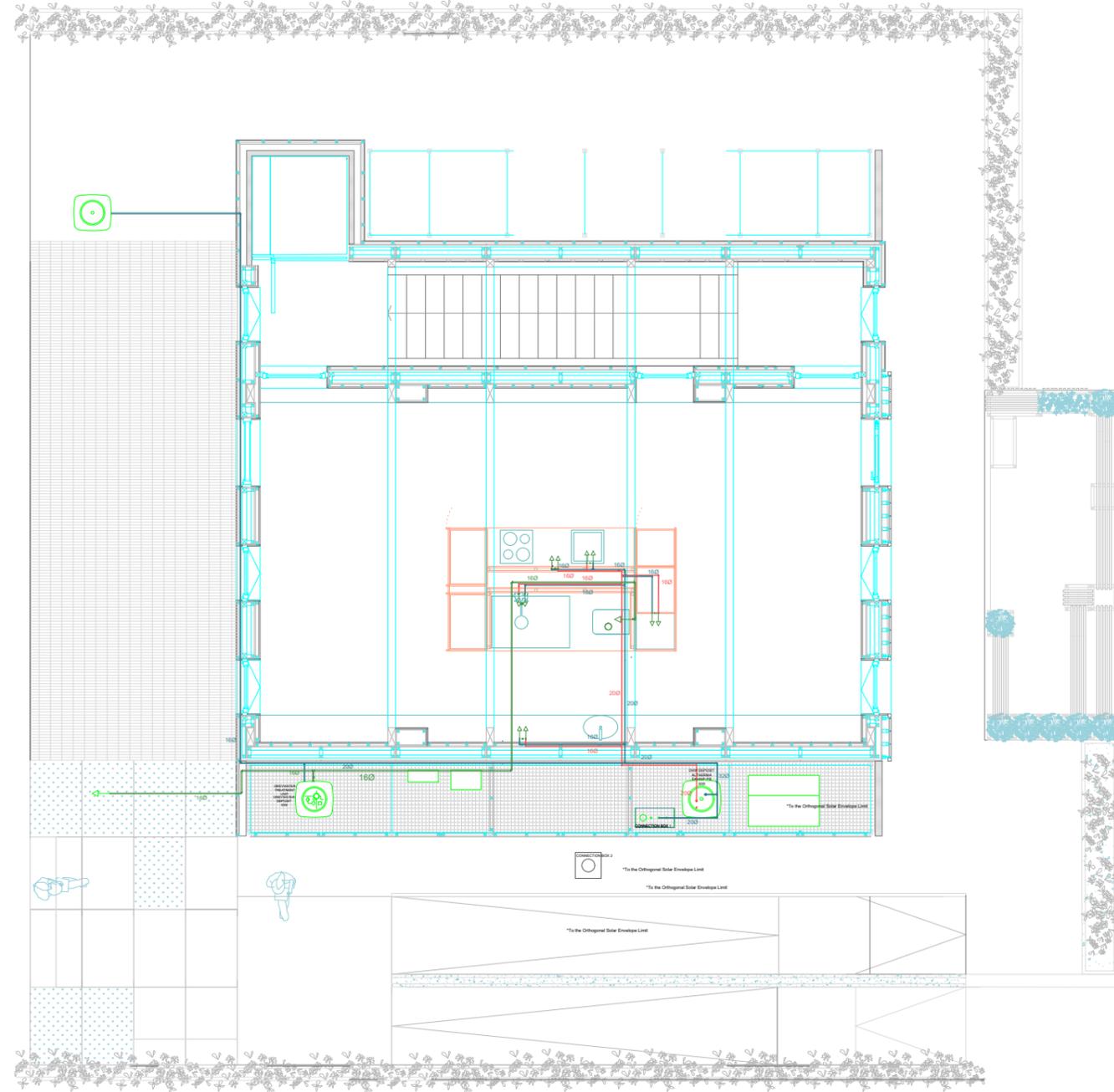
Plano 7. Planta pluviales

Plano 8. Solar térmica



 Arqueta con bomba sumergible

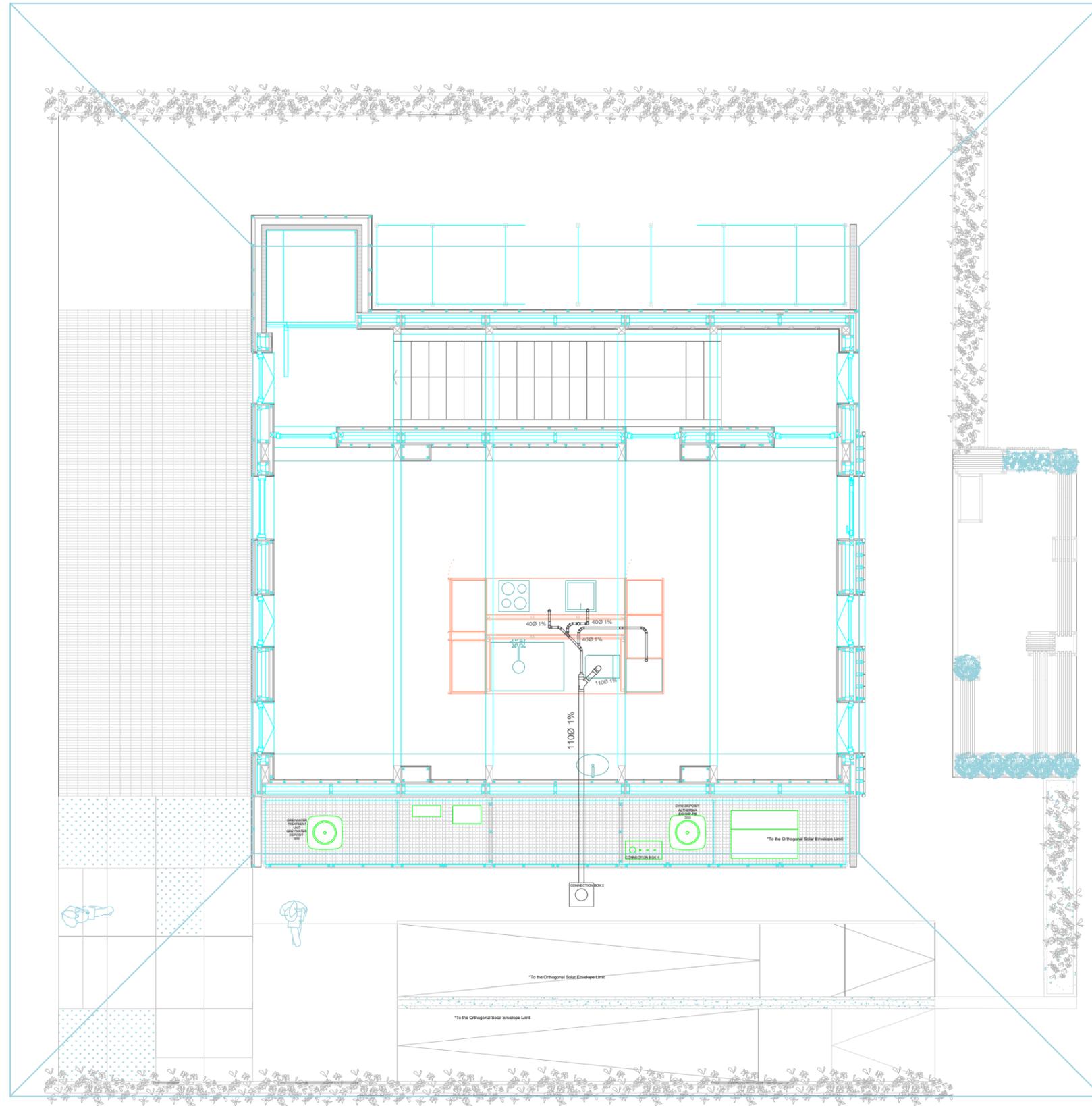
 Sifón



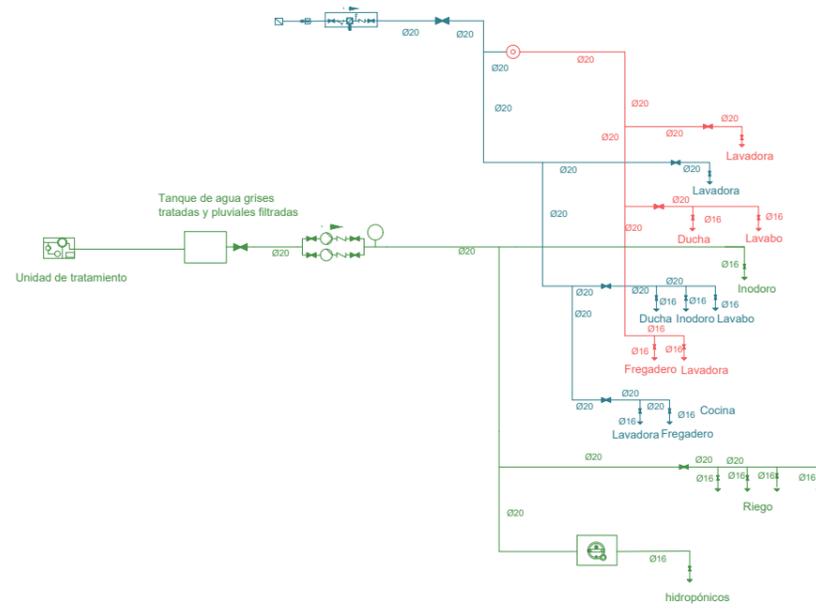
*NOTE: The unit toilet will not be installed on SDE21 Solar Campus

LEGEND

	Tubería de agua fría		Válvula de corte general		Consumo con hidromezclador
	Tubería de agua caliente		Calentador de agua eléctrico		Consumo de agua fría
	Tubería de aguas grises		Válvula de corte		Conexión de suministro de agua
	Tubería de aguas negras		Caudalímetro		
	Grupo de presión				



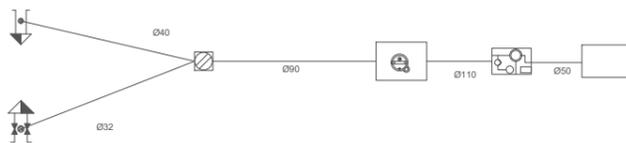
Distribución agua potable



Aguas negras



Aguas grises



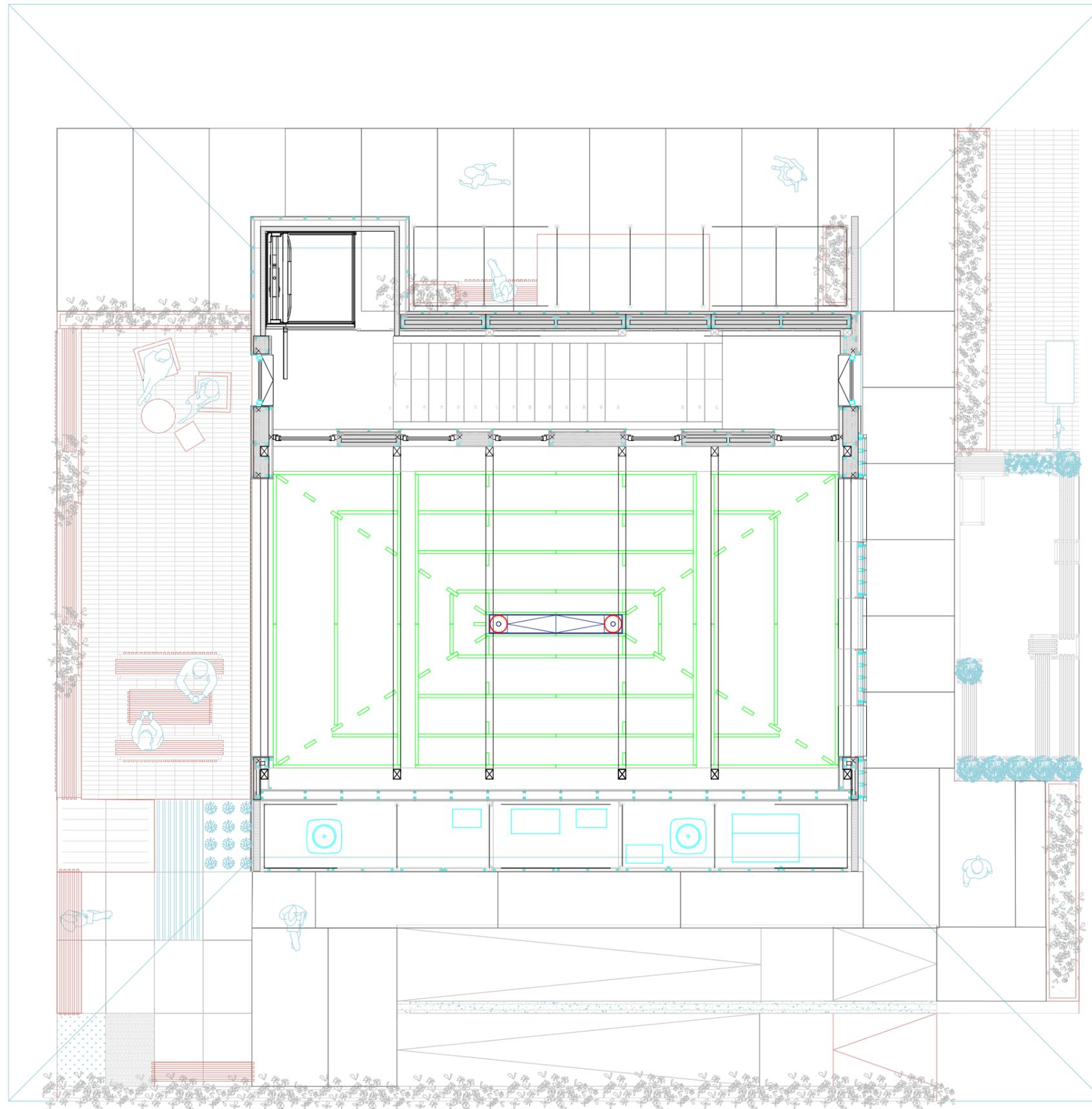
-  Conexión a la red de saneamiento
-  Tanque
-  Arqueta con bomba sumergida

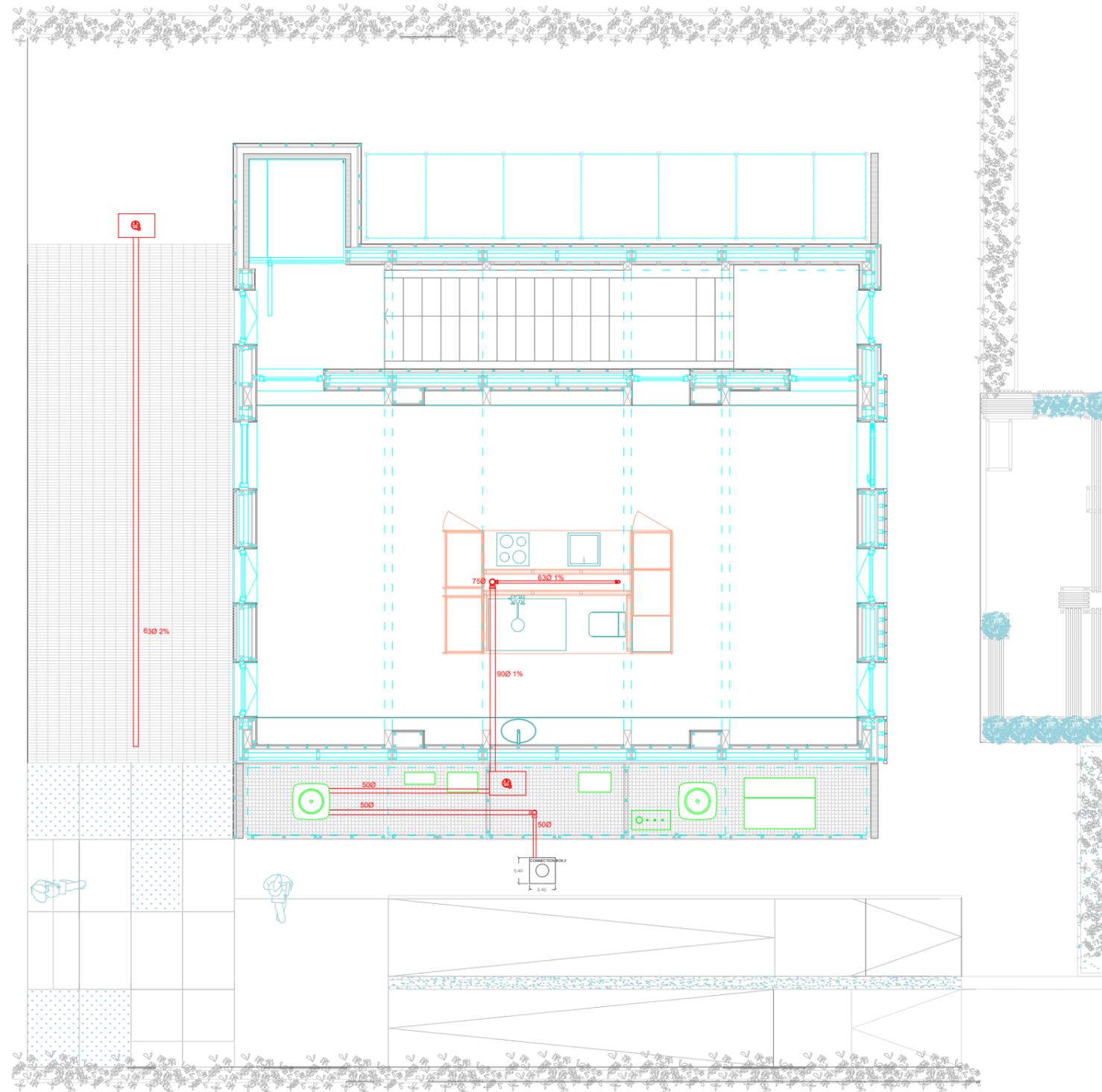
-  Unidad de tratamiento

-  Sifón
-  Grifo

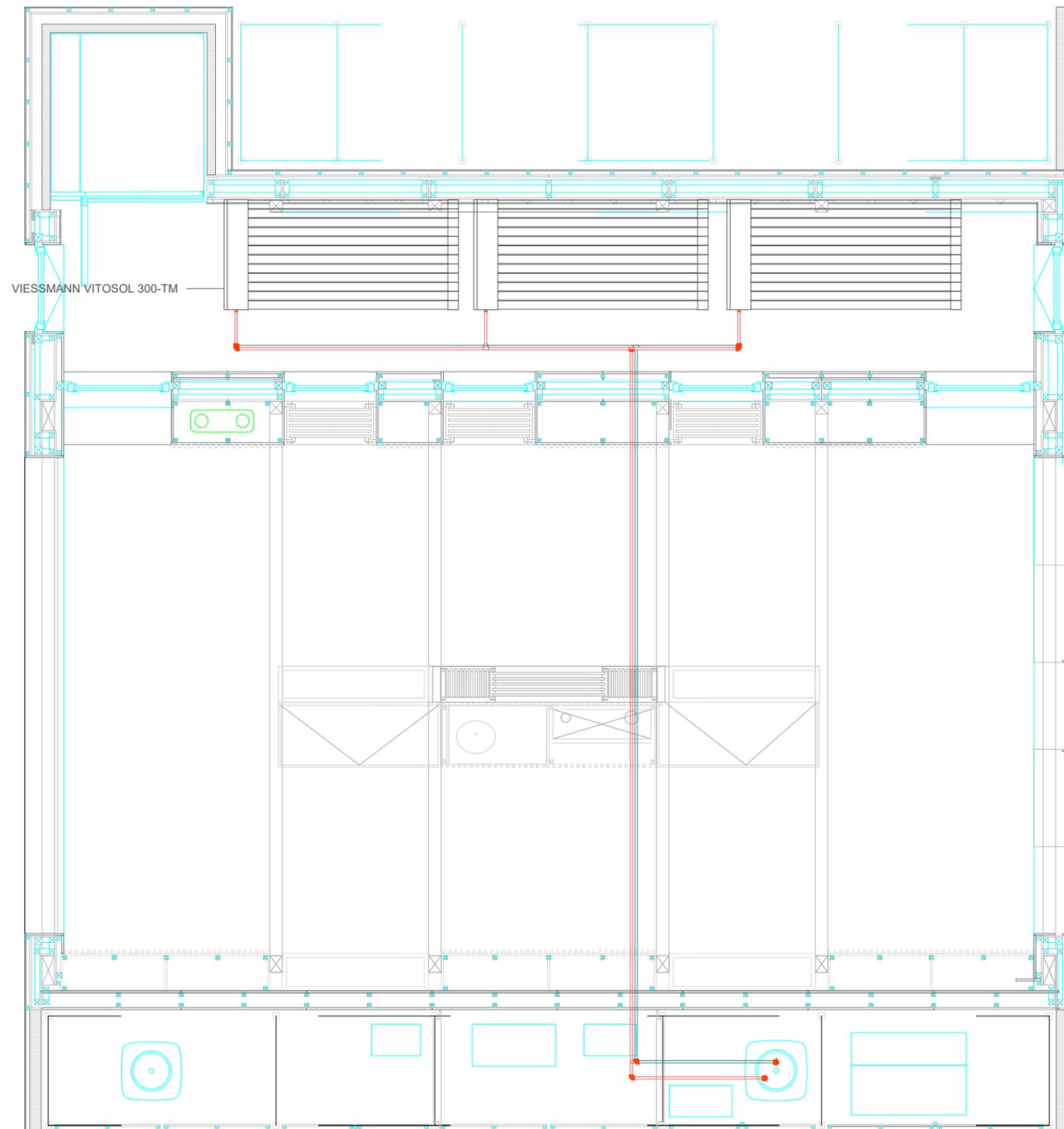
-  Ducha
-  Inodoro con cisterna







 Arqueta con bomba sumergible



	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Tanque ACS
	Panel solar térmico