



**Universitat de les
Illes Balears**

Escola Politècnica Superior

Memòria del Treball de Fi de Grau

ESTUDIO DE EDIFICABILIDAD Y REHABILITACIÓN VIVIENDA EN SUELO RÚSTICO

Luis Daniel Álvarez Tarongí

Grau de Edificació

Any acadèmic 2016-17

DNI de l'alumne: 43183083P

Treball tutelat per Juan Antonio Laín García
Departament de Física de la Universitat de les Illes Balears

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	X		X	

Paraules clau del treball:
Rehabilitació, CTE, sòl rústic



ÍNDICE

ACRÓNIMOS	1-3
RESUMEN	4-6
MEMORIA DESCRIPTIVA	
1. AGENTES.....	7
2. INFORMACIÓN PREVIA.....	7-10
3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE REHABILITACIÓN.....	10-18
4. PRESTACIONES DEL EDIFICIO.....	18-20
MEMORIA CONSTRUCTIVA	
<u>- CAPÍTULO 1. DEMOLICIONES</u>	
1. PROCEDIMIENTO DE DEMOLICIÓN.....	21-22
2. RECIVLAJE Y SEPARACIÓN DE MATERIALES.....	22-23
<u>- CAPÍTULO 2. MEMORIA CONSTRUCTIVA</u>	
0. PREVISIONES TÉCNICAS DEL EDIFICIO.....	24
1. SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO.....	24-25
2. SISTEMA ESTRUCTURAL.....	25-27
3. SISTEMA ENVOLVENTE.....	27-36
4. SISTEMA COMPARTIMENTACIÓN.....	36-37
5. SISTEMA DE ACABADOS.....	37-47
6. SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES.....	47-63
7. EQUIPAMIENTO.....	63-67



CUMPLIMIENTO CTE

CAPÍTULO 1. DB SEGURIDAD ESTRUCTURAL MADERA

1. INTRODUCCIÓN.....	68
2. BASES DE CÁLCULO.....	68-70
3. DURABILIDAD.....	70-73
4. ANÁLISIS Y CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	73-81

CAPÍTULO 2. DB SEGURIDAD ESTRUCTURAL ACERO

1. INTRODUCCIÓN.....	82
2. BASES DE CÁLCULO.....	82
3. DURABILIDAD.....	82-83
4. MATERIALES.....	83-85
5. ANÁLISIS Y CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	85-91

CAPÍTULO 3. DB SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

1. INTRODUCCIÓN.....	92
2. SI 1 – PROPAGACION INTERIOR.....	93
3. SI 2 – PROPAGACION EXTERIOR.....	94
4. SI 3 - EVACUACIÓN DE OCUPANTES.....	95-96
5. SI 4 – INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	97
6. SI 5 – INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS.....	98
7. SI 6 – RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA.....	99-106

CAPÍTULO 4. DB SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

1. INTRODUCCIÓN.....	107
2. SUA 1 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAIDAS.....	108-109
3. SUA 2 – SEGURIDAD FRENTE AL RIEGOS DE IMPACTO O ATRAPAMIENTO.....	110-111
4. SUA 3 –SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO.....	112



5. SUA 4 - SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA.....	113
6. SUA 5- SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR SITUACIONES DE ALTA OCUPACIÓN.....	114
7. SUA 6 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE AHOGAMIENTO.....	115
8. SUA 7 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO....	116
9. SUA 8 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO.....	117-121

CAPÍTULO 5. DB-HS 1 PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

1. INTRODUCCIÓN.....	122-123
2. DISEÑO.....	123-137

CAPÍTULO 6. DB-HS 3 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

1. INTRODUCCIÓN.....	138-140
2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.....	140-142
3. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN.....	142-144
4. CÁLCULOS.....	144-146

CAPÍTULO 7. DB-HS 4 SUMINISTRO DE AGUA

1. INTRODUCCIÓN.....	147
2. PROPIEDADES DE LA INSTALACIÓN DE AGUA.....	148-150
3. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.....	150-153
4. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN.....	153-157
5. CÁLCULOS.....	157-173



CAPÍTULO 8. DB-HS 5 EVACUACIÓN DE AGUAS

1. INTRODUCCIÓN.....	174-175
2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.....	175-179
3. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN.....	179-183
4. CÁLCULOS.....	183-186

CAPÍTULO 9. DB-HR PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	187-188
2. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS.....	188-189
3. DISEÑO Y DIMENSIONADO.....	189-199

CAPÍTULO 10. DB-HE 1 LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

1. INTRODUCCIÓN.....	200
2. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	200-202
3. VERIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA.....	202-203
4. DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA DEMANDA.....	203-204
5. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.....	204-211

CAPÍTULO 11. DB-HE 2 RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

1. INTRODUCCIÓN.....	212
----------------------	-----

CAPÍTULO 12. DB-HE 4 CONTRIBUCIÓN SOLAR

1. INTRODUCCIÓN.....	214
2. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	214-216
3. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN.....	216-237



CAPÍTULO 13. CUMPLIMIENTO REBT

1. INTRODUCCIÓN.....	238
2. PREVISIÓN DE CARGAS.....	238-239
3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	239-264

CAPÍTULO 14. CUMPLIMIENTO DECRETO 145/1997 HABITABILIDAD

1. INTRODUCCIÓN.....	265
2. CUMPLIMIENTO ARTICULADO.....	265-266
3. CUMPLIMIENTO DEL ANEXO I.....	266-268
5. CONDICIONES DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN.....	268-269
7. CONDICIONES DE LOS SERVICIOS.....	269
9. CONDICIONES DE PROGRAMA.....	270

CAPÍTULO 15. CUMPLIMIENTO DECRETO 110/2010 ACCESIBILIDAD

1. INTRODUCCIÓN.....	272
----------------------	-----

CONCLUSIONES.....	274-275
--------------------------	----------------

BIBLIOGRAFÍA.....	276-278
--------------------------	----------------

ANEJO 1. PROPUESTA DE REFORMA MEDIANTE IMAGENES RENDERIZADAS

ANEJO 2. MEDICIONES Y PRESUPUESTO



ANEJO 3. PLANOS

1. PLANO DE EMPLAZAMIENTO
2. ESTADO ACTUAL PLANTA
3. ESTADO ACTUAL ALZADOS
4. ESTADO ACTUAL SECCIONES
5. DEMOLICIONES
6. ESTADO REFORMADO PLANTAS
7. ESTADO REFORMADO ALZADOS Y SECCIÓN
8. ESTRUCTURA 1. CUBIERTA MADERA
9. ESTRUCTURA 2. CARGADEROS ACERO
10. INSTALACIONES: SANEAMIENTO
11. INSTALACIONES: FONTANERÍA Y CONTRIBUCIÓN SOLAR
12. INSTALACIONES: VENTILACIÓN
13. INSTALACIONES: ELECTRICIDAD
14. INSTALACIONES: CUADRO ELÉCTRICO
15. INSTALACIONES: CLIMATIZACIÓN
16. CARPINTERÍAS
17. ACABADOS
18. DETALLES CONSTRUCTIVOS





ACRÓNIMOS

TFG	Trabajo de fin de grado
CTE	Código técnico de la edificación
NNSS	Normas subsidiarias
SRS	Suelo Rústico Común
AIA	Área de interés agrario
PTM	Plan territorial Mallorca
RD	Real Decreto
DB	Documento básico
DB-HE	Documento básico ahorro de energía
DB-HS	Documento básico salubridad
DB-HR	Documento básico protección frente al ruido
DB-SI	Documento básico seguridad en caso de incendio
DB-SUA	Documento básico seguridad de utilización y accesibilidad
DB-SE	Documento básico seguridad estructural
DB-SE-A	Documento básico seguridad estructural acero
DB-SE-M	Documento básico seguridad estructural madera
REBT	Reglamento electrotécnico para baja tensión
RITE	Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios
C24	Madera de conífera con una resistencia característica a flexión de 24 N/mm ²
UV	Rayos ultravioleta
RF	Resistencia al fuego
LBM	Lámina betún modificado



ELU	Estado límite último
ELS	Estado límite de servicio
PVC	Policloruro de vinilo
ACS	Agua caliente sanitaria





RESUMEN

Este trabajo de Fin de Grado (TFG) de Grado de Edificación se basa en la realización de una propuesta de rehabilitación y estudio de edificabilidad de una vivienda unifamiliar situada en Mancor de la Vall. Se ha realizado a imagen y semejanza de un proyecto de edificación real con alguna variación debido a que se trata de un proyecto educativo.

En dicha propuesta se desarrolla parte del contenido exigido en el Anexo I de la parte I del Código Técnico de la Edificación (CTE)

La propuesta se estructura en 3 apartados y 3 anejos:

- Apartado 1. Memoria descriptiva
- Apartado 2. Memoria constructiva
- Apartado 3. Cumplimiento CTE
- Anejo 1. Mediciones y presupuesto
- Anejo 2. Planos
- Anejo 3. Visualización arquitectónica

Se ha organizado de manera que todos los elementos que forman parte de ella estén correctamente estructurados y sean de lectura clara y sencilla.

Una vez realizado el estudio del estado actual del edificio, el objeto del presente TFG consiste en dotar a la vivienda de unas mejoras de funcionalidad, confort y habitabilidad mediante la rehabilitación cumpliendo con la normativa vigente.

Las mejoras propuestas se pueden agrupar en:

1. Mejoras térmicas de la envolvente del edificio

- a. Aislamiento bajo cubierta.
- b. Aislamiento interior muros.
- c. Cambio de carpinterías.
- d. Solera ventilada.

2. Actuación sobre las instalaciones de la vivienda

- a. Calefacción mediante estufa de pellet.
- b. Placas solares (ACS) + caldera de bajo consumo de GLP.
- c. Ventilación higrorregulable.



Además de las medidas anteriormente nombradas, se propone un cambio de distribución que consistirá en la demolición de varios muros para dar un concepto abierto a la vivienda y maximizar el aprovechamiento del espacio.

Debido a estos cambios se presenta la necesidad de realizar unas aberturas en la fachada principal para cumplir con las normativas de obligado cumplimiento (Decreto de habitabilidad de las Islas Baleares y el Código Técnico de la Edificación).

Para los trámites administrativos de obtener licencia se tienen que presentar otros documentos junto con los que forman parte de esta propuesta, como por ejemplo el estudio básico de seguridad y salud, plan de control de calidad, pliego de condiciones. Como se trata de un proyecto educativo la propuesta de rehabilitación se ha centrado en la parte técnica de acuerdo con la propuesta inicial aceptada para el trabajo de fin de grado de los estudios de Grado en Edificación.





MEMORIA DESCRIPTIVA

1. AGENTES

Esta propuesta de rehabilitación ha sido redactada por el alumno Luis Daniel Álvarez Tarongí, con DNI 43183083P, con motivo de la realización del trabajo de fin de grado, de la titulación de Graduado en Edificación, perteneciente a la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de las Islas Baleares.

2. INFORMACIÓN PREVIA

2.1. Antecedentes y condicionantes de partida

El objeto de la presente propuesta es la definición gráfica y escrita de las características funcionales, formales, constructivas y económicas de la rehabilitación de una vivienda unifamiliar aislada existente.

Se plantea la rehabilitación de la citada vivienda siguiendo las indicaciones de la propiedad de conservar su forma, composición y aspecto exterior, para adaptarla a la normativa actual, incrementando su confort y habitabilidad interior.

El principal condicionante será mantener lo más intactos posibles los muros de piedra existentes. Respetando el entorno y utilizando técnicas y materiales que se consideren de importancia constructiva o cultural. Se reorganizará el espacio interior de la vivienda, sin alterar su volumen ni aspecto exterior original. Se realizarán nuevos huecos y una homogeneización de los existentes, todos ellos en la fachada suroeste.

Se incorporarán todas aquellas instalaciones necesarias para satisfacer las necesidades de confort y comodidad de acuerdo con la normativa actual.

2.2. Emplazamiento

La vivienda a rehabilitar se halla situada en el Polígono 1 – Parcela 254. Can Gallina (07312), Mancor de la Vall, Illes Balears.

Su referencia catastral es 07034A001002540001HU.

2.3. Entorno físico

Se trata de una parcela de forma trapezoidal irregular con una superficie catastral de 4094 m².

El terreno presenta una pendiente descendente del noroeste hacia el suroeste de un 21,9%. La pendiente se suaviza notablemente con la presencia de dos “marges” para poder cultivar, ya que es tierra de cultivo de olivos.



Consta de variedad de vegetación; con naranjos y sobretodo olivos.

Nuestra parcela es colindante con:

- Al Norte y Noreste: Carretera
- Al Noroeste, Oeste y Sudoeste: Parcela 42
- Al Sudeste y Este: Parcela 41

La parcela está delimitada por muros de mampostería y verja de alambre. Tiene un acceso adecuado al tráfico rodado por el noroeste, donde conecta con la carretera.

2.4. Datos de la edificación existente

La vivienda tiene forma rectangular, alargada, de una única planta de dimensiones 19,39 x 4,30 con una superficie total de 83,3 m². Está construida sobre un pequeño terraplén. Aprovechando el terraplén y la pendiente descendente del terreno se aprovecha para construir dos aljibes frete a la vivienda.

La construcción es de muros de mampostería enterrados unos 80cm los cuales son el sustento del edificio.

La cubierta parece ser de viguetas pretensadas de hormigón con bovedillas, capa de compresión y teja árabe. Tiene direcciones y alturas diferentes.

Las divisiones interiores son de tabique de ladrillo de 8 cm o muro de mampostería de 40 cm.

Existe un horno y una chimenea, ambos de obra.

La carpintería exterior en ventanas es de madera con acristalamiento sencillo. Todas las ventanas son abatibles. Con persianas de acero.

La puerta de entrada a la vivienda es doble de madera con herrajes de hierro. La puerta del baño es simple, de madera con bisagras de hierro.

La carpintería interior es en su totalidad de madera.

Los revestimientos interiores son enfoscados y guarnecidos de yeso o enfoscado y pintura plástica, en la cocina y los baños encontramos un alicatado de azulejo cerámico blanco.

El pavimento es cerámico, color barro.

Delante de la vivienda hay una terraza con pavimento de hormigón, bancos de piedra y un pozo de piedra, bajo la terraza tenemos dos aljibes (uno de agua potable y otro de aguas pluviales). En el perímetro de la terraza se alza un muro de piedra de 50 cm de altura.



2.5. Normativa urbanística y estudio edificabilidad

La redacción de la propuesta se plantea en base a:

- Adaptación de las normas subsidiarias (NNSS) del municipio de Mancor de la Vall al Plan Territorial de Mallorca (PTM) – Mayo 2010.
- Normas de ordenación del Plan Territorial Insular de Mallorca. Texto consolidado. Febrero 2011.
- Ley 6/1997, 8 de julio, del Suelo Rústico de las Islas Baleares.
- Decreto ley 1/2016, de 12 de enero, de medidas urgentes en materia urbanística.

La clasificación del suelo es suelo rústico común (SRS) con calificación área de interés agrario – oliverar (AIA-O).

Inicialmente se planteó la posibilidad de realizar una ampliación de la vivienda amparándonos en la Disposición Transitoria Segunda: Edificios y actividades existentes de la Ley 6/1997, 8 de julio, del Suelo Rústico de las Islas Baleares. La cual en su punto 2 dice así:

2. Las viviendas unifamiliares existentes en suelo rústico, construidas legalmente al amparo de autorización que no hubieran agotado los parámetros de superficie construible aplicables en el momento de la concesión de la licencia, podrán ser objeto de ampliaciones que, respetando el resto de condiciones establecidas en el título IV de la presente Ley, superen los límites establecidos en los puntos 1 y 2 del artículo 28 de la misma. En estos casos, la superficie total construida resultante no podrá superar la que se hubiera derivado de agotar los parámetros citados, con un máximo de 450 metros cuadrados.

Aplicando esta ley existía la posibilidad de llegar al 3% de edificabilidad y al 4% de ocupación sobre la superficie total de la parcela (4094 m²):

- Edificabilidad 3% de 4094m² = 122,82 m²
- Ocupación 4% de 4094m² = 163,76 m²

El Decreto Ley (BALEARES) 1/2016, 12 enero, de medidas urgentes en materia urbanística en la Disposición Adicional Única suspende la aplicación de la Disposición Transitoria Segunda hasta que se apruebe su modificación o como máximo hasta el 31 de diciembre de 2017. Por lo que no se puede realizar la ampliación planteada y deja el proyecto limitado a una rehabilitación.

Debido a que el inicio de las obras está previsto para octubre de 2017, y la suspensión de la Disposición Transitoria Segunda tiene como fecha límite el 31 de diciembre de 2017 si antes no se produce la aprobación de la modificación cabe la posibilidad de realizar una modificación del proyecto durante el transcurso de las obras.

El año de construcción de nuestra edificación data de 1900, se construyó al amparo de autorización, antes de la entrada en vigor de la Ley del Suelo de 1956, lo cual se acreditará mediante una certificación municipal, emitida partiendo de la constancia de la mencionada vivienda en el catastro o en cualquier registro o documento público.



Nuestra vivienda sufrió una reforma en 1980 (según catastro) de la que no conocemos el alcance y no tenemos más datos de los que podemos ver en la vivienda.

A simple vista parece que se realizó una reforma en la cubierta, algunas particiones interiores, solados y alicatados, revestimientos interiores e instalaciones de electricidad, saneamiento y fontanería.

Todo parece indicar que durante la reforma se construyó, sin licencia, un garaje anexo a la vivienda ya que esta superficie no está contemplada en el catastro, por lo que estaría fuera de ordenación y quedará fuera de nuestra propuesta de rehabilitación.

Atendiendo a la normativa anteriormente mencionada cumplimos los requisitos y exigencias para realizar una rehabilitación de la vivienda existente excluyendo el garaje anexo ya que es de construcción posterior y estaría fuera de ordenación.

3 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE REHABILITACIÓN

3.1 Descripción general del edificio

3.1.1 Descripción del edificio

El edificio se proyecta para cumplir las necesidades de una vivienda unifamiliar de una única planta.

La vivienda se compone de terraza, cocina, salón-comedor, una habitación doble, un baño y espacio dedicado al almacenamiento general y/o garaje.

La rehabilitación consistirá en:

- Levantado de la cubierta existente de teja árabe, así como de las viguetas de hormigón y la bovedilla. Se recuperarán todas las tejas que sea posible.
- Demolición de los muros, tabiques, horno y chimenea interiores marcados en los planos de demolición.
- Demolición de una parte de la fachada para la regularización de esta y dejarla toda a la misma altura de 2.50 m.
- Apertura de huecos según plano de demoliciones para el cumplimiento de la normativa de habitabilidad y colocación de premarcos de acero. Estos trabajos se realizarán con la máxima precaución posible. Si fuera necesario se realizará una consolidación del muro de mampostería mediante inyecciones de cal o en su defecto se repararán las partes que puedan verse afectadas después de la apertura de los huecos.



- Realización de cargaderos mediante perfiles de acero.
- Ejecución de la nueva cubierta inclinada formada por viguetas de madera, panel sándwich, impermeabilización y teja árabe. La nueva cubierta tendrá una dirección y sentido únicos, estará inclinada hacia el sudoeste. También se regularizará la altura de la vivienda.
- Vaciado de la solera existente de losa de hormigón armado y retirada de instalaciones.
- Ejecución de la nueva solera ventilada mediante módulos Geoplast previa colocación de instalaciones de saneamiento y fontanería. La cota de nivel de toda la vivienda se igualará.
- Ejecución del resto de instalaciones.
- Trasdosados de los muros de piedra y nuevos muros y tabiques.
- Revestimientos, carpinterías y finalmente equipamiento y mobiliario.

3.1.2 Programa de necesidades

El programa de necesidades que indica el propietario se basa en la rehabilitación completa de la vivienda tratando tres puntos fundamentales:

- Reorganizar la distribución interior para una optimización del espacio sin alterar su volumen.
- Mejorar la eficiencia energética y maximizar el confort de los usuarios.
- Dotar a la vivienda de funcionalidad y estética.

Se cumplirá toda la normativa aplicable, respetando a su vez el entorno.

3.1.3 Uso característico del edificio

La vivienda tiene un uso residencial.

3.1.4 Relación con el entorno

Se procurará en medida de lo posible respetar el entorno y el medioambiente, utilizando técnicas y sistemas constructivos adecuados. Los acabados exteriores serán tradicionales, fachadas y solados de piedra, enfoscados de cal, tejas árabes cerámicas, persianas de madera.

3.2 Cumplimiento CTE y otras normativas

3.2.1 Cumplimiento CTE

El presente proyecto cumple con el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el cual se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE nº 74, de 28.03.06), satisfaciendo las exigencias básicas para cada uno de los documentos básicos de 'Seguridad estructural', 'Seguridad en caso de incendio', 'Seguridad de utilización y accesibilidad', 'Salubridad', 'Protección frente al ruido' y 'Ahorro de energía'.

El Código Técnico de la Edificación es el marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad de los edificios de nueva construcción y de sus instalaciones, así como de las intervenciones que se realicen en los edificios existentes, de tal forma que permita el cumplimiento de los siguientes requisitos básicos según la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

a) Relativos a la funcionalidad:

a.1) Utilización, de tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio.

a.2) Accesibilidad, de tal forma que se permita a las personas con movilidad y comunicación reducidas el acceso y la circulación por el edificio en los términos previstos en su normativa específica.

a.3) Acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica.

a.4) Facilitación para el acceso de los servicios postales, mediante la dotación de las instalaciones apropiadas para la entrega de los envíos postales, según lo dispuesto en su normativa específica.

b) Relativos a la seguridad:

b.1) Seguridad estructural, de tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

b.2) Seguridad en caso de incendio, de tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.

b.3) Seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas.

c) Relativos a la habitabilidad:

c.1) Higiene, salud y protección del medio ambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.

c.2) Protección contra el ruido, de tal forma que el ruido percibido no ponga en peligro la salud de las personas y les permita realizar satisfactoriamente sus actividades.



c.3) Ahorro de energía y aislamiento térmico, de tal forma que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio.

c.4) Otros aspectos funcionales de los elementos constructivos o de las instalaciones que permitan un uso satisfactorio del edificio.

3.2.2 Otras normativas

Además de las exigencias básicas del CTE, son de aplicación la siguiente normativa:

- REBT – Reglamento electrotécnico para baja tensión. RD 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- RITE – Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios. RD 1027/2007, de 20 de julio, del Ministerio de la Presidencia.
- Condiciones de dimensionamiento, de higiene y de instalaciones para el diseño y la habitabilidad de viviendas así como la expedición de cédulas de habitabilidad. D 145/1997, de 21 de noviembre, de la *Conselleria de Foment*.
- Adaptación de las NNSS de Mancor de la Vall al PTM. Mayo 2010.

3.3 Geometría del edificio, volumen, cuadro de superficies, accesos y evacuación

3.3.1 Geometría del edificio

La vivienda es de forma considerablemente rectangular, alargada y forma una única planta. El proceso de rehabilitación no cambia la forma del edificio.

3.3.2 Volumen

Se realiza una homogeneización de la dirección, sentido y altura de las cubiertas dejándolas todas inclinadas a un agua hacia el sudoeste. La rehabilitación no aumenta el volumen total del edificio.

3.3.3 Cuadro de superficies

En cumplimiento con Decreto 145/1997, de 21 de noviembre que regula las condiciones de dimensionamiento, de higiene y de instalaciones para el diseño y la habitabilidad y la expedición de cédulas de habitabilidad.

ESTADO ACTUAL	
VIVIENDA	SUPERFICIE ÚTIL
Cocina	5,28 m ²
Estar-comedor	17,25 m ²
Dormitorio	7,48 m ²
Lavandería	9,60 m ²

ESTADO REFORMADO	
VIVIENDA	SUPERFICIE ÚTIL
Cocina	14,80 m ²
Estar-comedor	25,09 m ²
Dormitorio	12,00 m ²
Baño	4,58 m ²

Horno	2,72 m2
Baño	2,95 m2
Trastero	11,12 m2
Total vivienda	56,40 m2
Terraza	50,15 m2
Garaje	16,92 m2
VIVIENDA	SUPERFICIE CONSTRUIDA
Total vivienda	83,30 m2
Terraza	50,15 m2
Garaje	16,92 m2

Total vivienda	56,47 m2
Terraza	50,15 m2
Garaje	16,92 m2
VIVIENDA	SUPERFICIE CONSTRUIDA
Total vivienda	83,30 m2
Terraza	50,15 m2
Garaje	16,92 m2

Número de plazas = 2 ocupantes.

3.3.4 Accesos

La vivienda cuenta con un acceso para personas, la entrada principal se encuentra en la fachada suroeste, cuya situación no se modifica con respecto a la original.

3.3.5 Evacuación

La evacuación se realizará principalmente por la puerta balconera, en la fachada suroeste, por estar ésta más cercana a la salida de la parcela.

Se podrá utilizar también la puerta de entrada principal, en la misma fachada.

3.4 Previsiones técnicas a considerar en el proyecto

A. Sistema estructural

- Cimentación: la cimentación no se modifica, es la prolongación introducida en el terreno de los muros de mampostería. Inicialmente se considera en buen estado.

- Estructura portante: no se modifica, se trata de los muros de mampostería. Se consideran estables y en buen estado.

- Estructura horizontal madera: se sustituyen las viguetas pretensadas de hormigón por viguetas de madera de 10x20 cm a 60 cm intereje colocadas en el mismo sentido que las actuales que soportarán el peso de la cubierta y lo transmitirán a los muros de mampostería sobre los que se apoyan.

- Estructura horizontal metálica: se realizarán cargaderos mediante perfiles HEB 100 para la apertura de los nuevos huecos, estos se apoyarán en dados de hormigón embebidos en el muro de piedra. Sobre ellos se apoyarán las viguetas de madera.



Los aspectos básicos que se han tenido en cuenta a la hora de adoptar el sistema estructural para la edificación son principalmente la resistencia mecánica y estabilidad, la seguridad, la durabilidad, la economía, la facilidad constructiva y la modulación estructural.

Las bases de cálculo adoptadas y el cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad se ajustan a DB-SE M, DB-SE A y DB-SI.

B. Sistema envolvente

- Fachadas: las fachadas original de piedra se mantiene y se trasdosa interiormente mediante perfiles anclados directamente al muro (perfiles en forma de omega) que dejarán una cámara de aire de 3 cm, aislamiento térmico de 2,5 cm (TQ Tecnotermic Top) y placa de yeso laminado de 1,5 cm (Diamant de Knauf).

- Suelo: se realizará una solera ventilada mediante módulos de plástico (Geoplast) y un sistema de ventilación en el sentido transversal (lado corto) de la vivienda aprovechando la entrada de aire por el lado del viento predominante. Compuesto por:

Capa de grava de 5 cm, módulos H17 del sistema "MODULO" + piezas especiales GEOBLOCK de GEOPLAST-DALIFORMA, capa de compresión de hormigón de 4cm de espesor armado con mallazo de 150x150x5, lamina impermeabilizante LBM-40-FP de 4 Kg/m² con armadura de fieltro de poliéster, aislamiento térmico de 10cm de planchas de PUR, capa de compresión de hormigón de 4cm de espesor armado con mallazo de 150x150x5, cemento cola tipo C1 y baldosas cerámicas.

- Cubierta: Sobre el forjado de viguetas de madera colocaremos el sistema "SATE DE CUBIERTA ONDULINE". Este sistema está formado por un panel sándwich Ondutherm (H19 + A100 + Y13), impermeabilización mediante Onduline bajo teja DRS y teja árabe cerámica.

Se elige un sistema envolvente que garantice un buen comportamiento térmico y ocupe el menor espacio posible, sobre todo en las fachadas, dadas las características de la vivienda existente. Se creará una envolvente aislante que cubra toda la vivienda.

Los aspectos básicos que se han tenido en cuenta a la hora de elegir el sistema envolvente para la edificación son principalmente el comportamiento térmico y de salubridad, impermeabilización, espesores materiales, la durabilidad, la economía y la facilidad constructiva.

Las bases de cálculo adoptadas y el cumplimiento de las exigencias básicas se ajustan al DB-HE, DB-HS A y DB-HR.



C. Sistema de compartimentación

Existen varios tipos de sistemas de compartimentación en nuestra vivienda. En los muros existentes se realizarán trasdosados semidirectos con placa de yeso de laminado e aislamiento en el caso de estar en contacto con el garaje.

Los nuevos tabiques serán, tabiques sencillos (2x15+48+2x15)/400 (48) LM - (2 Diamant (DFH1I)).

D. Acabados

- Suelos interiores: toda la vivienda tendrá la misma baldosa de gres porcelánico modelo Piedra Borgoña arena de la serie STON-KER de Porcelanosa. Tendrá unas dimensiones de 45 x 90 cm. En cocina y baño será antideslizante.
- Suelos exteriores: en las terrazas se colocarán baldosas de gres porcelánico modelo Oxford cognanc antideslizante de la serie PAR-KER de Porcelanosa. Tendrá unas dimensiones de 14,3 x 90 cm.
- Alicatado cocina: se realizará en la pared frontal detrás del mobiliario alicatado con las mismas baldosas de gres porcelánico del solado modelo Piedra Borgoña arena de la serie STON-KER de Porcelanosa. Tendrá unas dimensiones de 45 x 90 cm.
- Aplacado baño: En el baño se realizara el aplacado de la zona del plato de ducha mediante baldosa de piedra caliza natural modelo Amsterdam 2D Hexagon beige de la colección caliza de Porcelanosa.
- Aplacado de piedra natural en muro separación cocina y muro separación habitación por la cara del estar-comedor.
- Paramentos horizontales: acabado color blanco propio del sistema Ondutherm.
- Resto de paramentos verticales: pintura plástica color blanco sobre placa de yeso laminado. En cocina y baño será antimanchas y resistente al vapor de agua.

Los aspectos básicos que se han tenido en cuenta a la hora de elegir el sistema de acabados para la vivienda son principalmente de calidad y estéticos.

E. Acondicionamiento ambiental

Los materiales y los sistemas elegidos en el presente proyecto, garantizan condiciones de higiene, salud y protección del medio ambiente, alcanzando condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio haciendo que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando la adecuada gestión de toda clase de residuos.



Las condiciones aquí descritas deberían ajustarse a los parámetros establecidos en el documento básico de salubridad y en particular a los siguientes apartados:

- HS1: Protección frente a la humedad

Muros en contacto con el terreno. Se ha tenido en cuenta la presencia del agua en el terreno en función de la cota del nivel freático y del coeficiente de permeabilidad del terreno, el grado de impermeabilidad, el tipo constructivo del muro y la situación de la impermeabilización.

Suelos: Se ha tenido en cuenta la presencia del agua en el terreno en función de la cota del nivel freático y del coeficiente de permeabilidad del terreno, el grado de impermeabilidad, el tipo de muro con el que limita, el tipo constructivo del suelo y el tipo de intervención en el terreno.

Fachadas. Se ha tenido en cuenta la zona pluviométrica, la altura de coronación del edificio sobre el terreno, la zona eólica, la clase del entorno en que está situado el edificio, el grado de exposición al viento, el grado de impermeabilidad y la existencia de revestimiento exterior.

Cubiertas. Se ha tenido en cuenta su tipo y uso, la condición higrotérmica, la existencia de barrera contra el paso de vapor de agua, el sistema de formación de pendiente, la pendiente, el aislamiento térmico, la existencia de capa de impermeabilización, el material de cobertura, y el sistema de evacuación de aguas.

- HS3: Calidad del aire interior

Para las previsiones técnicas de esta exigencia se ha tenido en cuenta los siguientes factores: número de personas ocupantes habituales, sistema de ventilación empleado, clase de las carpinterías exteriores utilizadas, sistema de cocción de la cocina, superficie de cada estancia, zona térmica, número de plantas de la vivienda y clase de tiro de los conductos de extracción.

F. Sistema de servicios

Servicios externos al edificio necesarios para su correcto funcionamiento:

- Suministro de agua

Se dispone de acometida de abastecimiento de agua apta para el consumo humano. La compañía suministradora aporta los datos de presión y caudal correspondientes, que nos resultan insuficientes por lo que nuestra instalación consta de grupo de depósito y grupo de presión. Esquema general de la instalación de un solo titular/contador.

- Evacuación de aguas

No existe red de alcantarillado municipal disponible para su conexionado en las inmediaciones del solar por lo que utilizaremos una fosa séptica prefabricada.

- Suministro eléctrico



Se dispone de suministro eléctrico con potencia suficiente para la previsión de carga total del edificio proyectado.

- Telefonía y TV

No existe acceso al servicio de telefonía disponible al público.

Para el acceso a TV se colocará una antena en mástil.

- Telecomunicaciones

Se dispone infraestructura externa necesaria para el acceso a los servicios de telecomunicación regulados por la normativa vigente.

- Recogida de residuos

El municipio, en esa zona no dispone de sistema de recogida de basuras. El punto más cercano a la vivienda se encuentra a 200 m.

4 PRESTACIONES DEL EDIFICIO

4.1 Requisitos en relación con las exigencias básicas del CTE.

Entre el promotor y el proyectista se han acordado varios requisitos que superan los umbrales del CTE:

- La contribución solar no será la mínima establecida por el CTE sino la máxima posible dentro del cumplimiento de la normativa.

- Se intentará alcanzar la mejor calificación energética posible. Tratando puntos clave como la envolvente, instalaciones, ventilación, iluminación, electrodomésticos, carpinterías,...

- Aunque no sea de obligado cumplimiento en rehabilitaciones se intentará dar cumplimiento al DB-HR dentro de las posibilidades del edificio.

4.2 Limitaciones de uso del edificio

El edificio, sus dependencias e instalaciones deberán utilizarse exclusivamente para el uso al cual han sido proyectadas, quedando este limitado, además por las normas y disposiciones legales vigentes y por las condiciones establecidas en la propuesta de rehabilitación.

Los locales y dependencias no proyectadas expresamente para uso residencial como el garaje anexo no podrán ser utilizados para dicho uso.

4.3 Ficha resumen de prestaciones del edificio

Requisitos básicos:	Según CTE		En proyecto	Prestaciones según el CTE en proyecto
Seguridad	DB-SE	Seguridad estructural	DB-SE	De tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
	DB-SI	Seguridad en caso de incendio	DB-SI	De tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.
	DB-SUA	Seguridad de utilización y accesibilidad	DB-SUA	De tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas.
Habitabilidad	DB-HS	Salubridad	DB-HS	Higiene, salud y protección del medioambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estancueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.
	DB-HR	Protección frente al ruido	DB-HR	De tal forma que el ruido percibido no ponga en peligro la salud de las personas y les permita realizar satisfactoriamente sus actividades.
	DB-HE	Ahorro de energía y aislamiento térmico	DB-HE	De tal forma que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio.
				Otros aspectos funcionales de los elementos constructivos o de las instalaciones que permitan un uso satisfactorio del edificio
Funcionalidad		Habitabilidad	D145/1997 D20/2007	De tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio.
		Accesibilidad	L3/1993 D110/2010	De tal forma que se permita a las personas con movilidad y comunicación reducidas el acceso y la circulación por el edificio en los términos previstos en su normativa específica.
		Acceso a los servicios	RDL1/1998 RD401/2003	De telecomunicación audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica.

Requisitos básicos:	Según CTE		En proyecto	Prestaciones que superan las establecidas en el CTE
Seguridad	DB-SE	Seguridad estructural	DB-SE	No se preveen
	DB-SI	Seguridad en caso de incendio	DB-SI	No se preveen
	DB-SUA	Seguridad de utilización y accesibilidad	DB-SUA	No se preveen
Habitabilidad	DB-HS	Salubridad	DB-HS	No se preveen
	DB-HR	Protección frente al ruido	DB-HR	Cumplimiento dentro de las posibilidades del edificio
	DB-HE	Ahorro de energía	DB-HE	Incremento contribución hasta el límite permitido sin incumplir normativa
Funcionalidad		Utilización	D145/1997 D20/2007	No se preveen
		Accesibilidad	L3/1993 D110/2010	No se preveen
		Acceso a los servicios	RDL1/1998 RD401/2003	No se preveen

Limitaciones

Limitaciones de uso del edificio:	El edificio solo podrá destinarse a los usos previstos en el proyecto.
Limitaciones de uso de las dependencias:	Las dependencias del edificio sólo podrán destinarse a los usos previstos en el Proyecto.
Limitación de uso de las instalaciones:	Las instalaciones del edificio solo podrán utilizarse para los servicios y usos previstos en el Proyecto.



MEMORIA CONSTRUCTIVA

CAPÍTULO 1. DEMOLICIONES

1. PROCEDIMIENTO DEMOLICIÓN

Previo al inicio de los trabajos se procederá al corte del suministro de energía eléctrica, si los hubiese y agua potable, de las instalaciones existentes.

Debido a la escasa envergadura y al tipo de construcción, la demolición se realizará con medios manuales, de arriba hacia debajo de tal forma que la demolición se realice prácticamente al mismo nivel, sin que haya personas situadas en la misma vertical ni en la proximidad del elemento de se derriben.

La demolición se dividirá en las siguientes fases.

1. Desmontaje de instalaciones de electricidad, fontanería, sanitarios y pluviales así como la demolición de puertas y persianas existentes.
2. Demolición de cubiertas y desmontaje de tejas árabes.
3. Retirada de puntales y demolición de forjados.
4. Demolición de muros de cerramiento
5. Demolición solera existente y excavación
6. Acopio de materiales pétreos y áridos para su posterior recuperación

Se instalarán andamios exteriores para realizar los trabajos de demolición de cubierta y forjados.

ELEMENTO	MATERIAL	SUPERFICIE (m2)	VOLUMEN (m3)	USO
CUBIERTA	BOVEDILA	86,00	17,20	VERTEDERO
	VIGUETAS	86,00	1,68	VERTEDERO
	CAPA COMP.	86,00	3,44	VERTEDERO
	TEJA	86,00	3,44	REUTILIZACIÓN
MUROS	LADRILLO	10,18	0,96	VERTEDERO
	BLOQUE HOR.	16,05	3,85	VERTEDERO
	PIEDRA	16,17	9,70	REUTILIZACIÓN
SOLERA	BALDOSA	56,00	1,35	VERTEDERO

	SOLERA	56,00	6,72	VERTEDERO
	TIERRA	56,00	20,16	RECUPERACIÓN
HORNO	LADRILLO	5,95	1,44	VERTEDERO
CHIMENEA	LADRILLO	3,10	0,30	VERTEDERO

VOLUMEN TOTAL RCD (m3)	50,08
VOLUMEN A VERTEDERO (m3)	36,94
VOLUMEN REUTILIZADO (m3)	13,14
VOLUMEN TIERRA PARA RECUPERACIÓN CANTERAS (m3)	20,16

2. RECICLAJE Y SEPARACIÓN MATERIALES

A medida que se realiza la demolición se irán separando los diferentes tipos de residuos. Por un lado tendremos los Residuos de demolición y construcción y por otro lado los residuos voluminosos. Nuestra obra no generará residuos peligrosos.

La previsión inicial es la de reciclar la máxima cantidad posible de los materiales extraídos de la demolición.

Las vigas pretensadas y las bovedillas de hormigón se retirarán a vertedero.

Las carpinterías también se retirarán a vertedero.

La tierra se utilizará para recuperación de canteras.

El resto de materiales se reutilizarán o eliminarán en obra.

El material pétreo será utilizado para los nuevos muros, rehabilitar "marges" y realizar cerramientos en zonas de jardines.

Las tejas se reutilizarán en su mayoría en la nueva cubierta y el resto como elementos de drenaje para zonas ornamentales.

El resto de residuos (voluminosos) se llevarán al vertedero.



CAPÍTULO 2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

0. PREVISIONES TÉCNICAS DEL EDIFICIO

La reforma a realizar contempla tres objetivos principales.

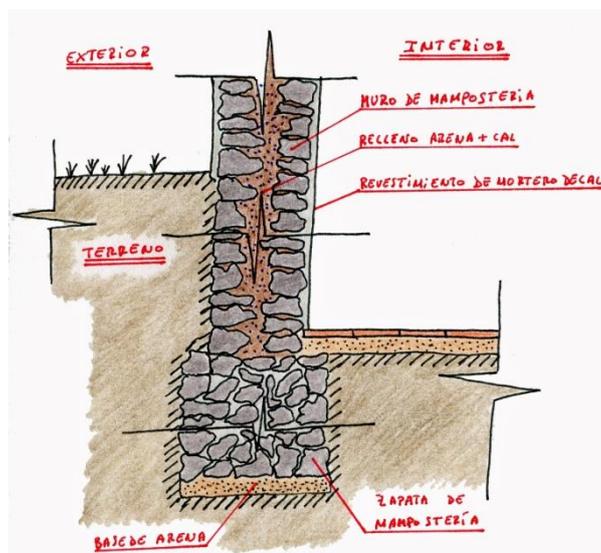
El primero persigue la reforma y modificación de la distribución existente para un óptimo aprovechamiento del espacio mediante la reubicación de la mayoría de las estancias y la transformación de otras sin alterar el volumen total de la edificación.

El segundo consiste en darle el mayor rendimiento energético posible a la vivienda mejorando toda la envolvente, las instalaciones y los equipos de generación de energía para aportar el máximo confort posible al usuario.

Finalmente el tercer objetivo es alcanzar una gran funcionalidad y estética.

1. SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO

El método de sustentación está realizado mediante cimientos de piedra que sería como la continuación del muro de piedra que se introduce en el terreno entre 80 cm y 1 m. Este tipo de cimientos suelen estar contruidos con piedra dura y en el fondo se coloca una capa de arena de un espesor de 10 cm.



Tras una inspección visual vemos que los muros se encuentran en buen estado y aparentemente no presentan fisuras, humedades o cualquier otra patología.



El terreno de la zona es terreno duro y pedregoso con una alta capacidad portante.

Respecto a las cargas que soportan, hay proyectado un cambio en la cubierta pero al ser una cubierta ligera no se aumentará el peso, incluso puede que disminuya.

Por otra parte cuando se realice la excavación en el interior de la vivienda para ejecutar el solado ventilado podremos ver parte de dicha cimentación y comprobar mejor su estado.

En el caso que encontremos algún problema podríamos optar por diferentes soluciones:

1. Refuerzo mediante una ampliación con zuncho perimetral de hormigón armado y conexasiónado a la cimentación existente.
2. Refuerzo con inyecciones de mortero con aditivos o resinas expansivas.
3. Retacado con hormigón expansivo

Todo ello dependiendo de la magnitud del problema en el caso que lo hubiese.

Debido al buen estado de los muros, tipo de terreno y al no aumentar las cargas no se considera necesario estudio geotécnico ni refuerzo de las cimentaciones o muros.

La reforma a realizar en el la vivienda a priori no afectará a los elementos de cimentación de la edificación existente.

2. SISTEMA ESTRUCTURAL

2.1 Cimentación

La actuación en la cimentación, tal y como ya se ha explicado, se supone mínima, y únicamente se procederá su reparación o refuerzo si es necesario durante el transcurso de las obras.

2.2 Estructura portante

La estructura portante de nuestra vivienda está constituida por muros de piedra. Estos tienen un grosor de 50 cm en las fachadas y 40 cm en las particiones interiores.

En la propuesta de reforma uno de los muros interiores, el que separa la actual habitación y la lavandería, se demuele. Actualmente este muro sirve de soporte a una zona cubierta inclinada que tiene diferente dirección que el resto de la vivienda. Debido a que hay proyectado una homogeneización de la cubierta se producirá un cambio de dirección en esa zona y ese muro dejará de ser el sustento de la cubierta por lo que no será necesaria la ejecución de un cargadero para su eliminación.

Por otra parte el muro de separación entre el lavadero y el baño se mantiene ya que actúa como traba entre los dos muros longitudinales y aporta estabilidad al conjunto.



En los muros que forman la fachada principal (cara sur-oeste) se producirán algunos macizados y demoliciones (consultar plano demoliciones) que pueden provocar el desprendimiento de algunas piedras.

Estos trabajos se realizarán con el mayor cuidado posible para mantener la integridad del muro.

En el caso que se produzca la caída de alguna piedra o parte del muro se procederá a la reconstrucción del mismo aportándole la resistencia necesaria para soportar las cargas que actúan sobre él.

En el improbable caso de la necesidad de consolidar los muros se realizará mediante inyecciones de lechada de cal hidratada.

2.3 Estructura horizontal

Antes de la rehabilitación la estructura horizontal existente presentaba diferentes direcciones y alturas. Con la nueva estructura conseguiremos una homogeneización de la dirección, sentido y altura de la vivienda, todo ello sin aumentar el volumen.

La estructura horizontal consiste en una cubierta inclinada formada por viguetas de madera aserrada con una clase resistente C24 de dimensiones 10x20 cm separadas 60cm entre ejes. Sobre las viguetas se dispondrán paneles sándwich y teja árabe.

Las viguetas al estar en contacto con el exterior, llevarán aplicado un barniz que aporte resistencia al agua, a la humedad y a los rayos UV.

Se realizará sobre el muro de piedra una capa de mortero de regularización sobre la que se colocará una cuña de madera para que apoye la máxima superficie posible de la vigueta.

En las zonas donde coincida con el cargadero el apoyo se realizará sobre el mismo y se colocará de igual forma una cuña.

Para la apertura de los nuevos huecos se realizarán cargaderos mediante perfiles metálicos HEB 100. Estarán formados por 2 perfiles HEB 100 unidos mediante un anclaje atornillado y apoyados sobre dos dados de hormigón de 40x20x20 cm.

El proceso de construcción del cargadero será el siguiente:

1. En primer lugar para simplificar los trabajos el cargadero se ejecutará una vez se haya desmontado la cubierta actual, así no será necesario apuntalarla.
2. Una vez desmontada la cubierta se procede al replanteo y medición por parte de los oficiales.



3. A continuación se demuele la zona del muro donde irán los dados de hormigón de 40x20x20 cm.
4. Se ejecutan los dados de hormigón previo encofrado de la zona.
5. Una vez el hormigón alcanza su resistencia se procede a la colocación del cargadero metálico formado por 2 HEB 100 unidas mediante anclaje.

Todos los elementos metálicos estructurales se pintarán con pintura intumescente con un espesor que proporcione resistencia al fuego RF-30.

3. SISTEMA ENVOLVENTE

3.1 Suelo

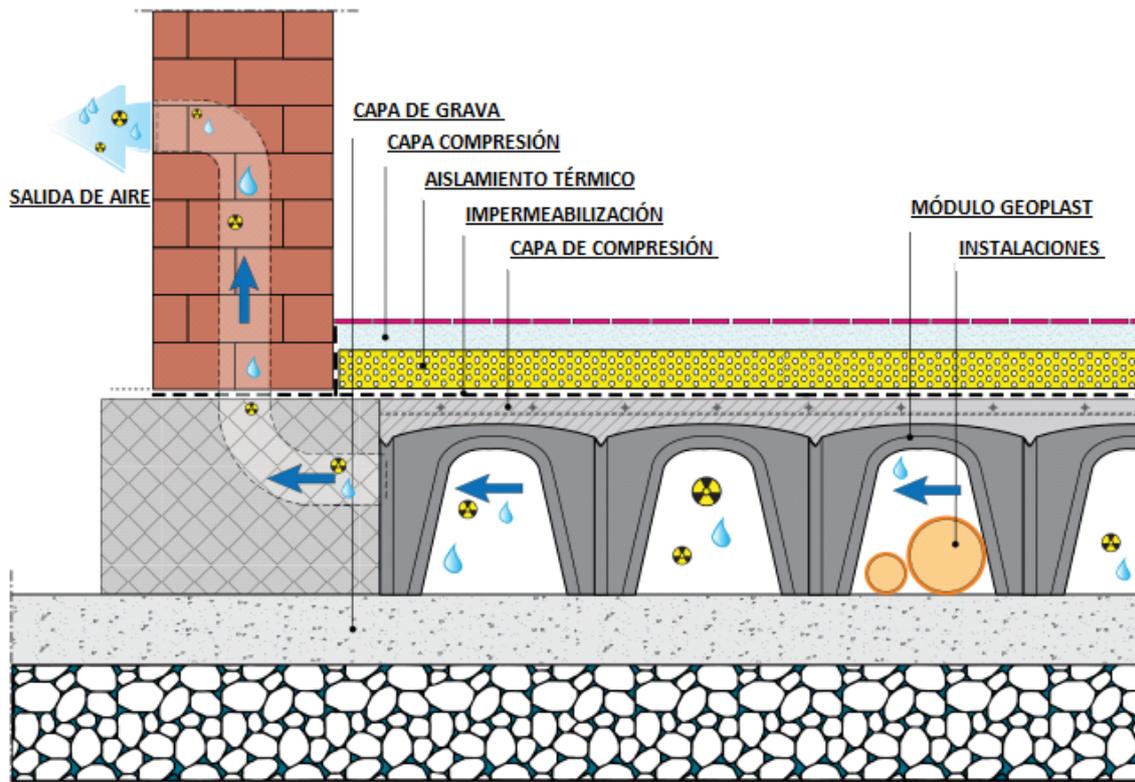
Como suelo del nuevo volumen se ejecutará una solera ventilada, este tipo de solera tiene varias ventajas con respecto a una solera tradicional sin ventilar.

La más importante es que evita las humedades por capilaridad ya que tiene una cámara de aire ventilada.

También aísla del gas radón, forma un paso para las instalaciones, además es rápido de colocar y económico.

Nuestra solera está formada por:

1. Capa de grava de 5 cm
2. Módulos H17 del sistema "MODULO" + piezas especiales GEOBLOCK de GEOPLAST-DALIFORMA.
3. La capa de compresión de hormigón de 4cm de espesor armado con mallazo de 150x150x5.
4. Lamina impermeabilizante LBM-40-FP de 4 Kg/m2 con armadura de fieltro de poliéster.
5. Aislamiento térmico de 10 cm de planchas de PUR.
6. La capa de compresión de hormigón de 4cm de espesor armado con mallazo de 150x150x5.
7. Cemento cola (tipo C1).
8. Baldosas 45x60 cm



La ventilación se realizará mediante conductos de PVC alojados en el muro mediante la abertura de pequeñas rozas. Los conductos se colocaran en las caras noreste y sudoeste de la vivienda para que la ventilación se produzca en el sentido transversal.

En la cara noreste donde soplan los vientos predominantes se colocarán conductos de diámetro $\varnothing 90$ mm mientras que en la cara suroeste serán de diámetro $\varnothing 63$ mm lo que provocará un efecto de succión. Los conductos se colocarán cada 1 m de longitud a una altura del terreno de 60 cm e irán protegidos con una rejilla para evitar la entrada de animales, o cualquier objeto.

3.2 Cerramientos

Se mantendrán los cerramientos actuales de muro de piedra de 50 cm.

Para mejorar el confort y cumplir el CTE se realizará un trasdosado por el interior de la vivienda ya que por el exterior aumentaríamos el volumen del edificio y la normativa no nos lo permite.

Para conservar el mayor espacio posible realizaremos un trasdosado directo con perfiles omega con los que obtendremos una cámara de aire 3 cm de espesor. Colocaremos el aislamiento térmico TQ TECNOTERMIC TOP de 2,5 cm de espesor pegado a los perfiles y a la

pared con las bandas TQ TECNOTERMIC para conservar la cámara de aire y sobre el aislamiento una placa de yeso laminado Knauf Diamant de 1,5 cm de espesor.

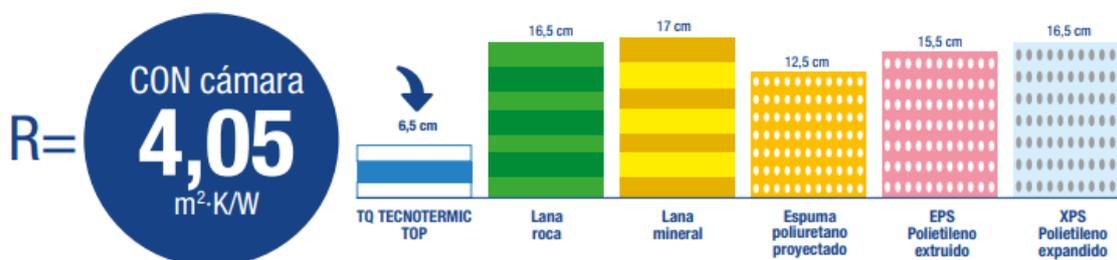
En las zonas donde tenemos el muro en contacto con el terreno colocaremos una lámina impermeable transpirable para evitar la entrada de agua y que a la vez no se produzcan condensaciones.

El aislante TQ TECNOTERMIC TOP es un aislante térmico reflexivo de última generación formado por 17 capas que nos permite aumentar los m² útiles de nuestra vivienda ya que con 2.5 cm de espesor + 3 cm de cámara de aire equivale a 17 cm de lana mineral o 16.5 cm de XPS.

TQ TECNOTERMIC TOP

AISLANTE TÉRMICO REFLEXIVO DE ÚLTIMA GENERACIÓN





COMPOSICIÓN y FORMATO:



- 2 films exteriores armados de poliéster aluminizado.
- 6 films interiores de poliéster aluminizado.
- 4 capas de espuma de 0,8 mm.
- 5 capas de guata.

15 m² = 10m x 5m

Las placas Knauf Diamant pueden ser utilizadas en cualquier unidad de obra, en interior, como aplacado de cierre de los sistemas de construcción en seco, donde se requiera una mayor resistencia al fuego, alto aislamiento acústico, resistencia superficial mejorada o zonas con cierta humedad.

3.3 Cubierta

Sobre el forjado de viguetas de madera colocaremos el sistema “SATE DE CUBIERTA ONDULINE”.

Este innovador sistema de aislamiento térmico por el exterior e impermeabilización está diseñado para la rehabilitación energética de cubiertas inclinadas. Este sistema mejora la eficiencia energética de la vivienda, además de crear una cubierta totalmente impermeabilizada y ventilada con 30 años de garantía.

3.3.1 Composición

El sistema está formado por tres elementos:

1. Ondutherm: Es el panel sándwich aislante de la cubierta. Su instalación es muy rápida y sencilla ya que se coloca directamente sobre el forjado, dotando a la cubierta en un solo paso del acabado interior, aislamiento térmico y acústico y un tablero aglomerado hidrófugo.



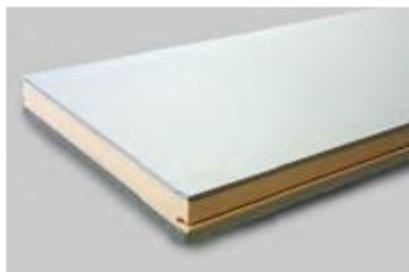
La medida de los paneles sándwich ONDUTHERM es: 2.500 X 600 mm.

Nuestro paneles sándwich son los H19 + A100 + Y13. Están formados por:

Cara exterior H19: Tablero aglomerado con tratamiento hidrófugo en toda su masa. Con ranuras antideslizantes en su superficie con un espesor de 19 mm

Núcleo aislante A100: Poliestireno extruido de 35Kg/m³ de densidad. Con sistema de machihembrado sin lengüeta. Con un espesor de 100 mm

Cara inferior Y13: Tablero de yeso de 13mm de espesor con excelentes propiedades de aislamiento acústico



Yeso

Espesor: 13 mm.

Tablero de yeso laminado (Y13).

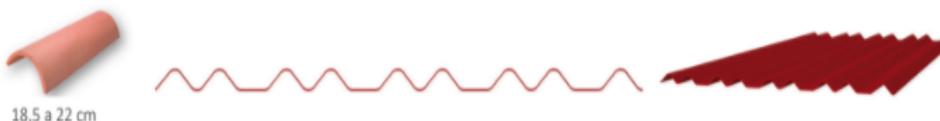
Reacción al fuego

B-s2,d0.

2. Onduline bajo teja DRS: Este sistema garantiza la total impermeabilidad de la cubierta (30 años de garantía). Gracias a su formato ondulado, crea un doble tiro de ventilación, permitiendo oxigenar la madera y por tanto alargando la vida de la cubierta.

Las placas asfálticas cuentan con doble resina y solape de seguridad. La doble resina aumenta la durabilidad de las placas bajo teja en óptimas condiciones y el solape de seguridad facilita su instalación y estanqueidad incluso en bajas pendientes (10%).

BT-235



3. Teja árabe cerámica: La colocación de las tejas se hace de forma tradicional, siguiendo las especificaciones del fabricante, ya sea con mortero, espuma, gancho o con sistemas de fijación mecánica a rastrel, etc. Las placas bajo teja marca Onduline permiten la instalación tradicional de la teja, siendo recomendada la instalación ventilada.



3.3.2 Instalación

1. La colocación se realizará colocando el lado mayor (2.500 mm) perpendicular a la estructura.



2. Cada panel apoyará como mínimo en 3 apoyos. 2 en los extremos y 1 centrado.



3. Son necesarias 3 fijaciones por cada punto de apoyo del panel.

4. Los extremos de los paneles deben de apoyar en la mitad de la viga, no deben volar.

5. El ensamblado de paneles se realizará por medio del propio aislamiento, gracias a su diseño machihembrado.



6. Los paneles sándwich ONDUTHERM se pueden colocar de forma tradicional o a tresbolillo (recomendada).

Instalación Tresbolillo



Instalación Tradicional

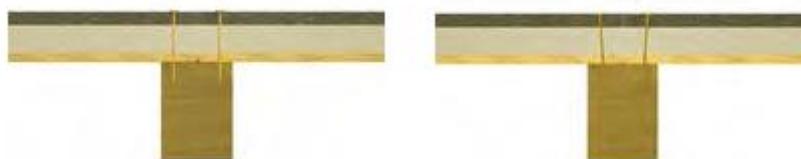


Los paneles sándwich ONDUTHERM, se pueden colocar sin ninguna limitación de pendiente.

7. Se colocarán 3 fijaciones por apoyo, tanto en estructura de madera como en metálica



8. La fijación se realiza de forma mecánica. Las fijaciones deberán estar colocadas a no menos de 3 cm. del borde del panel introduciendo estas de forma oblicua preferiblemente.



9. Elección y colocación de la placa:

Existen diferentes perles en función de la longitud (L) del ancho de boca mayor de las tejas curvas.

Longitud ancho de boca mayor (L)	Pendiente	Tipo de placa Bajo Teja	Perfil de teja (Boca mayor)
Entre 18,5 y 22 cm	Entre 10 y 70%	BT - 235	
Entre 18,5 y 22 cm	Entre 10 y 70%	BT - 150PLUS	
Entre 14 y 18 cm	Entre 10 y 70%	BT - 200	
Mayor de 22 cm	Entre 10 y 70%	BT - 190 ó BT - 50	

Colocación de placa Onduline Bajo Teja:

- Se colocarán de alero a cumbre y en sentido contrario a los vientos dominantes.

- En caso de incorporar un elemento aislante, se colocará encima del forjado y debajo de las placas Bajo Teja. Se fijarán siempre mecánicamente y por la parte alta de la onda. La fijación debe atravesar las placas Onduline® Bajo Teja y el aislamiento (cuando exista) llegando al forjado.
- El tipo y longitud de la fijación vienen determinados por el tipo de forjado y el espesor del aislamiento.
- En los solapes, la fijación se realizará a 7cm del borde de la placa.
- No se recomienda la instalación a una temperatura ambiental inferior a 1°C o superior a 40°C.
- En zonas de la cubierta en las que el instalador deba estar más tiempo sobre las placas o por las que deba transitar más, se deberá colocar un tablón para repartir mejor el peso de este entre las ondas de las placas.

10. El nuevo Onduline Bajo Teja DRS cuenta con una doble línea de solape, estampada en cada extremo, que facilita la correcta instalación de las placas y que además actúa de refuerzo frente a cualquier posible entrada de agua.

■ Tejados con poca pendiente, entre el 10 y el 20%:
2 líneas de solape superpuestas



Solapes

Pendientes (%)	Nº de Fijaciones por placa	Repercusión x m ²	Distribución
Menor de 40	9	3	3 en el solape inferior, 3 en la parte central y 3 en el solape superior
Mayor de 40	12	3,5	4 en el solape inferior, 4 en la parte central y 4 en el solape superior

Pendientes (%)	Solape mínimo Longitudinal (cm)	Placa Bajo Teja	Solape mínimo Lateral (nº de ondas)
Menos de 20*	2 líneas solape	BT - 235	1
		BT - 150PLUS	2
Más de 20	1 línea solape	BT - 200	2
		BT - 190 / BT - 50	1

11. El tornillo universal facilita la instalación de las placas Onduline Bajo Teja al ser un sistema de fijación mucho más rápido y fiable que los tradicionales clavos, ahorrando tiempos de trabajo. Su innovador diseño destaca por la cabeza plana tipo Philips con arandela metálica y EPDM incorporada. De este modo se asegura la total estanqueidad y sujeción de las placas, evitando tener que colocar manualmente las arandelas. Además tenemos una gran variedad de accesorios y tornillería para cualquier necesidad que se presente.

ACCESORIOS	PERFIL	APLICACIÓN	DIMENSIONES	COLOR
Ondufilm		Sellados de juntas entre placas Onduline	(15 - 22,5 - 45cm) x 10ml	Teja, plomo, aluminio y marfil
Onduflex		Pegado de tejas a listón	300cc	Teja
Ondufoam		Pegado de tejas a placa	750cc	Crema
Peine de alero		Remate de alero antipájaros	100 x 8 cm	Negro
Ondulair		Remate de cumbre y limatesa ventilada	5 x 0,38 m	Teja
Metalfilm		Rollo aluminio para remate de tejas	5 x 0,4 m	Teja
Flashing band		Impermeabilización o sellado de remates de chimenea, alero, etc.	2,5 x 0,3 m 2,5 x 0,39 m	Negro, marrón, rojo ladrillo, gris, rojo y terracota
Listón		Teja mixta, plana y de hormigón	2 x 0,03 x 0,022 m	Gris
Gancho Teja Curva		Sujección de teja curva en seco	28,5 x 2,5 cm	Gris

TORNILLERÍA	PERFIL	APLICACIÓN	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO(mm)
Tornillo universal		Fijación a soportes metálicos y de madera	6,5	3,9
Clavo cabeza PVC		Fijación a soporte de madera	6 - 7	2,8
Clavo espiral		Fijación a soporte de madera	8 - 11,5	4
Clavo resist		Fijación a soporte de madera dura	5,8	4
Clavo taco		Fijación a soporte de hormigón	7 - 9 - 13 - 16 - 20	5
Clavo nylon		Fijación a soporte cerámico	8 - 13	10
Broca clavo taco		Taladro en forjado de hormigón para clavo taco de 7, 9 y 13cm	16 - 21	5
Broca clavo nylon		Taladro en forjado cerámico para clavo nylon de 8 y 13cm	16 - 21	10

12. Fijación de las tejas

ONDUFOAM

Espuma-adhesivo PU monocomponente de baja expansión diseñada especialmente para el pegado de tejas a las placas Onduline® Bajo Teja.

Capacidad	750 cc
-----------	--------

ONDUFLEX

Masilla de poliuretano para un pegado elástico de las tejas entre si y de estas al listón PVC Onduline®.

Capacidad	300 cc
Color	Terracota



4.1 Separación vertical entre habitación y baño

Tabique sencillo (2x15+48+2x15)/400 (48) LM - (2 Diamant (DFH1I))

Tabique sencillo, de 108 mm de espesor total, sobre banda acústica colocada en la base del tabique, formado por una estructura simple de perfiles de chapa de acero galvanizado de 48 mm de anchura, a base de montantes (elementos verticales) separados 400 mm entre sí, con disposición normal "N" y canales (elementos horizontales) a cada lado del cual se atornillan dos placas en total (dos placas tipo Diamant (DFH1I) en cada cara, de 15 mm de espesor cada placa); aislamiento acústico mediante panel semirrígido de lana mineral, espesor 50 mm, en el alma.

Las placas Knauf Diamant pueden ser utilizadas en cualquier unidad de obra, en interior, como aplacado de cierre de los sistemas de construcción en seco, donde se requiera una mayor resistencia al fuego, alto aislamiento acústico, resistencia superficial mejorada o zonas con cierta humedad.

4.2 Separación vertical entre comedor-estar y habitación

Por la cara de comedor- estar se deja la piedra vista por lo que no se realiza ninguna acción.

Por la cara de la habitación realizaremos un trasdosado directo realizado con perfiles omega, formado por el aislamiento TECNOTHERMIC TOP de 2,5 cm de espesor pegado, y finalmente una placa de yeso laminado Knauf Diamant de 1,5 mm de espesor.



4.3 Separación vertical entre baño y garaje

Por la cara interior realizaremos un trasdosado directo con perfiles omega con los que obtendremos una cámara de aire 3 cm de espesor. Colocaremos el aislamiento térmico TQ TECNOTERMIC TOP de 2,5 cm de espesor pegado a los perfiles y a la pared con las bandas TQ TECNOTERMIC, y finalmente una placa de yeso laminado Knauf Diamant de 1,5 mm de espesor. Mismo sistema que en la fachada.

4.4 Separación vertical entre comedor-estar y cocina

Se realizará un muro de bloque de ladrillo italiano de 1.2 metros de altura.

Por la cara de la cocina realizaremos un trasdosado directo realizado con placa de yeso laminado (15 mm, Standard, A), anclada al paramento vertical mediante maestras; 30 mm de espesor total.

Por la cara de comedor-estar se realizará un aplacado de piedra de la misma tipología que el muro de enfrente (separación comedor-estar y habitación)

5. SISTEMA DE ACABADOS

5.1 Revestimientos interiores

En los paramentos verticales interiores se aplicarán dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, sobre los paramentos de placa de yeso.

Los muros enfrentados longitudinalmente del comedor-estar tienen un acabado de piedra vista.

En los paramentos horizontales se pintará con pintura plástica color blanco sobre la placa de yeso que ya incorpora el panel sándwich.

5.2 Revestimientos exteriores

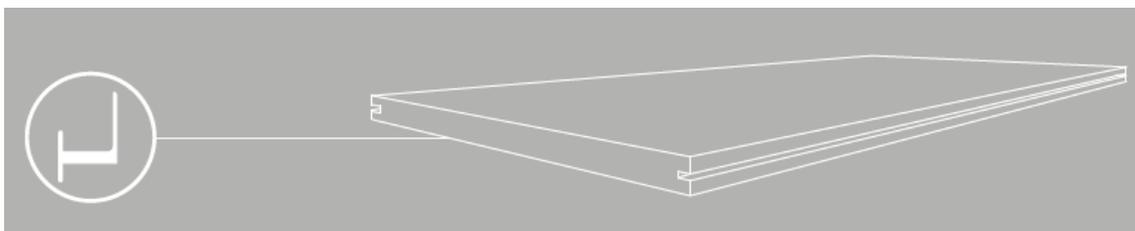
La parte lateral de los huecos se revestirá con mortero de cal acabado en color blanco.

5.3 Cantería

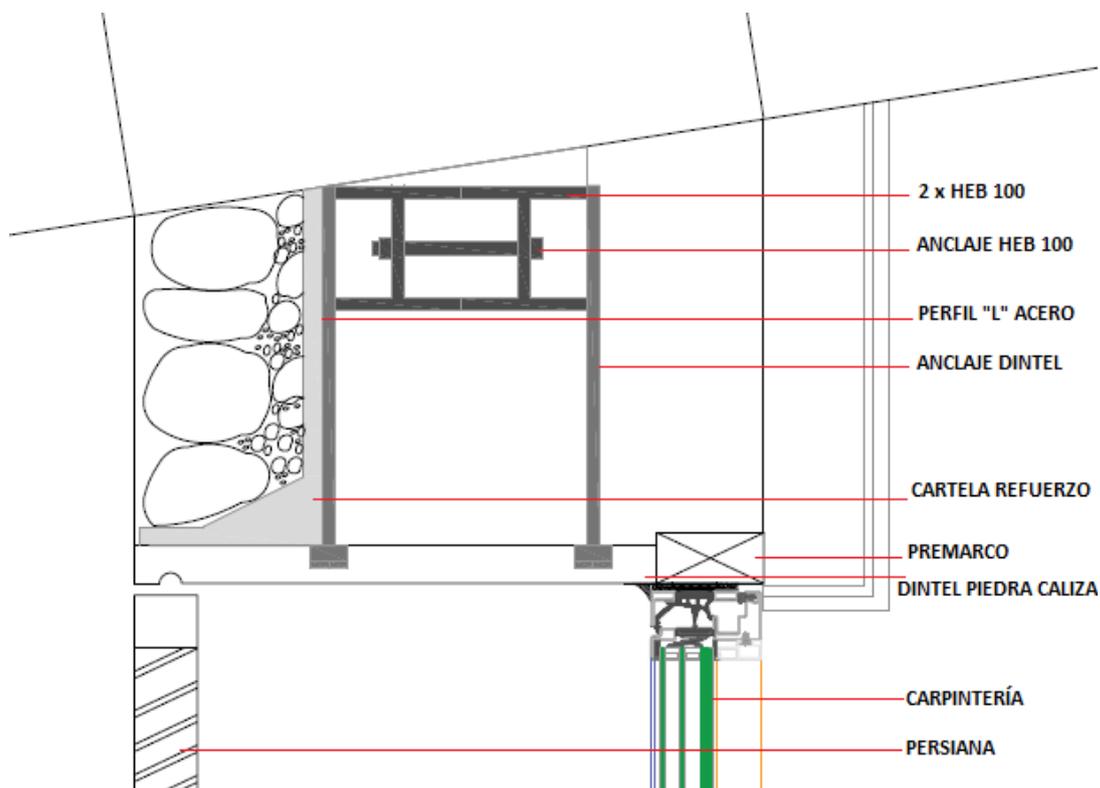
En las ventanas se han previsto vierteaguas con goterón de piezas de piedra caliza blanca de dimensiones iguales al ancho del hueco de la ventana más 3 cm de vuelo exterior y lateral y 3 cm de espesor. Las piezas llevarán dos capas de pintura hidrófuga a base de siloxanos y serán tomadas con mortero de cemento Portland y picadís 1:4.

De la misma forma en la puerta balconera se colocarán umbrales con las mismas características.

El vierteaguas superior estará formado por la misma piedra caliza blanca que los vierteaguas inferiores y umbrales. La placa de piedra tendrá unas muescas a lo largo de toda la pieza por donde se unirá a las sujeciones metálicas.

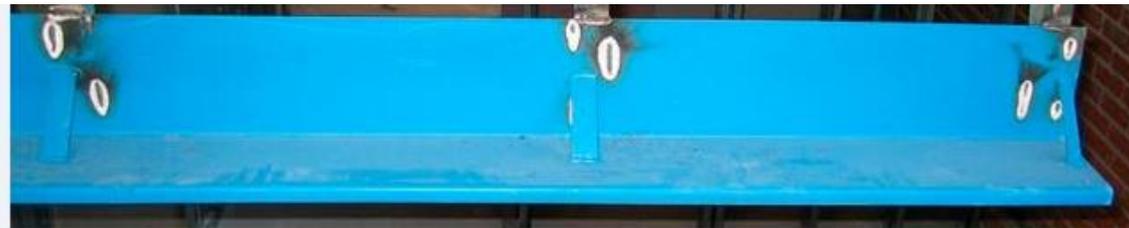


Los anclajes o sujeciones serán metálicos como los de una fachada ventilada. Al tratarse de una solución especial los realizará un herrero mediante la unión de una pletina de acero y un anclaje similar al de las fachadas ventiladas. Este anclaje irá soldado a los perfiles HEB 100. Una vez colocados se pintarán con la misma pintura intumescente que los perfiles HEB 100.



Para cubrir el hueco que quedará encima de las puertas y ventanas se colocará un perfil de acero en forma de "L", de longitud variable según el hueco, que apoyará en el muro de piedra y se anclará a los dados de hormigón mediante tacos metálicos. Tendrá un espesor de 1.5 mm y unas dimensiones de 250 mm de altura (variable, según sea puerta o ventana) x 150 mm de ancho. Servirá de soporte al pequeño muro de piedra de iguales características a la fachada, que se realizará para tapan el hueco entre cubierta y carpintería.

El perfil será similar al que se muestra en la siguiente imagen:



Comprobación resistencia perfil "L":

- Cargas a soportar

Muro piedra = 0.14 x 0.24 m · densidad caliza dura (2000 Kg/m³) = 67.2 Kg/m

67.2 Kg/m · coeficiente seguridad (1.35) = 90.72 Kg/m

- ELU flexión

CARGADERO 1.1 m

$$W \geq \frac{M_d}{f_{yd}} \geq \frac{0.138 \cdot 10^6}{261.905} \geq 0.527 \cdot 10^3$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{150 \cdot 15^2}{6} = 5.6 \cdot 10^3$$

$$M_d = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{0.91 \cdot 1.1^2}{8} = 0.138 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$f_{yd} = 275 / 1.05 = 261.905$$

CARGADERO 1.7 m

$$W \geq \frac{M_d}{f_{yd}} \geq \frac{0.329 \cdot 10^6}{261.905} \geq 1.25 \cdot 10^3$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{150 \cdot 15^2}{6} = 5.6 \cdot 10^3$$

$$M_d = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{0.91 \cdot 1.7^2}{8} = 0.329 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$f_{yd} = 275 / 1.05 = 261.905$$

- ELS deformación

CARGADERO 1.1 m

$$f_{L''} = \frac{5 \cdot p \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 0.75 \cdot 1100^4}{384 \cdot 210000 \cdot 4.22 \cdot 10^4} = 1.61 \text{ mm}$$

Carga sin mayorar = 0.75 KN/m

$$\text{Inercia} = I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{1500 \cdot 15^3}{12} = 4.22 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$f_{max} = L/300 = 1100/300 = 3.66 \text{ mm}$$

$$3.66 \text{ mm} \geq 1.61 \text{ mm}$$

CARGADERO 1.7 m

$$f_{L''} = \frac{5 \cdot p \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 0.75 \cdot 1700^4}{384 \cdot 210000 \cdot 4.22 \cdot 10^4} = 9.2 \text{ mm}$$

Carga sin mayorar = 0.75 KN/m

$$\text{Inercia} = I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{1500 \cdot 15^3}{12} = 4.22 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

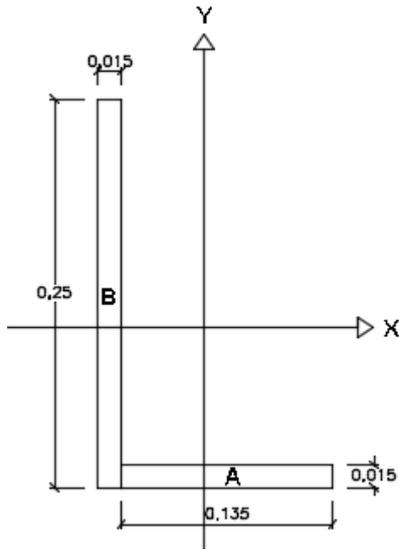
$$f_{max} = L/300 = 1700/300 = 5.66 \text{ mm}$$

$$5.66 \text{ mm} \geq 9.2 \text{ mm}$$

En el cálculo de la inercia, para simplificar hemos tenido en cuenta, siempre yendo por el lado de la seguridad, una plancha rectangular de acero. En realidad nuestra pieza tiene forma de "L" lo que aumenta mucho su inercia.

Si calculamos el centro de masas y la inercia mediante el "Teorema de Steiner" obtenemos que la inercia real de la pieza en forma de "L" es de $3.77 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$ cuando en nuestra hipótesis utilizábamos un valor muy por debajo, $4.22 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$. Por lo tanto si hubiésemos tenido en cuenta los valores reales cumpliríamos ELS deformación.

- Cálculo características geométricas del perfil "L"



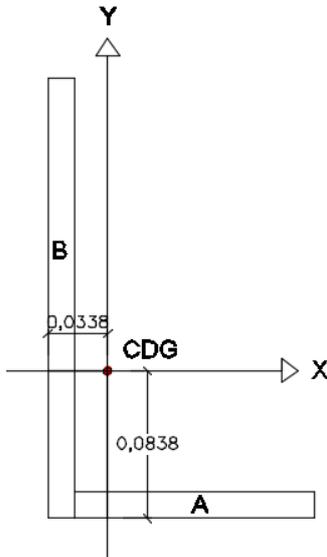
1. Cálculo centro de gravedad:

$$\text{Área "A"} = 13.5 \cdot 1.5 = 20.25 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área "B"} = 25 \cdot 1.5 = 37.5 \text{ mm}^2$$

$$\bar{X} = \frac{\sum A \cdot x}{\sum A} = \frac{(20.25 \cdot 8.25) + (37.5 \cdot 0.75)}{(20.25 + 37.5)} = 3.38 \text{ mm}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum A \cdot y}{\sum A} = \frac{(20.25 \cdot 0.75) + (37.5 \cdot 12.5)}{(20.25 + 37.5)} = 8.38 \text{ mm}$$



2. Cálculo momento de inercia

(Teorema de Steiner):

$$I_x = \frac{\sum b \cdot h^3}{12} + A \cdot d^2 =$$

$$\left[\frac{13.5 \cdot 1.5^3}{12} + 20.25 \cdot (0.75 - 8.38)^2 \right] +$$

$$\left[\frac{1.5 \cdot 25^3}{12} + 37.5 \cdot (12.5 - 8.38)^2 \right] =$$

$$I_x = 3772.35 \text{ cm}^4 = 3.77 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

3. Cálculo módulo resistente

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{3.77 \cdot 10^7 \text{ mm}^4}{8.38 \text{ mm}} = 4.49 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 = 4.49 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

5.4 Solados y pavimentos

5.4.1 Exteriores

Los solados exteriores serán de baldosa de gres porcelánico modelo Oxford cognanc antideslizante de la serie PAR-KER de Porcelanosa. Tendrá unas dimensiones de 14,3 x 90 cm.



5.4.2 Interiores

Los solados interiores serán de baldosa de gres porcelánico modelo Piedra Borgoña arena de la serie STON-KER de Porcelanosa. Tendrá unas dimensiones de 45 x 90 cm. En cocina y baño será antideslizante.



5.5 Aplacados y alicatados

5.5.1 Cocina

En la cocina se realizará el alicatado de la pared donde están los muebles y el fregadero mediante baldosa de gres porcelánico modelo Piedra Borgoña arena de la serie STON-KER de Porcelanosa. Tendrá unas dimensiones de 45 x 90 cm.



5.5.2 Baño

En el baño se realizara el aplacado de la zona del plato de ducha mediante baldosa de piedra caliza natural modelo Amsterdam 2D Hexagon beige de la colección caliza de Porcelanosa.



5.6 Carpintería

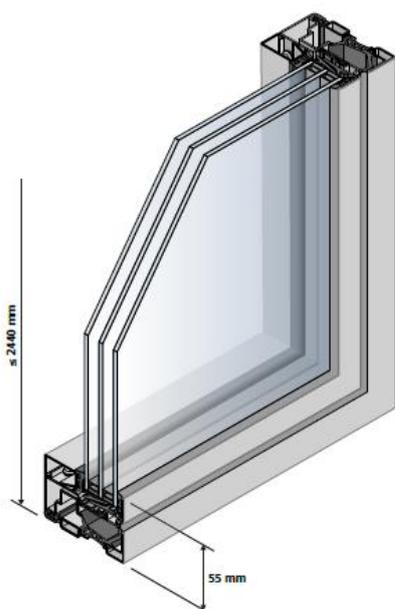
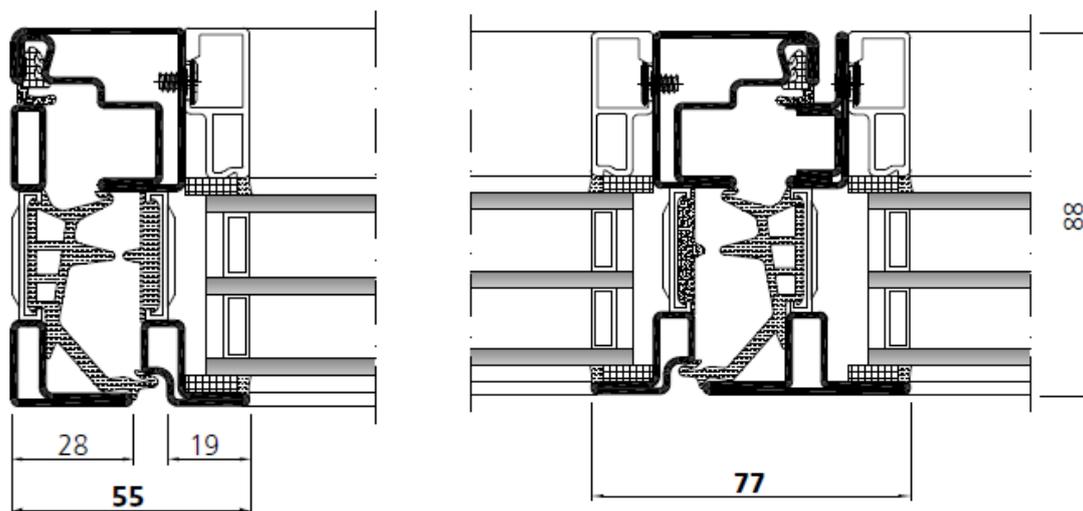
5.6.1 Exterior

1. Las ventanas serán de la marca FORSTER UNICO XS HI de acero inoxidable. Con las siguientes características según UNE EN 14351-1:

- Permeabilidad al aire (EN 12207) = 4
- Resistencia a la carga de viento (EN 12210) = C5 / B5
- Rendimiento acústico (EN ISO 140-3) = R_w 48 dB
- Transmitancia térmica (EN 10077-1) = U_w 0.84 [W/(m²·K)]
- Resistencia al impacto (EN 13049) = 3
- Durabilidad mecánica (EN 12400) = 4
- Cumple el requisito de capacidad de carga de los dispositivos de seguridad (EN 14351)

Otras características:

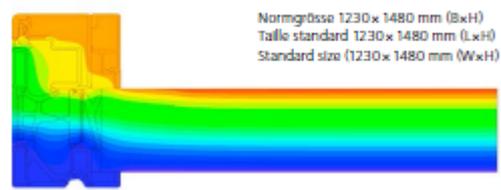
- Sistema de herraje oculto
- Triple junta perimetral de estanqueidad
- Las dimensiones del marco son 55 mm en el perímetro y 77 mm en la parte central, donde se unen las dos hojas.
- Composición formada por triple acristalamiento aislante con doble cámara 4/12/4/12/10.
- Acristalamiento con silicona, drenado y ventilado.



forsterunico.XSHI

Fenster / fenêtres / windows

$U_w = 0.84$



Tenemos en total 5 ventanas de 1.16 x 1.06 m, 1 ventana de 1.33 x 1.16 m y 1 puerta balconera de 2.26 x 1.36 m.

Las persianas serán tipo mallorquina de madera y acabado color madera, similar a las vigas de la cubierta. Llevarán aplicado un barniz que aporte resistencia al agua, a la humedad y a los rayos UV.

2. La puerta de acceso será de la marca HORMANN, concretamente la gama Premium “Thermocarbon” que destaca por sus propiedades térmicas y de seguridad.

Alcanza una transmitancia térmica U_w 0.47 [W/(m²·K)] y una clase de seguridad RC3 con opción a incorporar RC4.

Composición y equipamiento:

Está compuesta por una hoja de aluminio de 100 mm con relleno de espuma rígida de PUy perfil de hoja interior (1) con, rotura de puente térmico y elevada estabilidad mediante perfil compuesto reforzado con fibras de vidrio y carbono(2).

Marco de aluminio de 111 mm con rotura de puente térmico (3).

Nivel de sellado triple con dos juntas completamente perimetrales (4).

Es apta para el montaje sin puentes térmicos.

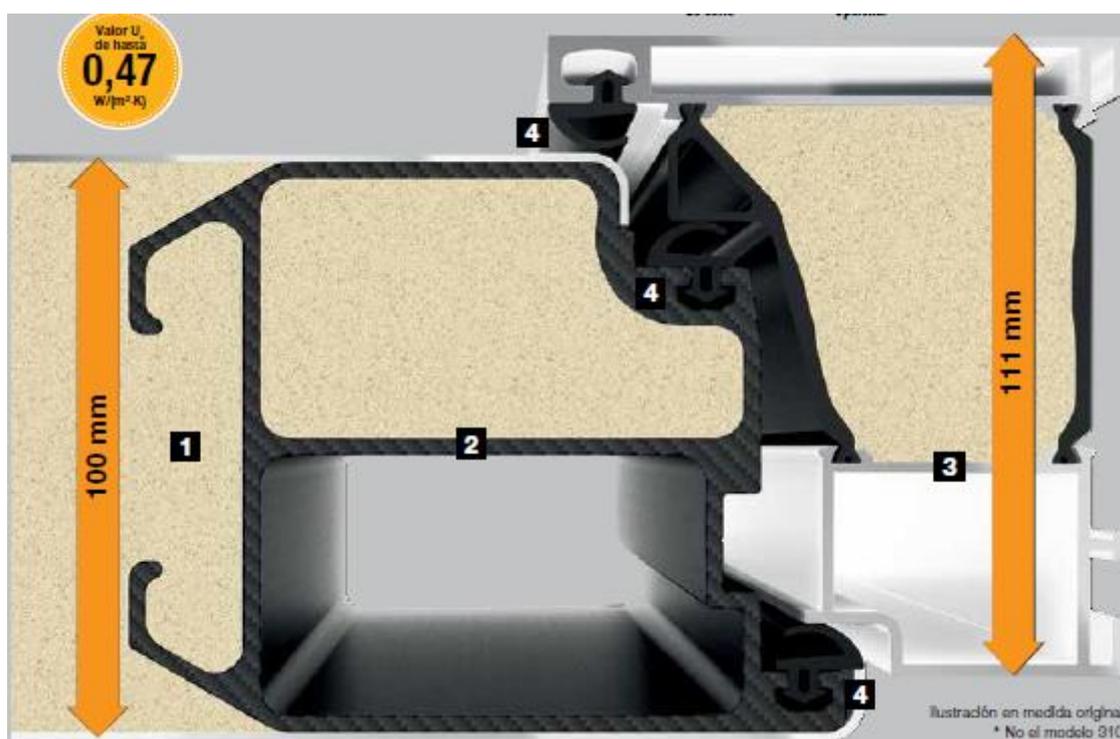
Vista interior enrasada en toda la superficie como en las puertas de las habitaciones (5).

Bisagras ocultas (6).

Manilla de acero inoxidable (7).

Bombín con protección antimanipulación (8).

Equipamiento de seguridad RC 3 con cerradura de seguridad en 9 puntos (9)





La empresa HORMANN nos ofrece una alta personalización de la puerta. Podemos elegir el acabado, tipo de tirador, fijos laterales e incluso la puerta del garaje a juego.

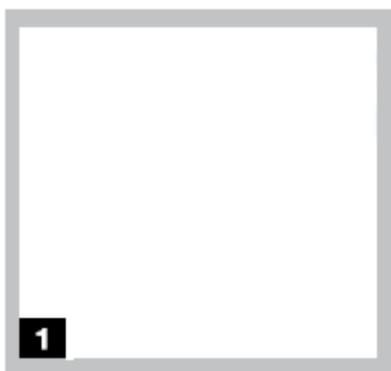
Nuestra puerta será de dimensiones 2.31 x 1.70 m.

Estará formada por la puerta de entrada de 2.31 x 1.00 m + un fijo lateral de 2.10 x 0.40 m. Los marcos serán de 10 cm.

El acabado del vidrio fijo será Stopsol gris.

El tirador exterior será el HOE 600 de acero inoxidable cepillado y el interior la manilla de acero inoxidable Caro.

El acabado interior será el color que viene de serie, el blanco tráfico RAL 9016 (1), mientras que el acabado exterior será de la gama Decograin, Decograin Dark Oak imitación roble de color nogal, similar a las persinas y vigas (2).



5.6.2 Interior

Las puertas interiores serán de madera de roble para barnizar. Estarán formadas por un tablero doble y espesor mínimo de 5 cm. La puerta de la habitación será abatible, mientras que la del baño será corredera con casetón integrado en tabique.

6. SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES

6.1. Protección contra incendios.

Se han previsto en cumplimiento del DB-SI: Seguridad en caso de incendio. Se justifican en el cumplimiento del CTE. Se colocará un extintor en la vivienda y otro en el garaje.

6.2. Anti-intrusión.

Puerta principal con equipamiento de seguridad RC 3 con cerradura de seguridad en 9 puntos y ventanas con equipamiento RC 2.

6.3. Pararrayos.

Se ha previsto en cumplimiento del DB-SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo. Se justifica en el cumplimiento del CTE. No es necesario pararrayos.



6.4. Electricidad.

La instalación eléctrica cumplirá el vigente Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto, por el cual se aprueba el Reglamento electrotécnico de baja tensión. Se adjunta memoria instalación eléctrica.

La tensión de la instalación será de 220 V. Los conductos transcurrirán entre el muro y el trasdosado entro de tubos de protección del tipo “Artiglas” o similar.

El material eléctrico será del tipo “Simon” serie 82 Nature.

En la cocina se colocarán dos lámparas colgantes y una tira led con marco de aluminio bajo los muebles altos.

En el comedor se instalará una lámpara colgante sobre la mesa y unos focos sobre la zona del sofá.

En el dormitorio se colocará una lámpara colgante y un foco en pared.

En el baño se colocarán un conjunto de focos de techo.

Prescripciones:

Cualquier toma de corriente admitirá una intensidad mínima de 10 A en alumbrado y 16 A en otros usos. Toda canalización de los circuitos será bajo tubo de protección. Las canalizaciones eléctricas se separarán un mínimo de 30 cm de las de aguas y 5 cm de las instalaciones de telefonía o TV/FM.

6.5. Fontanería.

6.5.1 Abastecimiento

El abastecimiento de agua se realizará a partir de la red municipal de distribución general. Mediante el tubo de alimentación enterrado, el agua llega al armario del contador donde tenemos un filtro antical, una llave de corte, válvula antirretorno y el contador de la vivienda. A partir de aquí, el tubo de alimentación continúa hasta llegar al aljibe de agua potable. El aljibe cuenta con una válvula flotador y una llave de corte.

En el aljibe se sitúa el grupo de presión dotado de dos bombas que distribuirá el agua a la instalación interior de la vivienda con una presión inicial de 25 m.c.a.

Hemos optado por este sistema de abastecimiento de agua porque el caudal y la presión de la red eran insuficientes.

Nuestro sistema también cuenta con un by-pass, una derivación alternativa que une el tubo de alimentación directamente con la instalación interior de la vivienda de manera que no se produzca una interrupción total del suministro en el caso de avería del grupo de presión.



6.5.2 Aljibe

Deberá comprobarse el buen estado del aljibe existente y en el caso de que hubiese patologías deberán repararse.

6.5.3 Tuberías

La tubería prevista para toda la instalación es de polibutileno con protección en todo su recorrido. Su diámetro será el suficiente para una velocidad inferior a 1.5 m/s (se especifica en los cálculos de agua fría y agua caliente sanitaria). Las uniones y piezas especiales irán roscadas y para asegura la estanqueidad de las mismas se realizará un sellado con colas especiales. La entrada y distribución del agua en la vivienda se hará por la solera ventilada de forma ascendente, colocándose llaves de paso en todas las entradas de los locales (baños, cocina y garaje) y llave general de corte en la entrada a la vivienda.

Prescripciones:

Cuando la tubería atraviese muros, paredes o forjados, se colocará un manguito pasa-muros de PVC con una holgura mínima de 10 mm y se rellenará el espacio libre con masilla plástica. La instalación de agua estará separada como mínimo 30 cm de todo tipo de conducción o cuadro eléctrico.

El tendido de las tuberías de agua fría se hará de tal modo que no resulten afectadas por focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o Calefacción) a una distancia de 4 cm., como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente.

Como medida encaminada al ahorro de agua, en la red de A.C.S. debe disponerse una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15,00 m. Esta red de retorno irá equipada con un temporizador que mantendrá el circuito activo mientras los ocupantes estén en la vivienda y lo desactivará durante las noches y cuando los ocupantes no estén en la vivienda.

Las tuberías se aislarán con coquilla flexible de espuma elastomérica de 25 mm de espesor.

Una vez finalizada la instalación se procederá a comprobar la estanqueidad de la red a una presión doble a la prevista de uso.

6.5.4 A.C.S y energía solar

– Producción:

La producción de A.C.S. se realizará mediante un grupo térmico para producción de agua caliente sanitaria instantánea, a gas butano, conectado al depósito acumulador solar como

equipo de apoyo, y equipado con un sistema de regulación y control automático de la temperatura del agua.

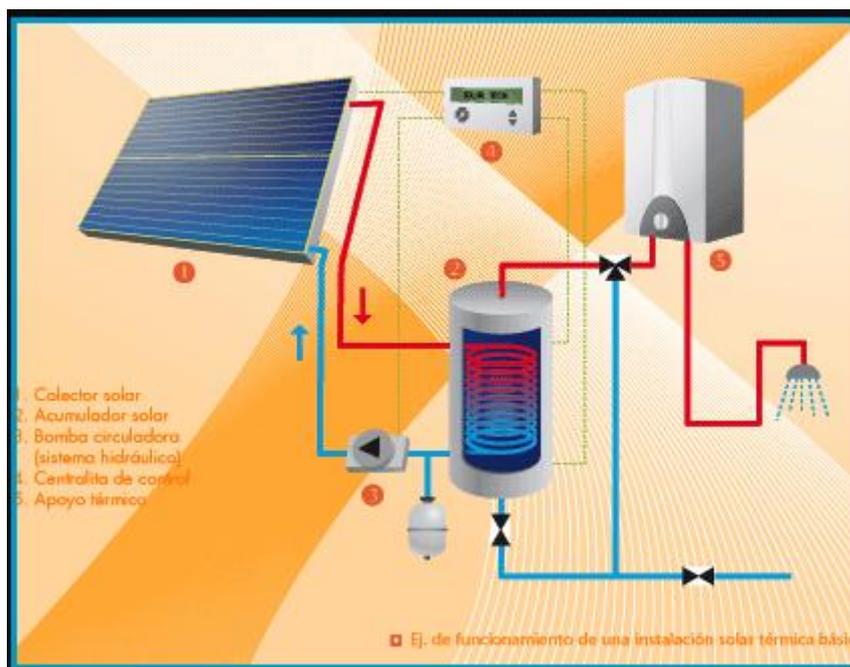
– Abastecimiento:

El agua procedente de nuestra instalación particular llega con la temperatura de red a nuestro interacumulador donde se calienta mediante el circuito cerrado de la instalación solar hasta llegar a la temperatura deseada (entre 45 y 60 °C) y se almacena.

Cuando necesitamos agua caliente esta proviene del depósito interacumulador.

En los momentos en los que la demanda de agua caliente es muy elevada y consumimos toda la almacenada en el interacumulador se activa la caldera y calienta instantáneamente el agua para que tengamos agua caliente siempre que la necesitemos. Esto es posible gracias al sistema de regulación y control instalado.

Paralelamente el circuito cerrado de la instalación solar sigue funcionando y calentando agua para almacenar en el interacumulador.



– Características calentador:

Calentador instantáneo a gas butano y propano, para el servicio de A.C.S., mural vertical, para uso interior, cámara de combustión abierta y tiro natural, encendido electrónico a pilas, sin llama piloto, control termostático de temperatura, pantalla digital, posibilidad de trabajar con agua precalentada por un sistema solar, caudal de A.C.S. de 2,5 a 11 l/min, potencia de A.C.S. de 5 a 19,2 kW, eficiencia al 100% de carga nominal 88,1%, eficiencia al 30% de carga nominal

81%, eficiencia energética clase A, perfil de consumo M, dimensiones 580x310x220 mm, peso 10,4 kg, modelo HYDROBATTERY PLUS, WTD 11 KB "JUNKERS", con dispositivo de control de evacuación de los productos de la combustión y control de llama por sonda de ionización.

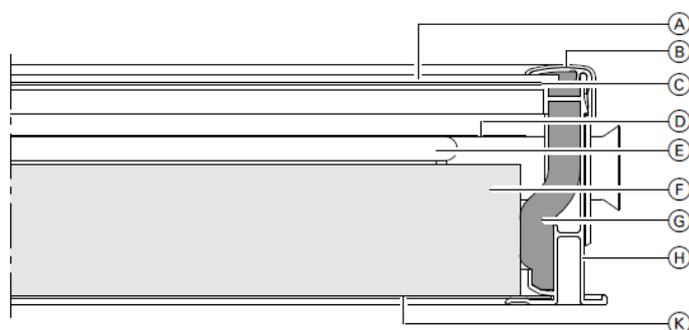


– Características captador solar:

Captador solar Vitosol Viessman 300F SH3C para instalación individual colocado sobre cubierta inclinada con estructura de apoyo para conseguir una inclinación de 30°. Dimensiones 2380 x 1056 x 90 mm, superficie útil total de 2.32 m² rendimiento óptico 0,862 y coeficiente de pérdidas primario 3,143 W/m²K, según UNE-EN 12975-2.

El componente principal del Vitosol 300-F, modelo SV3C/SH3C es el absorbedor con recubrimiento altamente selectivo y la cubierta con plancha de cristal antirreflectante. Esta cubierta mejora notablemente el rendimiento óptico del colector. El absorbedor garantiza una elevada absorción de la radiación solar y una reducida emisión de radiación térmica. El absorbedor cuenta con un tubo de cobre en forma de serpentín por el que circula el medio portador de calor.

El medio portador de calor recibe el calor del absorbedor a través del tubo de cobre. El absorbedor está envuelto en una caja altamente aislante, gracias a la cual se minimizan las pérdidas de calor del colector. El excelente aislamiento térmico resiste elevadas temperaturas, evita la desgasificación y está optimizado para satisfacer las exigencias de un colector de alto rendimiento.



- | | |
|---|---|
| Ⓐ Cubierta de vidrio solar con recubrimiento antirreflector por ambas caras de 3,2 mm | Ⓔ Tubo de cobre en forma de serpentín |
| Ⓑ Listón embellecedor de aluminio en azul oscuro | Ⓕ Aislamiento térmico de material celular de resina de melamina |
| Ⓒ Junta continua de la plancha de vidrio | Ⓖ Aislamiento térmico de material celular de resina de melamina |
| Ⓓ Absorbedor | Ⓗ Perfil de marco de aluminio en azul oscuro |
| | Ⓚ Chapa de fondo de acero con recubrimiento de aluminio-zinc |

– Características interacumulador

Interacumulador Vitocell 100V CVAA-A 160 es un depósito de acumulación de acero resistente a la corrosión con esmaltado de dos capas Ceraprotect. Características:

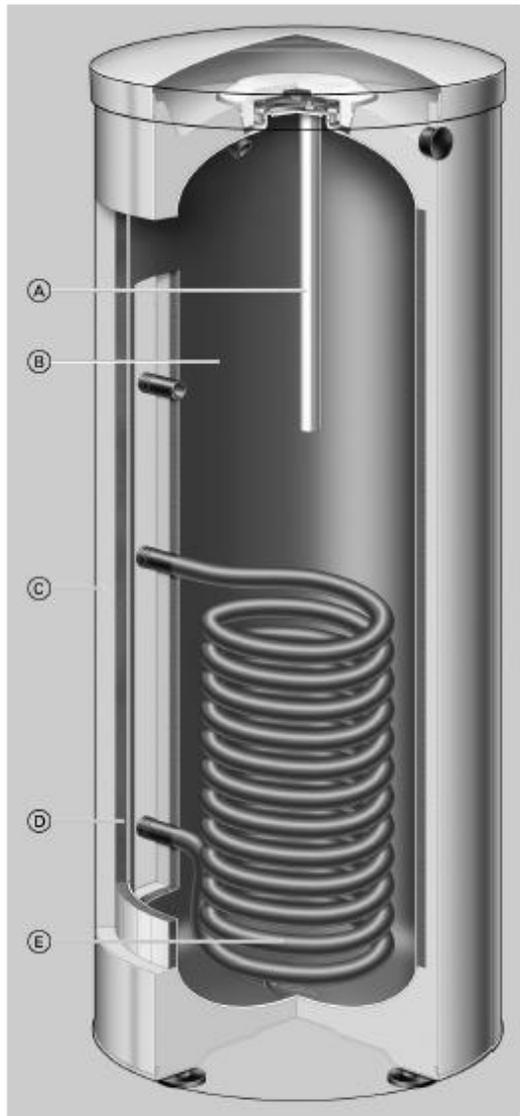
Protección catódica adicional mediante ánodo de magnesio;

Calentamiento de todo el volumen de agua a través de serpentines que llegan hasta el fondo del interacumulador

Gran confort de A.C.S. gracias al calentamiento rápido y uniforme mediante un serpentín de grandes dimensiones

Para reducir las pérdidas de calor al mínimo, Vitocell 100-V, modelo CVAA-A con capacidad de 160 y 200 litros está disponible también con un aislamiento térmico con panel de vacío integrado de la “clase de eficiencia energética A”.

Vitocell 100-V, modelo CVAA-A



- (A) Ánodo de magnesio o de corriente inducida
- (B) Depósito de acumulación de acero con esmaltado de dos capas Ceraprotect
- (C) Aislamiento térmico completo de alta eficacia
- (D) Panel de vacío de la "clase de eficiencia energética A"
- (E) Calentamiento de todo el volumen de agua a través de serpentines que llegan hasta el fondo del interacumulador



- Circuito primario

Formado por bomba de circulación WILO-YONOS PARA 25/6 suficiente para nuestro caudal de 0.116 m³/h y una pérdida de carga de 2.92 mca.



Power	
Max. delivery head	6.2 m
Max. volume flow	3.3 m ³ /h

La proporción de anticongelante dependerá del clima de la zona. Lo normal es calcular la proporción para que la mezcla pueda resistir, sin congelarse una temperatura 5°C menor a la mínima histórica registrada en la zona. Para ello es necesario consultar archivos climáticos con datos registrados durante años.

En Mallorca la mínima se sitúa en -10°C por lo tanto utilizaremos -15°C

Utilizaremos el Tyfocor LS como fluido anticongelante suministrado por VIESSMAN, el cual cumple toda la normativa.

Según la tabla necesitaremos una proporción del 33% en concentración.



Para la red de tuberías se opta por una tubería preaislada de cobre de diámetro 13/15 mm. Este tipo de tubería es la más recomendada para este tipo de instalaciones.

Esta conducción va dotada de un aislamiento resistente a la radiación ultravioleta y a las condiciones exteriores, además lleva incorporado un cableado de 2 hilos para la instalación de la sonda solar en el captador.

El espesor del aislamiento será de 25 mm en tramos interiores y de 35 mm en tramos exteriores.

El circuito primario debe disponer de un vaso de expansión para absorber las dilataciones del fluido caloportador. El vaso de expansión evita que el fluido de trabajo escape a través de la válvula de seguridad (ya que es un circuito cerrado).

Según los cálculos utilizaremos uno de la marca AMR o similar de 8 litros de capacidad.



Se colocarán purgadores manuales o automáticos en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado.

- Características sistema de regulación

Utilizaremos el modelo VIESSMANN Vitosolic 100 SD1 con las siguientes características:

Regulación electrónica por diferencia de temperatura

Para producción bivalente de A.C.S. con colectores de energía solar o calderas a gasóleo/gas.

Con lectura digital de la temperatura, balance de potencia y sistema de diagnóstico. Es posible la comunicación con regulaciones de caldera Vitotronic para la supresión de calentamiento auxiliar del interacumulador de A.C.S. y/o calentamiento del volumen de precalentamiento del A.C.S.

Para montaje en la pared, sondas de temperatura del interacumulador y del colector incluida en el volumen de suministro.



6.6. Evacuación de residuos líquidos y sólidos.

6.6.1 Saneamiento

Las bajantes de aguas fecales y residuales serán de tubería de PVC del tipo “Terrain” o similar. Las piezas irán unidas y selladas con colas especiales. En la cocina será de Ø63 mm mientras que en el baño de Ø110 mm. Tendrán un diámetro uniforme en toda su altura.

Los colectores de evacuación horizontal serán enterrados de PVC del tipo “Terrain” o similar. Las piezas irán unidas y selladas con colas especiales. La pendiente de los colectores no será inferior del 2%. En la cocina será de Ø63 mm mientras que en el baño de Ø110 mm.

Las arquetas de dimensiones especificadas en el Plano de Saneamiento serán prefabricadas registrables. Se colocarán arquetas en las conexiones y cambios de dirección, según se indica en el Plano de Saneamiento.

Se dispondrán registros de tal manera que los tramos entre los contiguos no superen 15 m.

Las redes de pequeña evacuación serán del mismo material que bajantes y colectores. En el caso de desagüe por sifones individuales, la distancia del sifón más alejado a la bajante a la que acometa no será mayor de 4,00 m. Y las pendientes de las derivaciones estarán comprendidas entre un 2,5% y 5% para desagües de fregaderos, lavaderos, lavabos y bidés, y menor del 10% para desagües de bañeras y duchas. Debe disponerse un rebosadero en los lavabos, bidés, bañeras y fregaderos.

Cuando se utilice el sistema de sifones individuales, los ramales de desagüe de los aparatos sanitarios deben unirse a un tubo de derivación, que desemboque en la bajante.

El desagüe del baño se realizará mediante bote sifónico de 110 mm de diámetro.

La distancia del bote sifónico a la bajante no será mayor de 2 m., y la del aparato más alejado al bote sifónico no mayor de 2,50 m. Las pendientes de las derivaciones estarán comprendidas entre un 2% y 4%.

El desagüe de los inodoros a las bajantes se realizará directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menor que 1,00 m.



Se utilizará un sistema de ventilación primaria para asegurar el funcionamiento de los cierres hidráulicos, prolongando las bajantes de agua residuales al menos 1,30 m. por encima de la cubierta de la vivienda.

La conexión de la red de fecales será a una fosa séptica prefabricada y se ejecutará de forma oblicua y en el sentido de la corriente.

6.6.2 Pluviales

Tenemos una cubierta inclinada a un agua donde colocaremos en toda la longitud del alero un canalón de recogida de aguas de acero galvanizado de $\varnothing 125$ mm en la zona de la vivienda y $\varnothing 100$ mm en el garaje. La pendiente será del 2%.

Las bajantes serán del mismo material y situaremos una en el centro de la vivienda de $\varnothing 63$ mm y otra el lateral de la fachada del garaje de $\varnothing 50$ mm.

Ambas bajantes enlazarán con una arqueta y esta con un colector horizontal enterrado de $\varnothing 90$ mm que desembocará en aljibe de aguas pluviales.

Deberá comprobarse el buen estado del aljibe existente y en el caso de que hubiese patologías deberán repararse.

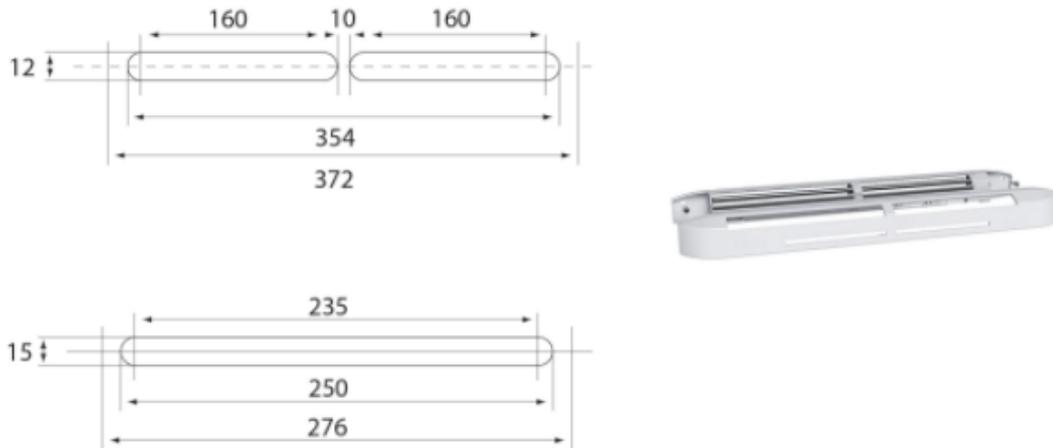
En el aljibe colocaremos un grupo de presión, válvula flotador y llave de cierre, rebosadero y ventilación.

6.7 Ventilación.

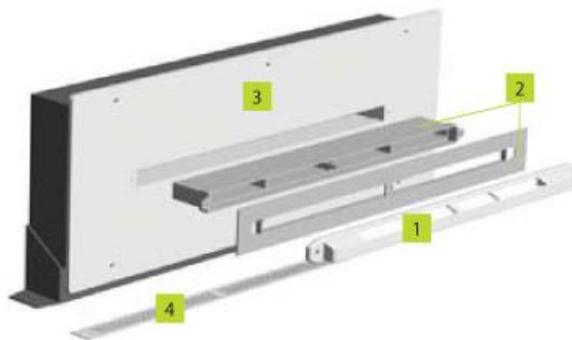
El sistema de ventilación de la vivienda será de simple flujo higrorregulable, con circulación del aire de los locales secos a los húmedos. Tendremos admisión del aire de forma natural y extracción de forma mecánica. Un sistema de ventilación higrorregulable nos permite la regulación automática de los caudales de renovación en las entradas de aire del exterior y las bocas de extracción en función del nivel de humedad en las estancias.

El dormitorio y el salón-comedor tienen carpinterías exteriores de clase 4 lo que significa que la permeabilidad al aire es mínima. Para la admisión del aire se colocará una entrada de aire higrorregulable acústica mediante la instalación de un sistema silenciador sobre ventana de la marca SIBER. Colocaremos una en el dormitorio y una en el salón-comedor.

Entada de aire higrorregulable acústica:



Sistema silenciador sobre ventana:



1. Entrada de aire 22, 30, 45 m³/h o 6/45 m³/h.
2. Manguito plástico de regulación long. 50 mm, con placa de fijación
3. Silenciador
4. Rejilla exterior de aluminio blanca



Nuestra vivienda dispone además, de un sistema de ventilación complementario de ventilación natural por la carpintería exterior practicable.

Las particiones entre los locales secos y húmedos disponen de aperturas de paso. El mínimo son 70 cm² lo que equivaldría a 1cm de holgura debajo de una puerta de 70 cm de ancho.

La cocina y el cuarto de baño tendrán carpinterías exteriores de clase 4. En las estancias húmedas (baño y cocina) la extracción se realizará mediante extractores centrífugos domésticos de la serie ECOAIR DESIGN ECOWATT modelo M de la marca S&P. Se trata de ventiladores centrífugos concebidos para funcionamiento continuo a caudal constante y velocidad lenta, con posibilidad de pasar a velocidad rápida mediante un interruptor o humidistato incorporado en el aparato.

El motor está montado sobre silent-blocks elásticos que absorben las vibraciones y evitan el ruido radiado.

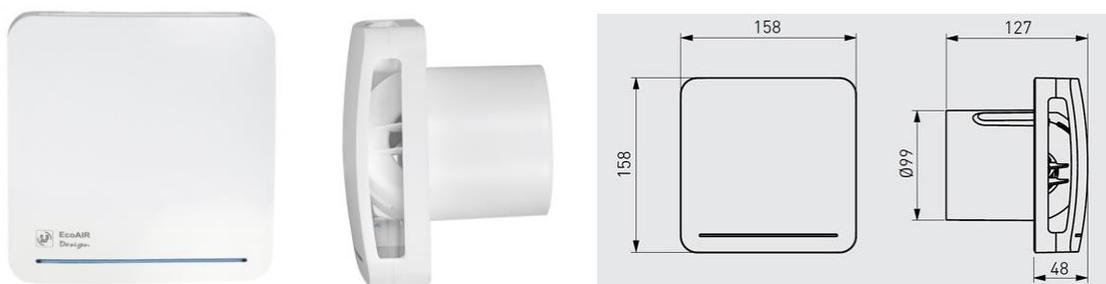
Están concebidos para ser conectados a conductos de 100 mm de diámetro y pueden ser instalados tanto en pared como en techo.

Modelo	Caudal constante		Potencia absorbida (W)		SFP* (W/m³/s)	Nivel presión sonora [dB(A)]**		Peso (Kg)
	(m³/h)	l/s	min.	máx.		min.	máx.	
ECOAIR DESIGN ECOWATT	15	4	1,5	4,6	360	<20	<20	0,57
	22	6	1,8	4,7	290	<20	22	
	30	9	2,2	5,1	260	<20	25	
	36	10	2,7	5,5	270	21	27	
	45	13	3,5	6,0	310	25	30	
	54	15	4,3	6,8	360	30	32	
	Caudal máximo - mediante interruptor							
65	18	4,3	7,2	410	32	32		

Si comparamos con un sistema de extracción híbrido vemos que el sistema mecánico nos aporta grandes ventajas.

En primer lugar la sección de los conductos de es 3 veces menor, su funcionamiento continuo nos aporta unas condiciones óptimas de confort las 24 horas y en cuanto al gasto energético como podemos ver en la anterior tabla de características su consumo es mínimo.

Si calculamos un consumo medio de 4 W/h durante 24 h y 31 días, tenemos 3264 W al mes o lo que sería lo mismo 3,264 Kw. A un precio aproximado de 0,15 €/Kw tenemos un gasto mensual de unos 0,5 €.



Estas estancias disponen además, de un sistema de ventilación complementario de ventilación natural por la carpintería exterior practicable.



En la cocina además se colocará un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción. La campana extractora estará conectada a un conducto de extracción independiente de los de la ventilación general de la vivienda que no podrá utilizarse para la extracción de aire de locales de otro uso. La campana extractora elegida es de la marca S&P, en concreto la serie ONDA CRISTAL 600N- 640 m³/h.

Incluye filtros de aluminio tipo profesional. Conexión a conductos de 120 mm de diámetro.

El conducto de salida de humos del grupo térmico de calefacción se realizará con un tubo de doble pared de acero inoxidable AISI 316L de 150 mm de diámetro y pared exterior de acero aluminizado, con aislamiento entre paredes mediante manta de fibra cerámica de alta densidad de 25 mm de espesor.

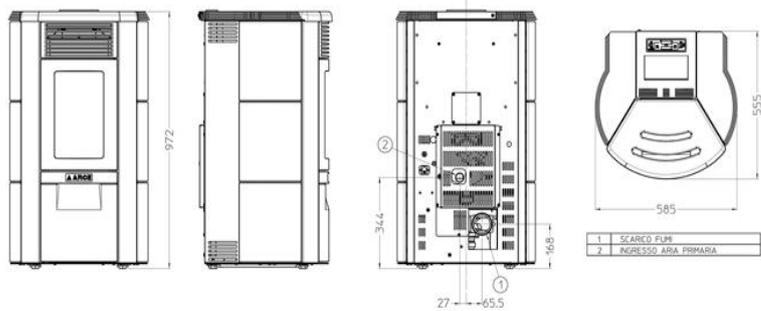
6.8. Telecomunicaciones.

Instalación de TV/FM

Se instalará antena de TV/FM mediante mástil, de hierro galvanizado, sin que se dañe el recubrimiento de la cubierta, en la parte más alta de la vivienda y alejado de shunts, chimeneas u otros obstáculos. El mástil no se recibirá en ningún caso en la impermeabilización de la cubierta o en su protección.

6.9. Instalaciones térmicas y rendimiento energético.

Estufa a pellets, serie Aire, modelo Circle Plus Canalizada "ARCE", potencia térmica nominal de 4,9 a 12,5 kW, rendimiento 88%, volumen de calefacción, calculado con un requisito de 40 W/m³, 310 m³, revestimiento de cristal color Tórtola, sistema de ventilación forzada controlada electrónicamente, con posibilidad de canalización de aire caliente mediante 2 tubos de 8 m de longitud máxima que permiten calentar otras dependencias, con mando a distancia, compuesta de frontal (puerta, rejilla y puerta inferior) de fundición, hogar de ladrillos refractarios, quemador de fundición, cristal cerámico resistente a los 800°C, panel de control con pantalla de led, termostato-programador, difusor de flujo de aire direccionable, empuñadura oculta para apertura, humidificador de aire ambiental y depósito para pellets de 29 litros, según UNE-EN 13240.



El conducto de salida de humos del grupo térmico de calefacción se realizará con un tubo de doble pared de acero inoxidable AISI 316L de 150 mm de diámetro y pared exterior de acero aluminizado, con aislamiento entre paredes mediante manta de fibra cerámica de alta densidad de 25 mm de espesor.

6.10. Climatización.

La vivienda estará dotada de instalación de aire acondicionado mediante sistema partido, señalándose en los planos la ubicación de las unidades interiores y exteriores.

Se propone el siguiente multisplit 2x1 Mistsubishi. 2 unidades interiores MSZ-EF35VE2 (salón-comedor), MSZ-EF25VE2 (habitación) y una unidad exterior (MXZ-2D42VA) con las siguientes características:

Equipo de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 2x1, con unidades interiores de pared, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz).

Características unidad interior salón comedor (MSZ-EF35VE2): potencia frigorífica nominal 3,5 kW, consumo eléctrico en refrigeración 0,91 kW, SEER 8,5 (clase A+++) potencia calorífica nominal 4 kW, consumo eléctrico en calefacción 0,955 kW, SCOP 5,7 (clase A+++).

Características unidad interior habitación (MSZ-EF25VE2): potencia frigorífica nominal 2,5 kW, consumo eléctrico en refrigeración 0.545 kW, SEER 8,5 (A+++), potencia calorífica nominal 3,2 kW, consumo eléctrico en calefacción 0,7 kW, SCOP 6 (clase A+++). Formado por dos unidades interiores con las siguientes características cada una de ellas: caudal 4,0 / 4,6 / 6,3 / 8,3 / 10,5 m³/min (según función), presión sonora mínima/máxima: 21 / 23 / 29 / 36 / 42 dBA (según función), dimensiones 299 x 885 x 195 mm, peso 11,5 kg, filtro purificador del aire Nano-Platinum que incorpora partículas de platino-cerámica que generan efectos antibacterianos y deodorizantes sobre el aire, panel liso de color blanco con pantalla LCD retroiluminada, mandos a distancia inalámbricos.

Y una unidad exterior con compresor tipo Inverter DC (MXZ-2D42VA), potencia frigorífica nominal 4,2 kW, consumo eléctrico en refrigeración 1 kW, SEER 6,7 (clase A++) potencia calorífica nominal 4,2 kW, consumo eléctrico en calefacción 0,93 kW, SCOP 5,7 (clase A+), caudal de aire 27,7 m³/min, presión sonora 46 dBA, potencia sonora 60 dBA, dimensiones 550x800(+69)x285(+59.5) mm, peso 37 kg, diámetro de conexión de la tubería de gas 9,52 x 2 mm, diámetro de conexión de la tubería de líquido 6,35 x 2 , longitud máxima de tuberías 30 m.

Incluye soportes y fijaciones de las unidades interior y exterior, tubería de desagüe con sifón, conexión frigorífica entre unidades, conexión eléctrica entre unidades, sujeción y protección mecánica de los tendidos de líneas con ocultación bajo canaleta registrable en zonas vistas. Incluso elementos antivibratorios y soportes de apoyo. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.





7. EQUIPAMIENTO

7.1 Baño

Mueble base, 800 mm, para lavamanos semiencastrado 813972, con recorte en el centro, marca LAUFEN.

Lavamanos LAUFEN semiencastrado Ibagnolaesi ONE 813972.

Mezclador electrónico 1 agua para lavabo. Alimentación con 4 pilas alcalinas 1,5V LRG (AA). Colección M2 de ROCA



Rociador de pared o techo orientable de acero inoxidable cromado RAINDREAM de ROCA de 400x400 mm, rectangular y brazo cuadrado de 400 mm de soporte a pared.



Mezclador termostático empotrable para baño-ducha con desviador-regulador de caudal, cromado, modelo T-2000 de ROCA. A completar con RocaBox.

Set de ducha Sensum de ROCA, incluye ducha de mano de 130 mm de 4 funciones, soporte de ducha articulado y flexible de PVC satinado de 1,70 m.



Plato de ducha extraplano de STONEX®, Terran de ROCA, dimensiones 1400x900x31 mm, fondo antideslizante.



Inodoro Meridian IN-TANK de ROCA, suspendido con tanque integrado. Incluye soporte en "L" para instalación mural, tapa y asiento.



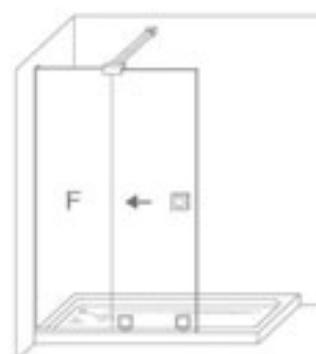
Mampara London Sport de DEYBAN compuesta por dos hojas, una fija y otra corredera, vidrio templado Securizado 8mm, cerco U20 mm, cruce de puertas 6 cm, altura 205 cm y hojas de 77 cm. Incorpora sistema antical-easyclean.



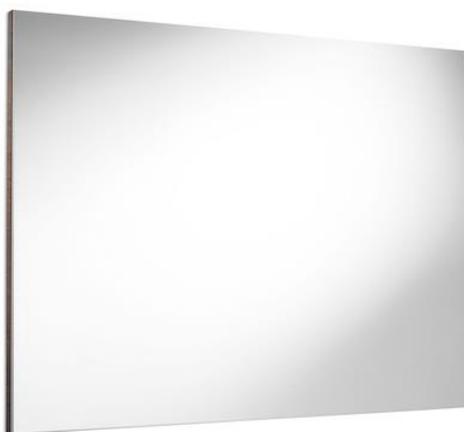
Sujección Barra Superior



Tirador



Espejo Victoria-N de ROCA, de dimensiones 800x700x119.



7.2 Cocina

Fregadero Olso, reversible de 2 cubetas, QUARZEX® de ROCA, color gris con escurridor, recogedor, dos orificios insinuados para la grifería, válvulas 3 ½" y sifón. Dimensiones 800x500x200 mm.

Mezclador monomando Targa de ROCA para cocina con caño giratorio extraíble, acabado cromado.



Los electrodomésticos serán los siguientes: una placa inducción, una campana extractora, un lavavajillas, una lavadora, una secadora y un frigorífico con congelador. Todos contarán con clasificación energética A+++.

El lavavajillas, la lavadora y la secadora estarán integrados en el mobiliario.

Dispondrá de un contenedor de doble función para residuos, uno para materia orgánica y otro para envases.



CUMPLIMIENTO CTE

CAPÍTULO 1. DB SEGURIDAD ESTRUCTURAL MADERA

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Normativa vigente

Para la realización de nuestros cálculos hemos utilizado la versión del DB SE-M – Seguridad estructural Madera de Abril de 2009.

1.2 Ámbito de aplicación

El campo de aplicación de este DB es el de la verificación de la seguridad de los elementos estructurales de madera en edificación.

2. BASES DE CÁLCULO

2.1 Propiedades de los materiales

2.1.1 Valor característico de la resistencia del material

En la tabla E.1 se indican los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas a cada clase resistente para las especies de coníferas y chopo y en la tabla E.2 para las especies frondosas.

Tabla E.1 Madera aserrada. Especies de coníferas y chopo. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente

Propiedades	Clase resistente											
	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistencia (característica) en N/mm²												
- Flexión $f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
- Tracción paralela $f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
- Tracción perpendicular. $f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- Compresión paralela $f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	22	22	23	25	26	27	29
- Compresión perpendicular $f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
- Cortante $f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Rigidez, en kN/mm²												
- Módulo de elasticidad paralelo medio $E_{0,medio}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
- Módulo de elasticidad paralelo 5 ^o -percentil $E_{0,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
- Módulo de elasticidad perpendicular medio $E_{90,medio}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
- Módulo transversal medio G_{medio}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Densidad, en kg/m³												
- Densidad característica ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
- Densidad media ρ_{medio}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

2.1.2 Valor de cálculo de las propiedades del material y de las uniones

El valor de cálculo, X_d , de una propiedad del material (resistencia) se define como:

$$X_d = k_{mod} \cdot \left(\frac{X_k}{\gamma_M} \right)$$

Siendo:

- X_k valor característico de la propiedad del material (Tabla E1)
- γ_M coeficiente parcial de seguridad para la propiedad del material definido en la tabla 2.3;
- k_{mod} factor de modificación, cuyos valores figuran en la tabla 2.4 teniendo en cuenta, previamente, la clase de duración de la combinación de carga de acuerdo con la tabla 2.2 y la clase de servicio del apartado 2.2.2.2.

Tabla 2.3 Coeficientes parciales de seguridad para el material, γ_M .

Situaciones persistentes y transitorias:	
- Madera maciza	1,30
- Madera laminada encolada	1,25
- Madera microlaminada, tablero contrachapado, tablero de virutas orientadas	1,20
- Tablero de partículas y tableros de fibras (duros, medios, densidad media, blandos)	1,30
- Uniones	1,30
- Placas clavo	1,25
Situaciones extraordinarias:	
	1,0

2.2 Factores que afectan al comportamiento estructural de la madera

2.2.1 Clases de duración de las acciones

Las acciones que solicitan al elemento considerado deben asignarse a una de las clases de duración de la carga establecidas en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Clases de duración de las acciones

Clase de duración	Duración aproximada acumulada de la acción en valor característico	Acción
Permanente	más de 10 años	Permanente, peso propio
Larga	de 6 meses a 10 años	Apeos o estructuras provisionales no itinerantes
Media	de una semana a 6 meses	sobrecarga de uso; nieve en localidades de >1000 m
Corta	menos de una semana	viento; nieve en localidades de < 1000 m
Instantánea	algunos segundos	sismo

2.2.2 Clases de servicio

Cada elemento estructural considerado debe asignarse a una de las clases de servicio definidas a continuación, en función de las condiciones ambientales previstas:

Clase de servicio 1	Se caracteriza por un contenido de humedad de la madera correspondiente a una temperatura de $20 \pm 2^\circ \text{C}$ y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 65% unas pocas semanas al año. En esta clase se encuentran, en general, las estructuras de madera expuestas a un ambiente interior.
Clase de servicio 2	Se caracteriza por un contenido de humedad de la madera correspondiente a una temperatura de $20 \pm 2^\circ \text{C}$ y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año. En esta clase se encuentran, en general, las estructuras de madera a cubierto, pero abiertas y expuestas al ambiente húmedo, como es el caso de cobertizos y viseras, además de las piscinas cubiertas, debido a su ambiente húmedo.
Clase de servicio 3	Condiciones ambientales que conduzcan a contenido de humedad superior al de la clase 2. En esta clase se encuentran, en general, las estructuras de madera expuestas a un ambiente exterior sin cubrir.

En la clase de servicio 1 la humedad de equilibrio higroscópico media en la mayoría de las coníferas no excede el 12%. En esta clase se encuentran, en general, las estructuras de madera expuestas a un ambiente interior.

La influencia de dichos factores (duración de las acciones y clase de servicio) se tiene en cuenta con un factor de modificación de la resistencia k_{mod} .

Los valores de la madera maciza figuran en la tabla 2.4 DB SE-M, teniendo en cuenta que si una combinación de acciones incluye acciones pertenecientes a diferentes clases de duración, el factor k_{mod} debe elegirse como el correspondiente a la acción de más corta duración (artículo 2.2.3 DB SE-M).

Tabla 2.4 Valores del factor k_{mod}

Material	Norma	Clase de servicio	Clase de duración de la carga				
			Permanente	Larga	Media	Corta	Instantánea
Madera maciza	UNE-EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

3. DURABILIDAD

Este capítulo trata de las medidas para garantizar la durabilidad de la estructura al menos durante el que se considere periodo de servicio y en condiciones de uso adecuado.

La durabilidad de una estructura depende, en gran medida, del diseño constructivo y de la durabilidad natural, aunque en algunos casos es además necesario añadir un tratamiento.

3.1 Clases de uso

El concepto de clase de uso está relacionado con la probabilidad de que un elemento estructural sufra ataques por agentes bióticos, y principalmente es función del grado de humedad que llegue a alcanzar durante su vida de servicio.



Se definen las siguientes clases de uso:

1. Clase de uso 1: el elemento estructural está a cubierto, protegido de la intemperie y no expuesto a la humedad. En estas condiciones la madera maciza tiene un contenido de humedad menor que el 20%. Ejemplos: vigas o pilares en el interior de edificios
2. Clase de uso 2: el elemento estructural está a cubierto y protegido de la intemperie pero, debido a las condiciones ambientales, se puede dar ocasionalmente un contenido de humedad de la madera mayor que el 20 % en parte o en la totalidad del elemento estructural. Ejemplos: estructura de una piscina cubierta en la que se mantiene una humedad ambiental elevada con condensaciones ocasionales y elementos estructurales próximos a conductos de agua;
3. Clase de uso 3: el elemento estructural se encuentra al descubierto, no en contacto con el suelo. El contenido de humedad de la madera puede superar el 20% Se divide en dos clases:
 - Clase de uso 3.1: El elemento estructural se encuentra al exterior, por encima del suelo y protegido, es decir sujeto a medidas de diseño y constructivas destinadas a impedir una exposición excesiva a los efectos directos de la intemperie, inclemencias atmosféricas o fuentes de humedad. En estas condiciones la humedad de la madera puede superar ocasionalmente el contenido de humedad del 20%. Ejemplos: viga que vuela al exterior pero que en su zona superior y testas están protegidas por una albardilla o piezas de sacrificio.
 - Clase de uso 3.2: el elemento estructural se encuentra al exterior, por encima del suelo y no protegido. En estas condiciones la humedad de la madera supera frecuentemente el contenido de humedad del 20%. Ejemplos: cualquier elemento cuya cara superior o testa se encuentre sometida a la acción directa del agua de la lluvia, pilar que sin estar empotrado en el suelo guarda con éste una distancia reducida y está sometido a salpicaduras de lluvia o acumulaciones de nieve, etc.
4. Clase de uso 4: el elemento estructural está en contacto con el suelo o con agua dulce y expuesto por tanto a una humidificación en la que supera permanentemente el contenido de humedad del 20%. Ejemplos: construcciones en agua dulce y pilares en contacto directo con el suelo.
5. Clase de uso 5: situación en la cual el elemento estructural está permanentemente en contacto con agua salada. En estas circunstancias el contenido de humedad de la madera es mayor que el 20%, permanentemente. Ejemplo: construcciones en agua salada.

3.2 Protección de la madera

La madera puede sufrir daños causados por agentes bióticos y abióticos. El objetivo de la protección preventiva de la madera es mantener la probabilidad de sufrir daños por este origen en un nivel aceptable.

El fabricante de un producto indicará, en el envase y documentación técnica del dicho producto, las instrucciones de uso y mantenimiento.

3.2.1 Protección preventiva frente a los agentes bióticos

Los elementos estructurales de madera deben estar protegidos de acuerdo con la clase de uso a la que pertenecen.

En la tabla 3.1 se indica el tipo de protección exigido en función de la clase de uso.

Nuestras vigas de madera se encuentran en su mayor parte dentro de la vivienda (clase 1) pero otra parte queda embebida en el muro y sobresale al exterior como base del alero de la cubierta (clase 3.1).

Tabla 3.1 Elección del tipo de protección

Clase de uso		Nivel de penetración NP (UNE-EN 351-1)
1	NP1 ⁽¹⁾	Sin exigencias específicas. Todas las caras tratadas
2	NP1 ⁽²⁾⁽³⁾	Sin exigencias específicas. Todas las caras tratadas
3.1	NP2 ⁽³⁾	Al menos 3 mm en la albura de todas las caras de la pieza.
3.2	NP3 ⁽⁴⁾	Al menos 6 mm en la albura de todas las caras de la pieza. Todas las caras tratadas.
4	NP4 ⁽⁵⁾	Al menos 25 mm en todas las caras
	NP5	Penetración total en la albura. Todas las caras tratadas
5	NP6 ⁽⁴⁾	Penetración total en la albura y al menos en 6 mm en la madera de duramen expuesta.

⁽¹⁾ Se recomienda un tratamiento superficial con un producto insecticida

⁽²⁾ El elemento de madera deberá recibir un tratamiento superficial con un producto insecticida y fungicida.

⁽³⁾ Los elementos situados en cubiertas ventiladas se asignarán a la clase 2. En cubiertas no ventiladas, se asignarán a la clase 3.1, salvo que se incorpore una lámina de impermeabilización, en cuyo caso se asignarán a la clase 2. Asimismo, se considerarán de clase 3.1 aquellos casos en los que en el interior de edificaciones exista riesgo de generación de puntos de condensación no evitables mediante medidas de diseño y evacuación de vapor de agua

⁽⁴⁾ Las maderas no durables naturalmente empleadas en estas clases de uso deberán ser maderas impregnables (clase 1 de la norma UNE-EN 350-2).

⁽⁵⁾ Sólo para el caso de madera de sección circular (rollizo).

3.2.2 Protección preventiva frente a agentes meteorológicos

El mejor protector frente a los agentes meteorológicos es el diseño constructivo, y especialmente las medidas que evitan o minimizan la retención de agua.

Si la clase de uso es igual o superior a 3 los elementos estructurales deben estar protegidos frente a los agentes meteorológicos.

En elementos estructurales situados al exterior deben usarse productos que permitan el intercambio de humedad entre el ambiente y la madera. Se recomienda el empleo de protectores superficiales que no formen una capa rígida permitiendo el intercambio de vapor de agua entre la madera y el ambiente. En el caso de emplear productos que formen una

película como las pinturas y los barnices, deberá establecerse y seguirse un programa de mantenimiento posterior.

3.2.3 Solución

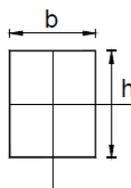
Nuestras vigas de madera se encuentran en su mayor parte dentro de la vivienda (clase 1) pero otra parte queda embebida en el muro y sobresale al exterior como base del alero de la cubierta (clase 3.1).

Por lo tanto deberemos aplicar una protección preventiva frente a los agentes bióticos y frente a los agentes meteorológicos.

4. ANÁLISIS Y CÁLCULO ESTRUCTURAL

4.1 Análisis estructural

- Luz vanos: 4m
- Intereje: 0.60 m
- Clase resistente C24 (propiedades según SE-M Tabla E.1)
- Dimensiones: $h=20$ cm, $b= 10$ cm
- Clase de servicio 1 (Estructura interior)



CARGAS PERMANENTES

- Peso material de cubierta:

Teja cerámica: $0,5 \text{ KN/m}^2 \cdot 0,6 \text{ m} = 0,3 \text{ KN/m}$

Ondutherm : $0,3 \text{ KN/m}^2 \cdot 0,6 \text{ m} = 0,18 \text{ KN/m}$

Total = $0,3 + 0,18 = 0,48 = g_{p,f}$

- Peso propio de las vigas de $0,20 \times 0,10$ m de clase resistente C24 ($4,2 \text{ KN/m}^3$) con un intereje de $0,60\text{m}$:

$0,20 \cdot 0,10 \cdot 4,2 = 0,084 \text{ KN/m} = g_{p,v}$

$0,084/0,60 = 0,14 \text{ KN/m}^2$

- Total carga permanente = $0,3 + 0,18 + 0,084 = 0,564 \text{ KN/m} = g_{p,TOTAL}$
(Clase de duración permanente)

CARGAS VARIABLES

- Sobrecarga de uso (CTE DB SE-AE apartado 3.1):

$$1 \text{ KN/m}^2 \cdot 0,6 \text{ m} = 0,6 \text{ KN/m} = q_{v,su}$$

(Clase de duración media)

- Sobrecarga de nieve (CTE DB SE-AE apartado 3.5):

$$0,4 \text{ KN/m}^2 \cdot 0,6 \text{ m} = 0,24 \text{ KN/m} = q_{v,n}$$

(Clase de duración corta)

- Sobrecarga de viento (CTE DB SE-AE apartado 3.3):

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0,5 \cdot 1,6 \cdot 0,8 = 0,64 \text{ KN/m} \quad (V_{\text{presión}}) = q_{v,vp}$$
$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0,5 \cdot 1,6 \cdot (-0,4) = -0,32 \text{ KN/m} \quad (V_{\text{succión}}) = q_{v,vs}$$

(Clase de duración corta)

Siendo:

$$q_b = 0,5 \text{ KN/m} \text{ (España)}$$
$$c_e = 1,6 \text{ (grado aspereza III, altura 3 m)}$$
$$c_p = 0,8 \text{ presión y } -0,4 \text{ succión (esbeltez 0,75)}$$

En la cubierta inclinada el viento se transmite mediante una carga uniformemente distribuida de forma perpendicular a la cubierta. No tendremos en cuenta la carga de succión por lo que solo indicaremos las cargas de presión

$$\text{- Total carga variable} = 0,6 + 0,24 + 0,64 = 1,48 \text{ KN/m} = q_{v,TOTAL}$$

COMBINACIÓN DE LAS ACCIONES

Las tablas que se muestran a continuación han sido extraídas del CTE DB-SE 4.

Para las combinaciones de hipótesis hemos usado la siguiente expresión:

4.2.2 Combinación de acciones

- 1 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.3)$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);
- b) una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- c) el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$).

Los valores de los coeficientes de seguridad, γ , se establecen en la tabla 4.1 para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Para comprobaciones de estabilidad, se diferenciará, aun dentro de la misma acción, la parte favorable (la estabilizadora), de la desfavorable (la desestabilizadora).

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		⁽¹⁾	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

⁽¹⁾ En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

- Hipótesis 1 (S.U. principal)

$$P_{d1} = 1,35 (g_{p,f}) + 1,5 (q_{v,su}) + 1,5 \cdot \Psi_{0,n} \cdot (q_{v,n}) + 1,5 \cdot \Psi_{0,v} \cdot (q_{v,vp})$$

$$P_{d1} = 1,35 (0,564) + 1,5 (0,6) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot (0,24) + 1,5 \cdot 0,6 \cdot (0,64)$$

$$P_{d1} = 0,7614 + 0,9 + 0,18 + 0,576 = 2,4174 \text{ KN/m}$$

- Hipótesis 2 (Nieve principal)

$$P_{d2} = 1,35 (g_{p,f}) + 1,5 (q_{v,n}) + 1,5 \cdot \Psi_{0,su} \cdot (q_{v,su}) + 1,5 \cdot \Psi_{0,v} \cdot (q_{v,vp})$$

$$P_{d2} = 1,35 (0,564) + 1,5 (0,24) + 1,5 \cdot 0,7 \cdot (0,6) + 1,5 \cdot 0,6 \cdot (0,64)$$

$$P_{d2} = 0,7614 + 0,36 + 0,63 + 0,576 = 2,3274 \text{ KN/m}$$

- Hipótesis 3 (Viento principal)

$$P_{d3} = 1,35 (g_{p,f}) + 1,5 (q_{v,vp}) + 1,5 \cdot \Psi_{0,n} \cdot (q_{v,n}) + 1,5 \cdot \Psi_{0,su} \cdot (q_{v,su})$$

$$P_{d3} = 1,35 (0,564) + 1,5 (0,64) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot (0,24) + 1,5 \cdot 0,7 \cdot (0,6)$$

$$P_{d3} = 0,7614 + 0,96 + 0,18 + 0,63 = 2,5314 \text{ KN/m}$$

4.2 Cálculo estructural

E.L.U. FLEXIÓN

Debe cumplirse la siguiente condición:

La resistencia de cálculo a flexión ($f_{m,d}$) debe ser mayor a la tensión de cálculo a flexión ($\sigma_{m,d}$)

$$f_{m,d} \geq \sigma_{m,d} \quad \rightarrow \quad 16,61 \geq 7,59 \quad \rightarrow \quad \text{CUMPLE}$$

$$- f_{m,d} = k_{mod} \cdot \left(\frac{R_k}{\gamma_M} \right)$$

$$f_{m,d} = 0,9 \cdot \frac{24}{1,3} = 16,61 \text{ N/mm}^2$$

$$- \sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W_y} = \frac{5060000}{666666.667} = 7,59 \text{ N/mm}^2$$

$$M_d = \frac{P_{d3} \cdot l^2}{8} = \frac{2,5314 \cdot 4^2}{8} = 5,06 \text{ KN/m} = 5060000 \text{ N/mm}$$

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{100 \cdot 200^2}{6} = 666666,667 \text{ mm}^3$$

E.L.U. CORTANTE

Debe cumplirse la siguiente condición:

La resistencia de cálculo a cortante ($f_{v,d}$) debe ser mayor a la tensión de cálculo a cortante (τ_d)

$$f_{v,d} \geq \tau_d \quad \rightarrow \quad 2,77 \geq 0,378 \quad \rightarrow \quad \text{CUMPLE}$$

$$- f_{v,d} = k_{mod} \cdot \left(\frac{R_k}{\gamma_M} \right)$$

$$f_{v,d} = 0,9 \cdot \frac{4}{1,3} = 2,77 \text{ N/mm}^2$$

$$- \tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h} = \frac{5062,8}{67 \cdot 200} = 0,378 \text{ N/mm}^2$$

$$V_d = \frac{P_{d3} \cdot l}{2} = \frac{2,5314 \cdot 4}{2} = 5,0628 \text{ KN} = 5062,8 \text{ N}$$

$$b_{ef} \text{ (madera maciza)} = 0,67 \cdot b = 0,67 \cdot 100 = 67 \text{ mm}$$

E.L.U. VUELCO LATERAL EN FLEXIÓN SIMPLE

Debe cumplirse la siguiente condición:

La tensión de cálculo a flexión ($\sigma_{m,d}$) debe ser menor a la resistencia de cálculo a flexión ($f_{m,d}$) multiplicada por el coeficiente de vuelco lateral (k_{crit}).

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d} \cdot k_{crit} \quad \rightarrow \quad 7,59 \leq 16,61 \cdot 1 \quad \rightarrow \quad \text{CUMPLE}$$

$$- f_{m,d} = 16,61 \text{ N/mm}^2$$

$$- \sigma_{m,d} = 7,59 \text{ N/mm}^2$$

$$- k_{crit} = 1$$

$$\beta_v = L_{ef} / L \rightarrow 0,95 = L_{ef} / 4 \rightarrow L_{ef} = 3,8 \text{ m}$$

$$c_e = \sqrt{\frac{l_{ef} \cdot h}{b^2}} = \sqrt{\frac{3,8 \cdot 0,2}{0,1^2}} = 8,72$$

Tabla 6.2 Valores del coeficiente β_v para vigas de sección constante con diferentes condiciones de carga y de restricción en los extremos.

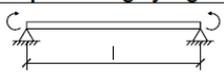
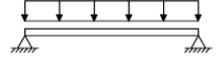
Tipo de carga y viga	$\beta_v = L_{ef} / L$
	$\beta_v = 1,00$
	$\beta_v = 0,95$

Tabla 6.3 Valores del coeficiente de vuelco lateral, k_{crit} , para vigas de directriz recta y sección rectangular constante, según la clase resistente y el coeficiente C_e .

Clase Resistente	Coeficiente de esbeltez geométrica C_e														
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
C14	1,00	1,00	0,91	0,82	0,73	0,63	0,54	0,45	0,39	0,33	0,29	0,26	0,23	0,20	0,18
C16	1,00	1,00	0,91	0,82	0,73	0,64	0,54	0,46	0,39	0,34	0,29	0,26	0,23	0,20	0,18
C18	1,00	1,00	0,91	0,82	0,72	0,63	0,54	0,45	0,38	0,33	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18
C20	1,00	0,99	0,90	0,80	0,71	0,61	0,52	0,43	0,37	0,32	0,28	0,24	0,22	0,19	0,17
C22	1,00	0,98	0,88	0,78	0,68	0,59	0,49	0,41	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16
C24	1,00	0,98	0,88	0,79	0,69	0,59	0,50	0,42	0,36	0,31	0,27	0,23	0,21	0,19	0,17

Madera C24 y c_e menor a 10

E.L.S DEFORMACIÓN

Tabla 7.1 Valores de k_{def} para madera y productos derivados de la madera

Material	Tipo de producto	Clase de servicio		
		1	2	3
Madera maciza		0,60	0,80	2,00
Madera laminada encolada		0,60	0,80	2,00
Madera microlaminada (LVL)		0,60	0,80	2,00

- 2 Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \tag{4.6}$$

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor característico (G_k);
- b) una acción variable cualquiera, en valor característico (Q_k), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- c) el resto de las acciones variables, en valor de combinación ($\psi_0 \cdot Q_k$).

- 4 Los efectos debidos a las acciones de larga duración, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado casi permanente, a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \tag{4.8}$$

siendo:

- a) todas las acciones permanentes, en valor característico (G_k);
- b) todas las acciones variables, en valor casi permanente ($\psi_2 Q_k$).

- Integridad $\rightarrow F \leq \frac{l}{400}$ (Combinación característica, acciones después de la puesta en obra del elemento).

p = fluencia cargas permanentes + cargas variables

$$p = (k_{def} \cdot G_k) + Q_v + (\omega_0 \cdot Q_n) + (\omega_0 \cdot Q_{su})$$

$$p = 0,60 \cdot 0,564 + 0,64 + (0,5 \cdot 0,24) + (0,7 \cdot 0,6)$$

$$p = 1,5184 \text{ KN/m}$$

$$F_{integridad} = \frac{5 \cdot p \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 1,5184 \cdot 4000^4}{384 \cdot 11000 \cdot \frac{1}{12} \cdot 100 \cdot 200^3} = 6,89 \text{ mm}$$

$$6,89 \leq \frac{l}{400} \quad \rightarrow \quad 6,89 \leq 10,00 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{CUMPLE}$$

- Apariencia $\rightarrow F \leq \frac{l}{300}$ (Combinación casi permanente, acciones permanentes y casi permanentes).

p = permanentes + fluencia permanentes + casi permanentes

$$p = G_k + (k_{def} \cdot G_k) + (Q_{su} \cdot \omega_2)$$

$$p = 0,564 + (0,6 \cdot 0,564) + (0,6 \cdot 0,3)$$

$$p = 1,0824 \text{ KN/m}$$

$$F_{apariencia} = \frac{5 \cdot p \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 1,0824 \cdot 4000^4}{384 \cdot 11000 \cdot \frac{1}{12} \cdot 100 \cdot 200^3} = 4,92 \text{ mm}$$

$$4,92 \leq \frac{l}{300} \quad \rightarrow \quad 4,92 \leq 13,33 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{CUMPLE}$$

- Confort $\rightarrow F \leq \frac{l}{350}$ (Combinación característica, acciones de corta duración).

p = acciones corta duración

$$p = Q_v + (\omega_0 \cdot Q_n)$$

$$p = 0,64 + (0,5 \cdot 0,24)$$

$$p = 0,76 \text{ KN/m}$$



$$F_{confort} = \frac{5 \cdot p \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 0,76 \cdot 4000^4}{384 \cdot 11000 \cdot \frac{1}{12} \cdot 100 \cdot 200^3} = 3,45 \text{ mm}$$

$$3,45 \leq \frac{l}{350} \quad \rightarrow \quad 3,45 \leq 11,43 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{CUMPLE}$$





CAPÍTULO 2. DB SEGURIDAD ESTRUCTURAL ACERO

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Normativa vigente

Para la realización de nuestros cálculos hemos utilizado la versión del DB SE-A – Seguridad estructural Acero del texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).

1.2 Ámbito de aplicación

Este DB se destina a verificar la seguridad estructural de los elementos metálicos realizados con acero en edificación. No se contemplan, por tanto, aspectos propios de otros campos de la construcción (puentes, silos, chimeneas, antenas, tanques, etc.). Tampoco se tratan aspectos relativos a elementos que, por su carácter específico, requieren consideraciones especiales.

2. BASES DE CÁLCULO

2.1 Verificaciones

Se requieren dos tipos de verificaciones de acuerdo a DB SE 3.2, las relativas a:

1. La estabilidad y la resistencia (estados límite últimos).
2. La aptitud para el servicio (estados límite de servicio)

3. DURABILIDAD

1. Ha de prevenirse la corrosión del acero mediante una estrategia global que considere en forma jerárquica al edificio en su conjunto (situación, uso, etc.), la estructura (exposición, ventilación, etc.), los elementos (materiales, tipos de sección, etc.) y, especialmente, los detalles, evitando:
 - La existencia de sistemas de evacuación de aguas no accesibles para su conservación que puedan afectar a elementos estructurales.
 - La formación de rincones, en nudos y en uniones a elementos no estructurales, que favorezcan el depósito de residuos o suciedad.
 - El contacto directo con otros metales (el aluminio de las carpinterías de cerramiento, muros cortina, etc.).
 - el contacto directo con yesos.



2. En el proyecto de edificación se indicarán las protecciones adecuadas a los materiales para evitar su corrosión, de acuerdo con las condiciones ambientales internas y externas del edificio. A tal fin se podrá utilizar la norma UNE-ENV 1090-1: 1997, tanto para la definición de ambientes, como para la definición de las especificaciones a cumplir por las pinturas y barnices de protección, así como por los correspondientes sistemas de aplicación.
3. Los materiales protectores deben almacenarse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y su aplicación se realizará dentro del periodo de vida útil del producto y en el tiempo indicado para su aplicación, de modo que la protección quede totalmente terminada en dichos plazos.
4. A los efectos de la preparación de las superficies a proteger y del uso de las herramientas adecuadas, se podrá utilizar la norma UNE-ENV 1090-1: 1997.
5. Las superficies que no se puedan limpiar por chorreado, se someterán a un cepillado metálico que elimine la cascarilla de laminación y después se deben limpiar para quitar el polvo, el aceite y la grasa.
6. Todos los abrasivos utilizados en la limpieza y preparación de las superficies a proteger, deben ser compatibles con los productos de protección a emplear.
7. Los métodos de recubrimiento: metalización, galvanización y pintura deben especificarse y ejecutarse de acuerdo con la normativa específica al respecto y las instrucciones del fabricante. Se podrá utilizar la norma UNE-ENV 1090-1: 1997.
8. Se definirán y cuidarán especialmente las superficies que deban resistir y transmitir esfuerzos por rozamiento, superficies de soldaduras y para el soldeo, superficies inaccesibles y expuestas exteriormente, superficies en contacto con el hormigón, la terminación de las superficies de aceros resistentes a la corrosión atmosférica, el sellado de espacios en contacto con el ambiente agresivo y el tratamiento de los elementos de fijación. Para todo ello se podrá utilizar la norma UNE-ENV 1090-1: 1997.
9. En aquellas estructuras que, como consecuencia de las consideraciones ambientales indicadas, sea necesario revisar la protección de las mismas, el proyecto debe prever la inspección y mantenimiento de las protecciones, asegurando, de modo permanente, los accesos y el resto de condiciones físicas necesarias para ello.

4. MATERIALES

4.1 Aceros en chapas y perfiles

Los aceros considerados en este DB son los establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general) en cada una de las partes que la componen, cuyas características se resumen en la Tabla 4.1.

En este DB se contemplan igualmente los aceros establecidos por las normas UNE-EN 10210-1:1994 relativa a Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado

de grado fino y en la UNE-EN 10219-1:1998, relativa a secciones huecas de acero estructural conformados en frío.

Tabla 4.1 Características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)			Tensión de rotura f_u (N/mm ²)	
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$3 \leq t \leq 100$	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0					0
S355J2	355	345	335	470	-20
S355K2					-20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J.

Las siguientes son características comunes a todos los aceros:

- módulo de Elasticidad: E 210.000 N/mm²
- módulo de Rigidez: G 81.000 N/mm²
- coeficiente de Poisson: ν 0,3
- coeficiente de dilatación térmica: α $1,2 \cdot 10^{-5}$ (°C)⁻¹
- densidad: ρ 7.850 kg/m³

Todos los procedimientos de comprobación especificados en este DB se basan en el comportamiento dúctil del material, esto es, las comprobaciones de cálculo se refieren al límite elástico o a la tensión de rotura en condiciones de laboratorio. Es por tanto necesario comprobar que la resistencia a rotura frágil es, en todos los casos, superior a la resistencia a rotura dúctil. Esto es cierto en el caso de estructuras no sometidas a cargas de impacto, como son en general las de edificación y cuando los espesores empleados no sobrepasen los indicados en la tabla 4.2 para las temperaturas mínimas a que estarán sometidas en función de su emplazamiento y exposición, según los criterios de DB-SE-AE 3.4, realizadas con los aceros especificados en este apartado, y fabricadas conforme a los requisitos especificados en el capítulo 10 de este DB, por lo que en este caso no se requiere ninguna comprobación

Tabla 4.2 Espesor máximo (mm) de chapas

Grado	Temperatura mínima								
	0 °C			-10 °C			-20 °C		
	JR	J0	J2	JR	J0	J2	JR	J0	J2
S235	50	75	105	40	60	90	35	50	75
S275	45	65	95	35	55	75	30	45	65
S355	35	50	75	25	40	60	20	35	50

Soldabilidad

Todos los aceros relacionados en este DB son soldables y únicamente se requiere la adopción de precauciones en el caso de uniones especiales (entre chapas de gran espesor, de espesores muy desiguales, en condiciones difíciles de ejecución, etc.), según se indica en el Capítulo 10 de este DB.

4.2 Tornillos, tuercas y arandelas

En la tabla 4.3 se resumen las características mecánicas mínimas de los aceros de los tornillos de calidades normalizadas en la normativa ISO.

Tabla 4.3 Características mecánicas de los aceros de los tornillos, tuercas y arandelas

Clase	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)	240	300	480	640	900
Tensión de rotura f_u (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

5. ANÁLISIS Y CÁLCULO ESTRUCTURAL

5.1 Análisis

CARGAS PERMANENTES

1. Peso viga $\rightarrow 0.20 \times 0.14 = 0.028 \text{ KN/m} \times 0.60 \text{ m (intereje)} = 0.047 \text{ KN/m} \times 2.1 \text{ m} = 0.1 \text{ KN/m}$

2. Peso forjado:

- Ondutherm $\rightarrow 0.30 \text{ KN/m}^2 \times 2.1 \text{ m} = 0.63 \text{ KN/m}$
- Teja $\rightarrow 0.5 \text{ KN/m}^2 \times 2.1 \text{ m} = 1.05 \text{ KN/m}$

Total cargas permanentes = $0.63 + 1.05 + 0.1 = 1.78 \text{ KN/m} \rightarrow (g_{p,f})$

CARGAS VARIABLES

1. Sobrecarga de uso $\rightarrow 1 \text{ KN/m}^2 \times 2.1 \text{ m} = 2.1 \text{ KN/m} \rightarrow (q_{v,su})$

2. Sobrecarga nieve $\rightarrow 0.4 \text{ KN/m}^2 \times 2.1 \text{ m} = 0.84 \text{ KN/m} \rightarrow (q_{v,n})$

Total cargas variables = $2.1 + 0.84 = 2.94 \text{ KN/m}$

COMBINACIÓN DE LAS ACCIONES

Las tablas que se muestran a continuación han sido extraídas del CTE DB-SE 4.

Para las combinaciones de hipótesis hemos usado la siguiente expresión:

4.2.2 Combinación de acciones

1 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.3)$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);
- b) una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- c) el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$).

Los valores de los coeficientes de seguridad, γ , se establecen en la tabla 4.1 para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Para comprobaciones de estabilidad, se diferenciará, aun dentro de la misma acción, la parte favorable (la estabilizadora), de la desfavorable (la desestabilizadora).

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

- Hipótesis de cálculo:

Al tratarse de una estructura un poco especial en este caso no aplicaremos el coeficiente $\Psi_{0,n}$, lo que hará que la carga sea mayor y estemos un poco más del lado de la seguridad.

$$P_d = 1,35 (g_{p,f}) + 1,5 (q_{v,su}) + 1,5 \cdot \Psi_{0,n} \cdot (q_{v,n})$$

$$P_d = 1,35 (1,78) + 1,5 (2,1) + 1,5 \cdot (0,84)$$

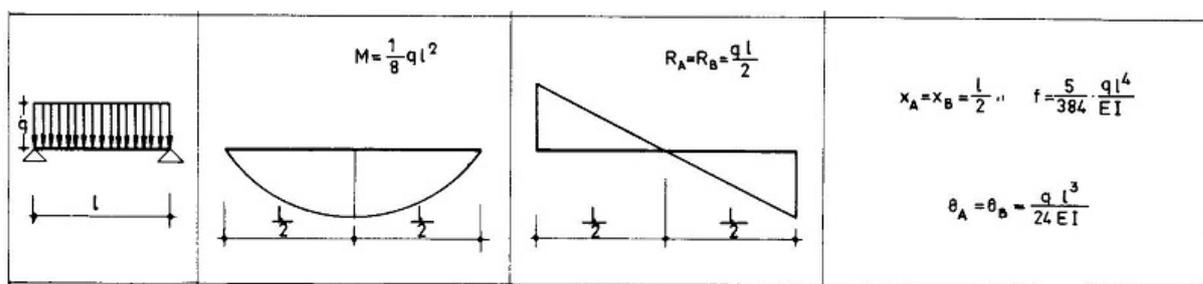
$$P_d = 2.403 + 3.15 + 1.26 = 6.81 \text{ KN/m}$$

5.2 Cálculos

CARGADERO 1

Longitud cargadero = 1.56 m

Carga = 6.81 KN/m



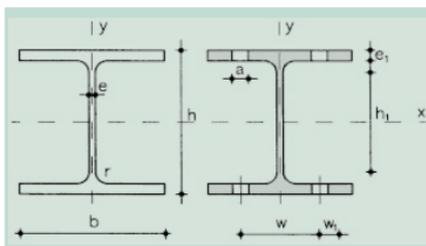
E.L.U. FLEXIÓN

$$M_d = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{6.81 \cdot 1.56^2}{8} = 2.07 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$W \geq \frac{M_d}{f_{yd}} = \frac{2.07 \cdot 10^6}{2.75/1.05} = 7.9 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{HEB 100} = 90 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Tabla 2.A1.3. Perfiles HEB, HEA y HEM



A = Área de la sección
 S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
 I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
 $W_x = 2I_x : h$: Módulo resistente de la sección, respecto a X
 $i_x = \sqrt{I_x : A}$: Radio de giro de la sección, respecto a X
 I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
 $W_y = 2I_y : b$: Módulo resistente de la sección, respecto a Y
 $i_y = \sqrt{I_y : A}$: Radio de giro de la sección, respecto a Y
 I_t = Módulo de torsión de la sección
 I_a = Módulo de alabeo de la sección
 u = Perímetro de la sección
 a = Diámetro del agujero del roblón normal
 w = Gramil, distancia entre ejes de agujeros
 h_1 = Altura de la parte plana del alma
 p = Peso por m

Perfil	Dimensiones							Términos de sección							Agujeros			Peso				
	h mm	b mm	e mm	e ₁ mm	r ₁ mm	h ₁ mm	u mm	A cm ²	S _x cm ³	I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _t cm ⁴	I _a cm ⁶	w mm	w ₁ mm	a mm	p kp/m	
HEB 100	100	100	6,0	10,0	12	56	567	26,0	52,1	450	90	4,16	167	33	2,53	9,34	3.375	55	—	13	20,4	P
HEB 120	120	120	6,5	11,0	12	74	686	34,0	82,6	864	144	5,04	318	53	3,06	14,90	9.410	65	—	17	26,7	P
HEB 140	140	140	7,0	12,0	12	92	805	43,0	123,0	1.509	216	5,93	550	79	3,58	22,50	22.480	75	—	21	33,7	P
HEB 160	160	160	8,0	13,0	15	104	918	54,3	177,0	2.492	311	6,78	889	111	4,05	33,20	47.940	85	—	23	42,6	P
HEB 180	180	180	8,5	14,0	15	122	1.040	65,3	241,0	3.831	426	7,66	1.363	151	4,57	46,50	93.750	100	—	25	51,2	P
HEB 200	200	200	9,0	15,0	18	134	1.150	78,1	321,0	5.696	570	8,54	2.003	200	5,07	63,40	171.100	110	—	25	61,3	P

E.L.S DEFORMACIÓN

Carga sin mayorar = 4.72 KN/m

$$f_{max} = L/300 = 1560/300 = 5.2 \text{ mm}$$

$$f_{HEB100} = \frac{5 p \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 4.72 \cdot 1560^4}{384 \cdot 210000 \cdot 450 \cdot 10^4} = 0.39 \text{ mm}$$

0.39 mm < 5.2 mm CUMPLE

SUPERFICIE DE APOYO, CORTANTE

CLASE DE PIEDRA	Resistencia (2) (kp/ cm ²)	Resistencia a compresión de cálculo σ^* según la clase de fábrica					
		SÍLLERÍA ⁽³⁾			MAMPOSTERÍA		
		A hueso con asientos labrados (kp/ cm ²)	Sillares h \geq 30 cm con mortero tipo mínimo M-80 (kp/ cm ²)	Sillares h<30 cm con mortero tipo mínimo M-40 (kp/ cm ²)	Escuadrada con mortero tipo mínimo M-40 (kp/cm ²)	Concertada con mortero tipo mínimo M-5 (kp/cm ²)	En seco (kp/ cm ²)
Granito Sienita Basalto	≥ 1000	80	60	40	25	10	7
Arenisca cuarzosa Caliza dura Mármol	≥ 300	40	30	20	12	8	6
Arenisca caliza Caliza blanda	≥ 100	20	15	10	8	6	5

$$6.81 \text{ KN/m} + 0.408 \text{ KN/m (peso 2 HEB100)} = 7.218 \text{ KN/m}$$

1.56 m (longitud hueco)

$$\frac{7.216 \times 1.56 \text{ m}}{2} = 5.63 \text{ KN}$$

$$\frac{563 \text{ Kg}}{8 \text{ Kg/cm}^2} = 70.37 \text{ cm}^2$$

$$\frac{70.37 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm}} = 3.51 \text{ cm}$$

Por seguridad utilizaremos mínimo 20 cm de superficie de apoyo.

CARGADERO 2

Longitud cargadero = 3.40 m

Carga = 6.81 KN/m

E.L.U. FLEXIÓN

$$M_d = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{6.81 \cdot 3.40^2}{8} = 9.84 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$W \geq \frac{M_d}{f_{yd}} = \frac{9.84 \cdot 10^6}{2.75/1.05} = 37 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{HEB 100} = 90 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

E.L.S. DEFORMACIÓN

Carga sin mayorar = 4.72 KN/m

$$f_{max} = L/300 = 3400/300 = 11.33 \text{ mm}$$

$$f_{HEB100} = \frac{5 p \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 4.72 \cdot 3400^4}{384 \cdot 210000 \cdot 450 \cdot 10^4} = 8.69 \text{ mm}$$

8.69 mm < 11.33 mm CUMPLE

SUPERFICIE DE APOYO, CORTANTE

6.81 KN/m + 0.408 KN/m (peso 2 HEB100) = 7.218 KN/m

3.40 m (longitud hueco)

$$\frac{7.216 \times 3.40 \text{ m}}{2} = 12.27 \text{ KN}$$

$$\frac{1227 \text{ Kg}}{8 \text{ Kg/cm}^2} = 153.38 \text{ cm}^2$$

$$\frac{153.38 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm}} = 7.67 \text{ cm}$$

Por seguridad utilizaremos mínimo 20 cm de superficie de apoyo.





CAPÍTULO 3. DB SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Normativa vigente

Las instalaciones de protección contra incendios previstas en este proyecto se adecuarán a la siguiente normativa:

- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento básico Seguridad en caso de incendio (CTE DB-SI) y posteriores modificaciones:
 - Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 23-octubre-2007).
 - Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo (BOE 25- enero-2008).
 - Orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-abril-2009).
 - Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero (BOE 11-marzo-2010).
 - Sentencia del TS de 4/5/2010 (BOE 30/7/2010)

1.2 Criterios generales de aplicación

En las obras de reforma en las que se mantenga el uso, este DB debe aplicarse a los elementos del edificio modificados por la reforma, siempre que ello suponga una mayor adecuación a las condiciones de seguridad establecidas en este DB.

En todo caso, las obras de reforma no podrán menoscabar las condiciones de seguridad preexistentes, cuando éstas sean menos estrictas que las contempladas en este DB.



2. SI 1 – PROPAGACION INTERIOR

Compartimentación de Sector de Incendios

Para uso Residencial Vivienda es necesario que la superficie construida de todo sector de incendio no exceda los 2500m², por lo que toda nuestra vivienda es un único sector.

Nuestro proyecto, la vivienda unifamiliar no precisa tener sectores de incendio en su interior.

El garaje al no tener comunicación con la vivienda, su superficie ser menor a 100m², se considera de riesgo bajo; en todo caso el apartado destinado al garaje no es de aplicación.

La separación entre una vivienda y una zona de uso Aparcamiento requiere EI 60 desde el lado de la vivienda y EI 120 desde el lado del aparcamiento. Si se trata de un aparcamiento propio de la vivienda (zona de riesgo especial bajo) dicha separación debe ser EI 60 y EI 90, respectivamente.

Evacuación de un garaje exclusivo de una vivienda unifamiliar;

El portón para vehículos no es una salida válida para personas. Tiene que haber alguna salida mediante una puerta abatible, de eje vertical y de al menos 80 cm de anchura, la cual puede estar instalada sobre el portón para vehículos, sea éste motorizado o no. El máximo recorrido hasta alguna salida será menor a 25 m.



3. SI 2 – PROPAGACION EXTERIOR

La vivienda se ubica dentro de una parcela de más de 4.000m², por lo que entendemos que la posibilidad de propagar el incendio a las viviendas de las fincas colindantes es prácticamente nula.



4. SI 3 - EVACUACIÓN DE OCUPANTES

4.1 Cálculo de la ocupación

El cálculo se realiza en función de la superficie útil:

Tabla 2.1. Densidades de ocupación⁽¹⁾

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m²/persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	<i>Ocupación nula</i>
	Aseos de planta	3
<i>Residencial Vivienda</i>	Plantas de vivienda	20

Residencial vivienda, se establece una superficie de ocupación de 20m² por persona.

Vivienda en planta baja; capacidad para 2 personas, con un resultado 27,5 m² por persona.

4.2 Números de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.

En la planta baja existe además de la puerta principal otra salida, la puerta balconera de la cocina.

Cumplimos con las condiciones de la tabla 3.1 DB SI-3:

La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación:

- 35 m en zonas en las que se prevea la presencia de ocupantes que duermen, o en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso Hospitalario y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria.
- 75 m en espacios al aire libre en los que el riesgo de declaración de un incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc.

4.3 Dimensionado de los elementos de evacuación

Vamos a comprobar el cumplimiento de las partes de la tabla 4.1 DB-SI 3 que afectan a nuestro proyecto.



Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200^{(1)} \geq 0,80 \text{ m}^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.

- Cumple con Puertas y pasos $A \geq P / 200 \geq 0,80 \text{ m}$

Puerta acceso:

$$0,90 \text{ m} \geq 2/200 = 0,01$$

$$0,90 \text{ m} \geq 0,80 \text{ m}$$

Puerta balconera:

$$2 \times 0,68 \geq 2/200 = 0,01$$

$$2 \times 0,68 \geq 0,80 \text{ m}$$

La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor de 0,60 m ni exceder de 1,23 m.

-Protección de escaleras: **no procede**

-Puertas situadas en recorridos de evacuación: **no procede**

- Señalización de los medios de evacuación: **no procede**

-Control de humo de incendio: **no procede**

- Evacuación de personas discapacitadas en caso de incendio: **no procede**



5. SI 4 – INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1. del DB-SI 4. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios”, en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento.

La vivienda proyectada se ajusta a lo prescrito en la norma al contar con extintores portátiles de incendios de eficacia 21A -113B.

La norma dice que su colocación debe hacerse cada 15 m a lo largo de todo origen de evacuación.

Se situará un extintor junto a la puerta de entrada principal.



6. SI 5 – INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS

La anchura de los viales supera el límite mínimo de 3,5 m, lo que facilita el acceso de los equipos de bomberos hasta nuestra parcela. La capacidad portante del vial de la urbanización es superior a 20 KN/m².

6.1 Accesibilidad por fachada.

Los condicionantes son los siguientes:

-La altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m.

En proyecto 1,00 m.

- Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0,80 m y 1,20 m respectivamente.

En proyecto la menor es de 1,06 x 1,16 m. Se considera que es suficiente para el acceso ya que el área es mayor a la mínima.

- La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada. En proyecto 2,35m.

- No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos.



7. SI 6 – RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

La estructura del inmueble será diseñada teniendo en cuenta la resistencia al fuego que tanto los forjados como los pilares deben presentar.

Toda la estructura alcanzará la clase R30 que es la obligada por este documento básico para las viviendas unifamiliares. Por lo que, en caso de incendio, los usuarios de la vivienda podrán abandonarla sin que se produzca el derrumbe de la misma y sin causar daños durante el tiempo estimado.

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante		
		altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

⁽¹⁾ La *resistencia al fuego* suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa *sectores de incendio* es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un *sector de incendios*, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la *resistencia al fuego* suficiente R que se exija para el uso de dicho sector

⁽²⁾ En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la *resistencia al fuego* exigible a edificios de *uso Residencial Vivienda*.

⁽³⁾ R 180 si la *altura de evacuación* del edificio excede de 28 m.

⁽⁴⁾ R 180 cuando se trate de *aparcamientos robotizados*.

Nuestra estructura a analizar está formada por una cubierta sustentada por vigas de madera y unos apeos o cargaderos metálicos en las ventanas y puertas para sustentar dicha cubierta. Su cumplimiento a la resistencia al fuego de justifica a continuación en los anejos D y E de DB SI.

7.1 Anejo SI D Resistencia al fuego de los elementos de acero

D.2 Método simplificado de cálculo

- D.2.1 Vigas y tirantes

Mediante la Tabla D.1 puede dimensionarse la protección frente al fuego de vigas arriostradas lateralmente o tirantes para una determinada resistencia al fuego, siendo:

- μ_{fi} = coeficiente de sobredimensionado, definido en DB-SI 6.

$$\mu_{fi} = \frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}}$$

$$E_{fi,d} = \eta_{fi} \cdot E_d = 0,51 \cdot E_d$$

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \Psi_{1,1} \cdot Q_{K,1}}{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{K,1}} = \frac{1,78 + 0,5 \cdot 2,1}{1,35 \cdot 1,78 + 1,5 \cdot 2,1} = 0,51$$

$$\mu_{fi} = \frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}} = \frac{0,51 \cdot E_d}{R_{fi,d,0}}$$

Según CTE DB SE 2 apartado 4.2.1 se considera que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de un elemento estructural, sección, punto o de una unión entre elementos, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:

$$E_d \leq R_{fi,d,0}$$

Como $E_d \leq R_{fi,d,0}$ yendo por el lado de la seguridad podemos afirmar que $E_d = R_{fi,d,0}$

$$\text{Entonces; } \mu_{fi} = \frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}} = \frac{0,51 \cdot E_d}{R_{fi,d,0}} = 0,51$$

- A_m/V factor de forma, siendo:

A_m = Superficie expuesta al fuego del elemento por unidad de longitud, la del elemento si no está protegido o la de la cara interior de la protección si está revestido. Se considerará únicamente la del contorno expuesto en el sector de incendio analizado.

V = volumen del elemento de acero por unidad de longitud,

Para elementos de sección constante, A_m/V es igual al cociente entre el perímetro expuesto y el área de la sección transversal.

Factor de forma (masividad) HEB 100 = $218,1 \text{ m}^{-1}$

PERFILES HEB TABLA II. PERFILES NORMALIZADOS. MASIVIDADES

UNE 36.527
DIN 1025-2



DENOMINACIÓN HEB	PESO kg/m	h mm	b mm	t mm	T mm	Sección cm ²	Masividades			
							m ⁻¹	m ⁻¹	m ⁻¹	m ⁻¹
100	20,4	100	100	6,1	10,0	26,0	218,1	153,8	179,6	115,4
120	26,7	120	120	6,3	11,0	34,0	201,8	141,2	166,5	105,9
140	33,7	140	140	7,1	12,0	43,0	187,2	130,2	154,7	97,7
160	42,6	160	160	8,1	13,0	54,3	169,1	117,9	139,6	88,4
180	51,2	180	180	8,3	14,0	65,3	157,7	110,3	130,2	82,7
200	61,3	200	200	9,1	15,0	78,1	147,2	102,4	121,6	76,8
220	71,5	220	220	9,3	16,0	91,0	139,6	96,7	115,4	72,5
240	83,2	240	240	10	17,0	106,0	130,2	90,6	107,5	67,9

- d/λ_p coeficiente de aislamiento del revestimiento, (m²K/W) obtenido como promedio de las caras expuestas al fuego, siendo:

d = espesor del revestimiento, [m]

λ_p = conductividad térmica efectiva del revestimiento, para el desarrollo total del tiempo de resistencia a fuego considerado; (W/mK).

Tabla D.1. Coeficiente de protección, d/λ_p (m²K/W) de vigas y tirantes

Tiempo estándar de resistencia al fuego	Factor de forma A_m/V (m ⁻¹)	Coeficiente de sobredimensionado $>\mu_{fi}$				
		$0,70 >\mu_{fi} \geq 0,60$	$0,60 >\mu_{fi} \geq 0,50$	$0,50 >\mu_{fi} \geq 0,40$		
R 30	30	0,05	0,00 ⁽¹⁾	0,00 ⁽¹⁾		
	50		0,05	0,05		
	100					
	150					
	200					
	250		0,10	0,10		
300	0,05	0,05	0,05			
R 60				30		
				50		
				100	0,10	0,10
				150		
				200		
	250					
300	0,15	0,15				

Obtenemos un coeficiente de aislamiento del revestimiento de 0,10 (m²K/W)

La solución que adoptaremos será la aplicación de una pintura intumescente Promat o similar según la tabla que se muestra a continuación:

Tabla de espesores de la pintura PROMAPAIN[®]-SC4 de acuerdo con Norma EN 13381-8:2010

Factores de forma en m-1	Espesor de PROMAPAIN [®] -SC4 en micras. Perfiles tipo H e I							
	R15		R30		R45		R60	
	Vigas	Pilares	Vigas	Pilares	Vigas	Pilares	Vigas	Pilares
195	188	104	290	296	643	655	996	1014
200	188	104	297	303	650	662	1003	1021
205	188	104	304	311	657	669	1010	1028
210	188	104	311	317	664	676	1016	1034
215	188	104	318	324	670	682	1022	1040
220	188	104	324	330	676	688	1028	1046
225	188	104	330	336	682	694	1034	1052
230	188	104	336	342	688	700	1039	1057
235	188	104	341	348	693	705	1044	1063
240	188	104	347	353	698	710	1049	1068

*Tabla válida para temperatura crítica de 500°C.

Nuestra temperatura crítica para $\mu_{fi} = 0,51$ según la tabla 46.8.1 del capítulo 12 del EAE es de 580°C aproximadamente por lo que vamos por el lado de la seguridad.

Tabla 46.8.1. Temperatura crítica, en °C, en función del grado de utilización de elementos de clase 1, 2 ó 3 no susceptibles de fenómenos de inestabilidad

μ_o	$\theta_{a,cr}$	μ_o	$\theta_{a,cr}$	μ_o	$\theta_{a,cr}$
0,22	711	0,42	612	0,62	549
0,24	698	0,44	605	0,64	543
0,26	685	0,46	598	0,66	537
0,28	674	0,48	591	0,68	531
0,30	664	0,50	585	0,70	526
0,32	654	0,52	578	0,72	520
0,34	645	0,54	572	0,74	514
0,36	636	0,56	566	0,76	508
0,38	628	0,58	560	0,78	502
0,40	620	0,60	554	0,80	496

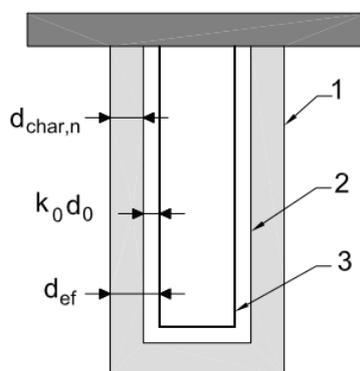
Por lo tanto para conseguir R30 en vigas de acero tipo H necesitamos aplicar un revestimiento de 324 micras.

7.2 Anejo SI E Resistencia al fuego de las estructuras de madera

7.2.1 FUEGO. MÉTODO SECCIÓN REDUCIDA

1. La comprobación de la capacidad portante de un elemento estructural de madera se realiza por los métodos establecidos en DB SE-M, teniendo en cuenta las reglas simplificadas para el análisis de elementos establecidos en E.3, y considerando:

- a. una sección reducida de madera, obtenida eliminando de la sección inicial la profundidad eficaz de carbonización, d_{ef} , en las caras expuestas, alcanzada durante el periodo de tiempo considerado



- 1 Superficie inicial del elemento
- 2 Límite de la sección residual
- 3 Límite de la sección eficaz

Figura E.1. Definición de la sección residual y eficaz.

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0$$

$$d_{ef} = 24 + 1 \cdot 7 = 31 \text{ mm}$$

Siendo:

$d_{char,n} = \beta_n \cdot t = 0.80 \cdot 30 = 24$ (profundidad carbonizada nominal de cálculo, se determinará de acuerdo con el apartado E.2.2.)

$\beta_n = 0,80$ (velocidad de carbonización nominal. Se determinará de acuerdo con E.2.3, tabla E.1.).

Tabla E.1. Velocidad de carbonización nominal de cálculo, β_n , de maderas sin protección

	β_n (mm/min)
Coníferas y haya	
Madera laminada encolada con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
Madera maciza con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,80



$t = 30 \text{ min}$ (tiempo de exposición al fuego).

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante		
		altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

$k_0 = 1$ (para un tiempo, t , mayor o igual a 20 minutos).

$d_0 = 7 \text{ mm}$

- b. que la resistencia de cálculo y los parámetros de cálculo de la rigidez se consideran constantes durante el incendio, tomando como tales los valores característicos multiplicados por el siguiente factor k_{fi} . Para madera maciza $k_{fi} = 1,25$
- c. que el factor de modificación k_{mod} en situación de incendio se tomará igual a la unidad.

2. En este método se consideran las siguientes hipótesis implícitas:

- a. Se analizan, a estos efectos, solamente los elementos estructurales individualmente en lugar de la estructura global.
- b. Las condiciones de contorno y apoyo, para el elemento estructural, se corresponden con las adoptadas para temperatura normal.
- c. No es necesario considerar las dilataciones térmicas en los elementos de madera, aunque sí en otros materiales.

7.2.2 COMPROBACIÓN RESISTENCIA A FLEXIÓN:

Sección reducida (200x100):

Altura = 200 mm – 31 mm = 169 mm

Base = 100 – (2 · 31) = 38 mm

$$f_{m,d} \geq \sigma_{m,d} \rightarrow 30 \geq 27,97 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$- f_{m,d} = k_{mod} \cdot \left(\frac{R_k}{\gamma_M}\right)$$

$$f_{m,d} = 1 \cdot \frac{24 \cdot 1,25}{1,3} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$- \sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W_y} = \frac{5060000}{180886,33} = 27,97 \text{ N/mm}^2$$

$$M_d = \frac{P_{d3} \cdot l^2}{8} = \frac{2,5314 \cdot 4^2}{8} = 5,06 \text{ KN/m} = 5060000 \text{ N/mm}$$

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{38 \cdot 169^2}{6} = 180886,33 \text{ mm}^3$$

7.2.3 COMPROBACIÓN RESISTENCIA A CORTANTE

Sección reducida (200x100):

Altura = 200 mm – 31 mm = 169 mm

Base = 100 – (2 · 31) = 38 mm

$$f_{v,d} \geq \tau_d \rightarrow 5 \geq 1,177 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$- f_{v,d} = k_{mod} \cdot \left(\frac{R_k}{\gamma_M}\right)$$

$$f_{v,d} = 1 \cdot \frac{4 \cdot 1,25}{1} = 5 \text{ N/mm}^2$$

$$- \tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h} = \frac{5062,8}{25,46 \cdot 169} = 1,177 \text{ N/mm}^2$$

$$V_d = \frac{P_{d3} \cdot l}{2} = \frac{2,5314 \cdot 4}{2} = 5,0628 \text{ KN} = 5062,8 \text{ N}$$

$$b_{ef} \text{ (madera maciza)} = 0,67 \cdot b = 0,67 \cdot 38 = 25,46 \text{ mm}$$





CAPÍTULO 4. DB SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Normativa vigente

Las reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad previstas en este proyecto se adecuarán a la siguiente normativa:

- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento básico Seguridad de utilización y accesibilidad (CTE DB-SUA) y posteriores modificaciones:
 - Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 23-octubre-2007)
 - Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo (BOE 25- enero-2008) - Orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-abril-2009)
 - Corrección de errores y erratas de la orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23- septiembre-2009)
 - Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero (BOE 11-marzo-2010)
 - Sentencia del TS de 4/5/2010 (BOE 30/7/2010)

1.2 Criterios generales de aplicación

En obras de reforma en las que se mantenga el uso, este DB debe aplicarse a los elementos del edificio modificados por la reforma, siempre que ello suponga una mayor adecuación a las condiciones de seguridad de utilización y accesibilidad establecidas en este DB.

En todo caso, las obras de reforma no podrán menoscabar las condiciones de seguridad de utilización y accesibilidad preexistentes, cuando éstas sean menos estrictas que las contempladas en este DB

2. SUA 1 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAIDAS

2.1 Resbaladidad

Los suelos se clasifican, en función de su valor de resistencia al deslizamiento R_d , de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.1:

Tabla 1.1 Clasificación de los suelos según su resbaladidad

Resistencia al deslizamiento R_d	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

La tabla 1.2 indica la clase que deben tener los suelos, como mínimo, en función de su localización. Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.

Tabla 1.2 Clase exigible a los suelos en función de su localización

Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas	
- superficies con pendiente menor que el 6%	1
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior ⁽¹⁾ , terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.	
- superficies con pendiente menor que el 6%	2
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3
Zonas exteriores. Piscinas ⁽²⁾ . Duchas.	3

2.2 Discontinuidad del pavimento

Excepto en zonas de uso restringido o exteriores y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

1. No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.
2. Los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda del 25%;
3. En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.



En zonas de circulación no se podrá disponer un escalón aislado, ni dos consecutivos, excepto en los casos siguientes:

1. En zonas de uso restringido;
2. En las zonas comunes de los edificios de uso Residencial Vivienda;
3. En los accesos y en las salidas de los edificios;
4. En el acceso a un estrado o escenario. En estos casos, si la zona de circulación incluye un itinerario accesible, el o los escalones no podrán disponerse en el mismo.

2.3 Desniveles

Con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota mayor que 55 cm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto.

Las barreras de protección tendrán, como mínimo, una altura de 0,90 m cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6 m y de 1,10 m en el resto de los casos, excepto en el caso de huecos de escaleras de anchura menor que 40 cm, en los que la barrera tendrá una altura de 0,90 m, como mínimo.

Para evitar el riesgo de caídas en nuestra parcela, colocaremos barreras de protección en las siguientes zonas:

- En el borde del “marge” (muro de bancale) tenemos un muro de piedra de unos 50 cm de altura lo que no es suficiente; colocaremos una barandilla sobre el muro hasta alcanzar los 90 cm (desnivel menor de 6m).

2.4 Escaleras

Tenemos una escalera existente con 5 peldaños que da acceso a la terraza (parte superior del aljibe). Debido a que en un lateral tenemos un muro de piedra en todo el recorrido y en el otro lateral otro muro hasta la mitad de la escalera donde la altura no excede los 55 cm no colocaremos pasamanos. Siendo puristas deberíamos colocar una barandilla en uno de sus laterales de 1,10 m de altura ya que el muro lateral no cumple con la altura mínima pero no creemos que entrañe el riesgo suficiente.

2.5 Limpieza de acristalamientos exteriores

No tenemos acristalamientos que se encuentren a una altura superior a 6m sobre la rasante exterior

3. SUA 2 – SEGURIDAD FRENTE AL RIEGOS DE IMPACTO O ATRAPAMIENTO

3.1 Impacto

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o practicables de la vivienda.

3.1.1 Riesgo de impacto con elementos fijos.

La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2,10 m en zonas de uso restringido y 2,20 m en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2 m, como mínimo.

Los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación estarán a una altura de 2,20 m, como mínimo.

En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.

3.1.2 Riesgo de impacto con elementos practicables

- No existen elementos practicables que abran hacia zonas de circulación.

3.1.3 Impacto con elementos frágiles

Se identifican las siguientes áreas con riesgo de impacto (véase figura 1.2):

1. En puertas, el área comprendida entre el nivel del suelo, una altura de 1,50 m y una anchura igual a la de la puerta más 0,30 m a cada lado de esta.
2. En paños fijos, el área comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 0,90 m.

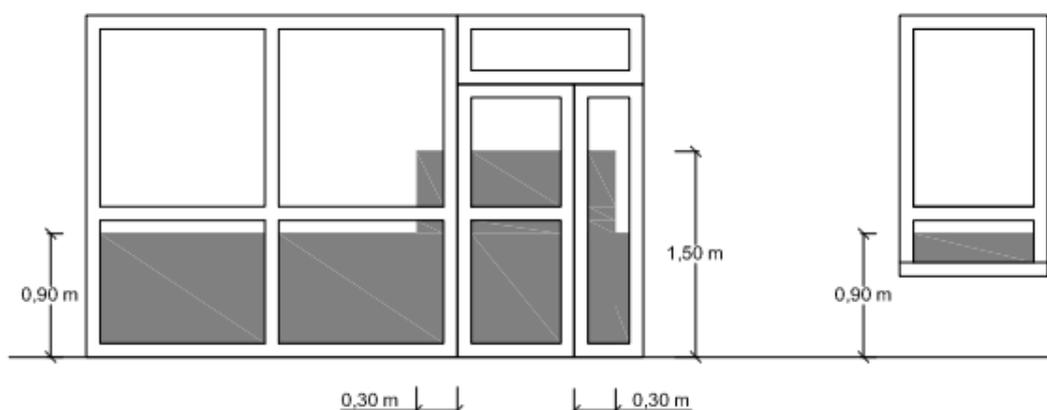


Figura 1.2 Identificación de áreas con riesgo de impacto



Las partes vidriadas de puertas y de cerramientos de duchas y bañeras estarán constituidas por elementos laminados o templados que resistan sin rotura un impacto de nivel 3, conforme al procedimiento descrito en la norma UNE EN 12600:2003.

- En nuestro proyecto la puerta abatible balconera de la cocina, así como la puerta principal con elemento fijo de entrada a la vivienda, se identifican como áreas con riesgo de impacto.

La franja de peligro es el área que va desde la cota 0 a una altura de 1,5m en puertas planta baja y hasta 0,9cm en el vidrio fijo.

En los dos casos anteriores no existe desnivel en dichas puertas, por lo que la resistencia a impacto del vidrio será de Nivel 3.

3.1.4 Riesgo de impacto con elementos insuficientemente perceptibles

En los casos anteriores, al tratarse de superficies acristaladas y como la separación de montantes es menor de 600mm no será necesaria la instalación de bandas de señalización.

3.2 Atrapamiento

En las puertas con cierre automático como es el caso de la puerta de entrada a la parcela, se dispondrán de dispositivos adecuados al tipo de accionamiento y cumplirán con la especificación técnicas propias.



4. SUA 3 –SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

- En el proyecto todas las puertas que tengan bloqueo desde el interior podrán desbloquearse desde el exterior en caso de necesidad o urgencia. Excepto baños y aseos que tendrán que tener el pulsador de la iluminación en el interior.
- La fuerza de apertura de las puertas de salida es $140\text{ N} \leq 140\text{ N}$.
- La fuerza de apertura en pequeños recintos adaptados es $25\text{ N} \leq 25\text{ N}$.



5. SUA 4 - SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA

Se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

5.1 Alumbrado normal en zonas de circulación

En el exterior:

- La zonas exteriores, como acceso terrazas y porche tendrán una iluminación > 20 lux.

En el interior:

- En las estancias de la vivienda la iluminación media será > 50 lux.
- El factor de uniformidad “fu” es $\geq 40\%$ en toda la vivienda.

5.2 Alumbrado de emergencia

No se considera necesario la instalación de alumbrado de emergencia.



6. SUA 5- SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR SITUACIONES DE ALTA OCUPACIÓN

No es de aplicación.



7. SUA 6 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE AHOGAMIENTO

Los pozos, depósitos, o conducciones abiertas que sean accesibles a personas y presenten riesgo de ahogamiento estarán equipados con sistemas de protección, tales como tapas o rejillas, con la suficiente rigidez y resistencia, así como con cierres que impidan su apertura por personal no autorizado.

Quedan excluidas las piscinas de viviendas unifamiliares, en el supuesto de que la hubiese.



8. SUA 7 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO

No es de aplicación.

Esta Sección es aplicable a las zonas de uso Aparcamiento (lo que excluye a los garajes de una vivienda unifamiliar) así como a las vías de circulación de vehículos existentes en los edificios

9. SUA 8 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO

Para evitar el riesgo de electrocución y de incendio debido a la acción de un rayo, este documento básico obliga a la instalación de un sistema de protección contra rayos, siempre y cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

Cálculo de la frecuencia esperada de impactos (N_e)

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ [n}^\circ \text{ impactos/año]}$$

Siendo:

- N_g : Densidad de impactos sobre el terreno (impactos/año, km²) (Figura 1.1)
- A_e : Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m² (Ejemplo de cálculo del área de captura)
- C_1 : Coeficiente relacionado con el entorno (Tabla 1.1)

Tabla 1.1 Coeficiente C_1

Situación del edificio	C_1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Edificio aislado

En la tabla 1.1, se considera que un edificio está aislado cuando no hay otros edificios a menos de una distancia $3H$.

Ejemplo del cálculo gráfico del área de captura

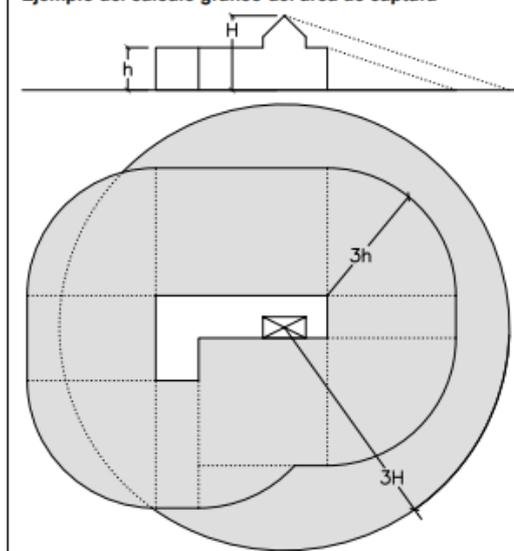




Figura 1.1 Mapa de densidad de impactos sobre el terreno N_g

Datos:

N_g en Mancor: 2,00

$A_e = 314 \text{ m}^2$

$C_1: 1$

Cálculos:

$$N_e = 2 * 314 * 1 * 10^{-6}$$

$$N_e = 0.00628 \text{ Impactos/año}$$

$$\text{Cálculo del riesgo admisible } N_a = \frac{5,5}{C_2 * C_3 * C_4 * C_5!} 10^{-3} \quad \rightarrow N_a = 0.0022$$

Siendo:

C_2 : Coeficiente en función del tipo de construcción (Tabla 1.2).

C_3 : Coeficiente en función del contenido de la vivienda (Tabla 1.3).

C_4 : Coeficiente en función del uso de la vivienda (Tabla 1.4).

C_5 : Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en la vivienda (Tabla 1.5).

Tabla 1.2 Coeficiente C₂

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 1.3 Coeficiente C₃

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 1.4 Coeficiente C₄

Edificios no ocupados normalmente	0,5
<i>Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente</i>	3
Resto de edificios	1

Tabla 1.5 Coeficiente C₅

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

- Proyecto

C2 (estructura de piedra/cubierta de madera y teja = 2,5

C3 (otros contenidos) = 1.00

C4 (resto de edificios) = 1.00

C5 (resto de edificios) = 1.00

La eficacia E requerida para una instalación de protección contra el rayo se determina mediante $E = 1 - N_a/N_e$

$$E = 1 - (0.0022 / 0.00628) = 0.65$$

La tabla 2.1 indica el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida.

Tabla 2.1 Componentes de la instalación

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$ ⁽¹⁾	4

⁽¹⁾ Dentro de estos límites de *eficiencia* requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

0 > E < 0.8. En estos niveles la instalación de pararrayos no es obligatoria.



10. SUA 9 - ACCESIBILIDAD

Será de aplicación el Cumplimiento del D 110/2010 de supresión de barreras arquitectónicas por ser de carácter más restrictivo.

Se anexa Declaración responsable firmada por el Director de la obra sobre el cumplimiento del Reglamento de Supresión de barreras arquitectónicas, de la que quedamos exentos por tratarse de una vivienda unifamiliar no adaptada.





CAPÍTULO 5. DB-HS 1 PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Normativa vigente

- El articulado de este documento básico fue aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006) y posteriormente ha sido modificado por las siguientes disposiciones:
 - Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 23-octubre-2007)
 - Corrección de errores del Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 20-diciembre-2007)
 - Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo (BOE 25-enero-2008)
 - Orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-abril-2009)
 - Corrección de errores y erratas de la orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-septiembre-2009) - Orden FOM/588/2017 de 15 de junio (BOE 23-junio-2017)

1.2 Aplicación del CTE DB-HS 1

En nuestro proyecto los muros y las fachadas se mantienen las existentes. Por lo que no es obligatorio el total cumplimiento del DB-HS 1. Vamos a intentar que nuestras soluciones constructivas cumplan el presente documento siempre y cuando sea posible y en su defecto cualquier cambio que realicemos será siempre para mejorar las prestaciones iniciales de la vivienda y evitar futuras patologías.

Por otro lado la cubierta y los suelos de demuelen y se construyen unos nuevos por lo que tenemos que adaptarnos al cumplimiento del documento.

1.3 Procedimiento de verificación

Para la aplicación de esta sección deben cumplirse las siguientes condiciones de diseño del apartado 2 relativas a los elementos constructivos:

1. Muros
 - a. Establecer grado impermeabilidad (Tabla 2.1)
 - b. Cumplir condiciones específicas de diseño (Tabla 2.2)

- c. Cumplir las características de los puntos singulares
2. Suelos
 - a. Establecer grado impermeabilidad (Tabla 2.3)
 - b. Cumplir condiciones específicas de diseño (Tabla 2.4)
 - c. Cumplir las características de los puntos singulares
 3. Fachadas
 - a. Establecer grado impermeabilidad (Tabla 2.5)
 - b. Cumplir condiciones específicas de diseño (Tabla 2.7)
 - c. Cumplir las características de los puntos singulares
 4. Cubiertas
 - a. Establecer grado impermeabilidad mediante cumplimiento condiciones soluciones constructivas.
 - b. Cumplir condiciones específicas de diseño
 - c. Cumplir las características de los puntos singulares

2. DISEÑO

2.1 Muros

Tenemos datos de un estudio geotécnico que nos indican que no se ha localizado el nivel freático.

La presencia de agua se considera baja cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático.

Tabla 2.1 *Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros*

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno		
	$K_s \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-5} < K_s < 10^{-2}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	5	4
Media	3	2	2
Baja	1	1	1

Con este dato accedemos en la tabla 2.2 para muros de gravedad i con impermeabilización por el interior ya que el muro es existente y no tenemos otra opción.

Tabla 2.2 Condiciones de las soluciones de muro

	Muro de gravedad			Muro flexorresistente			Muro pantalla		
	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco
≤1	I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C1+I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C2+I2+D1+D5	C2+I2+D1+D5	
≤2	C3+I1+D1+D3 ⁽³⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
≤3	C3+I1+D1+D3 ⁽³⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3 ⁽²⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
≤4		I1+I3+D1+D3	D4+V1		I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
≤5		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1 ⁽¹⁾		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1

Para cumplir el documento nuestro muro debería cumplir las características I2+D1+D5

En cumplimiento con el CTE se establecen los siguientes acabados:

1. Impermeabilización:

- I2: La impermeabilización debe realizarse mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante o según lo establecido en I1.

- I1: La impermeabilización debe realizarse mediante la colocación en el muro de una lámina impermeabilizante, o la aplicación directa in situ de productos líquidos, tales como polímeros acrílicos, caucho acrílico, resinas sintéticas o poliéster. Si se impermeabiliza interiormente con lámina ésta debe ser adherida.

2. Drenaje y Evacuación

- D1: Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de impermeabilización, entre ésta y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por una lámina drenante, grava, una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto. Cuando la capa drenante sea una lámina, el remate superior de la lámina debe protegerse de la entrada de agua procedente de las precipitaciones y de las escorrentías.

- D5 Debe disponerse una red de evacuación del agua de lluvia en las partes de la cubierta y del terreno que puedan afectar al muro y debe conectarse aquélla a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.

La solución que se adopta en el proyecto es la colocación de una lámina impermeable y transpirable por el interior del muro. Con esta solución evitamos la presencia de agua en el interior de la vivienda y las humedades.

Para el drenaje y la evacuación nuestro muro está en contacto con nuestra solera ventilada la cual tiene una capa de grava sobre el terreno para evitar la presencia de humedad en la vivienda.

Con esta solución en el caso de que el agua llegue al muro esta descenderá por el mismo ya que la impermeabilización le impedirá la entrada a la vivienda, hasta llegar a la capa de grava de la solera ventilada donde descenderá al terreno. Las ventilaciones de la solera evitarán la presencia de humedad.

2.2 Suelos

Actuaremos por el lado de la seguridad y utilizaremos el grado de impermeabilidad 2.

Tabla 2.3 Grado de Impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

Con este dato accedemos en la tabla 2.4 para muros de gravedad y suelo elevado.

Tabla 2.4 Condiciones de las soluciones de suelo

		Muro flexorresistente o de gravedad											
		Suelo elevado			Solera			Placa					
		Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención			
Grado de impermeabilidad	I1			V1		D1		C2+C3+D1		D1		C2+C3+D1	
	I2	C2		V1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1
	I3	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D3+D4	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3		
	I4	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D4		C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3			
	I5	I2+S1+S3+V1+D3	I2+P1+S1+S3+V1+D3		C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I1+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3		C2+C3+D1+D2+I2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I1+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3			

Para cumplir el documento nuestro suelo debería cumplir las características C2 para sub-base o V1 sin intervención.

En cumplimiento con el CTE se establecen los siguientes acabados:

1. Constitución del suelo:

C2: Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.

2. Ventilación de la cámara:

V1: El espacio existente entre el suelo elevado y el terreno debe ventilarse hacia el exterior mediante aberturas de ventilación repartidas al 50% entre dos paredes enfrentadas, dispuestas regularmente y al tresbolillo. La relación entre el área efectiva total de las aberturas, S_s , en cm^2 , y la superficie del suelo elevado, A_s , en m^2 debe cumplir la condición:

$$30 > \frac{S_s}{A_s} > 10$$

La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.

La solución que se adopta en el proyecto es una solera ventilada que cumple con V1.

2.3 Fachadas

- Zona pluviométrica

Según la Figura 2.4, Mancor se encuentra en la zona pluviométrica III.

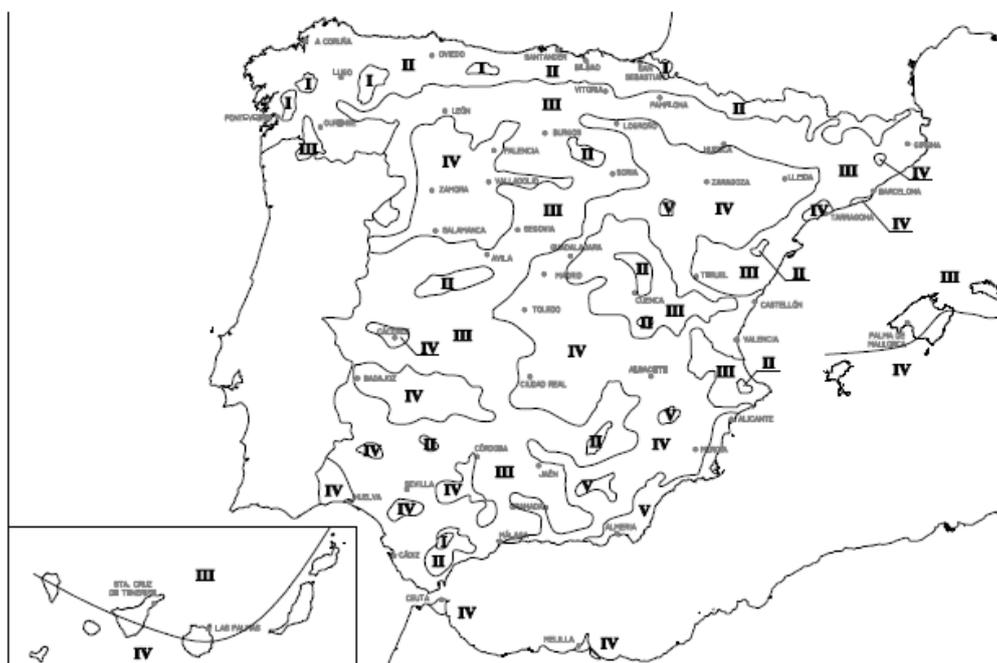


Figura 2.4 Zonas pluviométricas de promedios en función del índice pluviométrico anual

- Grado de exposición al viento

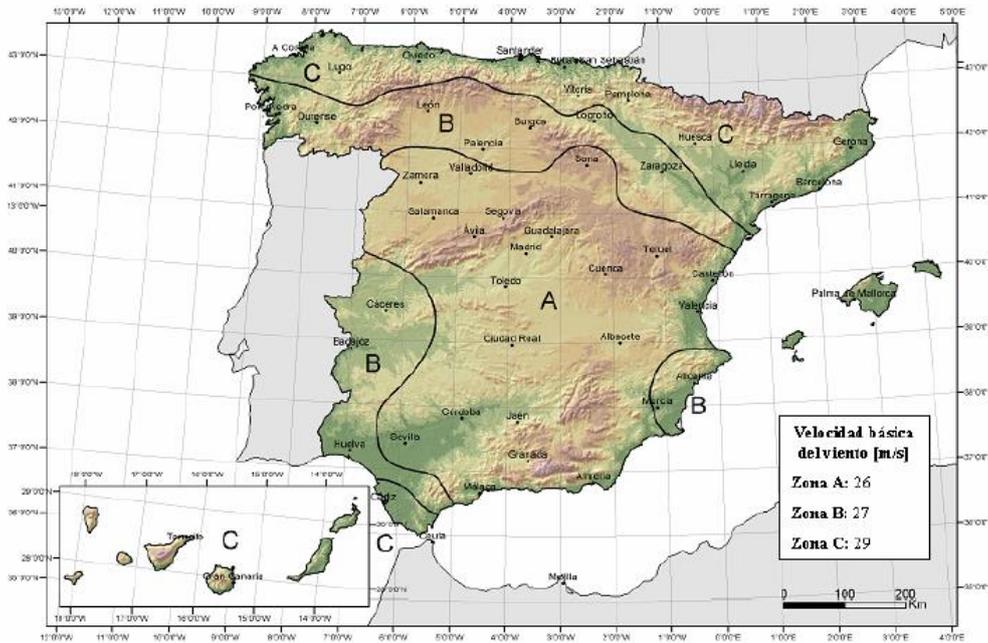


Figura 2.5 Zonas eólicas

Tabla 2.6 Grado de exposición al viento

		Clase del entorno del edificio					
		E1			E0		
		Zona eólica			Zona eólica		
		A	B	C	A	B	C
Altura del edificio en m	≤15	V3	V3	V3	V2	V2	V2
	16 - 40	V3	V2	V2	V2	V2	V1
	41 - 100 ⁽¹⁾	V2	V2	V2	V1	V1	V1

⁽¹⁾ Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en el DB-SE-AE.

La altura del edificio es <15m

Terreno tipo III: Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados tales como árboles o construcciones pequeñas.

Clase de entorno del tipo E0 según tabla 2.6

Zona eólica C según el mapa de la figura 2.5

Con estos datos entramos en la tabla 2.6 que nos indica que el grado de exposición al viento es V2

- Grado de impermeabilidad

Tabla 2.5 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas

		Zona pluviométrica de promedios				
		I	II	III	IV	V
Grado de exposición al viento	V1	5	5	4	3	2
	V2	5	4	3	3	2
	V3	5	4	3	2	1

Con los datos anteriores entramos en la Tabla 2.5 y obtenemos que para V2 y zona pluviométrica III le corresponde un GRADO DE IMPERMEABILIZACION MINIMO DE 3.

- Condiciones soluciones constructivas

Las condiciones exigidas a cada solución constructiva en función de la existencia o no de revestimiento exterior y del grado de impermeabilidad se obtienen en la tabla 2.7. En algunos casos estas condiciones son únicas y en otros se presentan conjuntos optativos de condiciones.

Tabla 2.7 Condiciones de las soluciones de fachada

		Con revestimiento exterior			Sin revestimiento exterior			
Grado de impermeabilidad	≤1	R1+C1 ⁽¹⁾			C1 ⁽¹⁾ +J1+N1			
	≤2				B1+C1+J1+N1 C2+H1+J1+N1 C2+J2+N2 C1 ⁽¹⁾ +H1+J2+N2			
	≤3	R1+B1+C1	R1+C2	B2+C1+J1+N1 B1+C2+H1+J1+N1 B1+C2+J2+N2 B1+C1+H1+J2+N2				
	≤4	R1+B2+C1	R1+B1+C2	R2+C1 ⁽¹⁾	B2+C2+H1+J1+N1 B2+C2+J2+N2 B2+C1+H1+J2+N2			
	≤5	R3+C1	B3+C1	R1+B2+C2	R2+B1+C1	B3+C1		

⁽¹⁾ Cuando la fachada sea de una sola hoja, debe utilizarse C2.

Tenemos 4 opciones posibles para nuestra fachada; teniendo en cuenta que esta es existente no las podemos aplicar todas. Una vez estudiadas las opciones hemos visto que la única combinación posible para nuestra fachada de piedra es: **B1+C2+H1+J1+N1 o N2**

Nuestra fachada quedará de la siguiente manera:

Colocaremos un aislante hidrófugo (B1) en la cara interior del muro de piedra de 50cm (C2). La piedra del muro es caliza y tiene una absorción menos del 2% (H1). Las juntas son de mortero, sin interrupción (J1) y el revestimiento de la cara interior se realizará mediante 10 mm de mortero hidrófugo (N1) o una placa de yeso laminado hidrófuga de 15 mm (N2).

A continuación se detallarán las características de cada condición según el CTE DB HS 1.

B) Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua:



B1 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- cámara de aire sin ventilar;
- aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la hoja principal.

B2 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- cámara de aire sin ventilar y aislante no hidrófilo dispuestos por el interior de la hoja principal, estando la cámara por el lado exterior del aislante;
- aislante no hidrófilo dispuesto por el exterior de la hoja principal.

C) Composición de la hoja principal:

C1 Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

C2 Debe utilizarse una hoja principal de espesor alto. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- 1 pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- 24 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

H) Higroscopicidad del material componente de la hoja principal:

H1 Debe utilizarse un material de higroscopicidad baja, que corresponde a una fábrica de:

- ladrillo cerámico de succión $\leq 4,5 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}$, según el ensayo descrito en UNE EN 772-11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1:2006;
- piedra natural de absorción $\leq 2\%$, según el ensayo descrito en UNE EN 13755:2002.

J) Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal:

J1 Las juntas deben ser al menos de resistencia media a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;

J2 Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:

- sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;
- juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta;

- cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntado de un mortero más rico.

N) Resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal:

N1 Debe utilizarse al menos un revestimiento de resistencia media a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con un espesor mínimo de 10 mm.

N2 Debe utilizarse un revestimiento de resistencia alta a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm o un material adherido, continuo, sin juntas e impermeable al agua del mismo espesor.

2.4 Puntos singulares de las fachadas

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

2.4.1 Juntas de dilatación

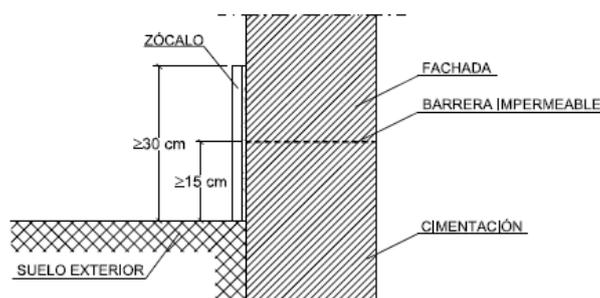
No serán necesarias juntas de dilatación estructural por el sistema constructivo del muro ya que es de piedra natural.

Al no haber revestimiento exterior tampoco serán necesarias juntas en este.

2.4.2 Arranque de la fachada desde la cimentación

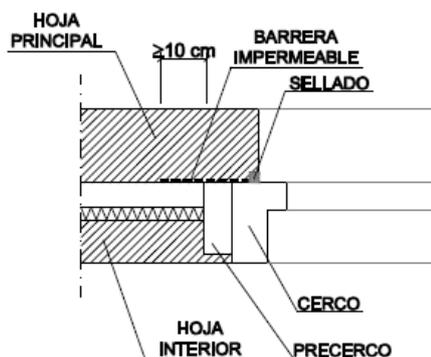
Se ha dispuesto una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

La fachada estará constituida por piedra natural, para protegerla de las salpicaduras, se ha dispuesto de un zócalo de 30 cm de piedra Santanyí con tratamiento de siloxano, con un coeficiente de succión menor al 3%. Se sellará la unión con la fachada en su parte superior.



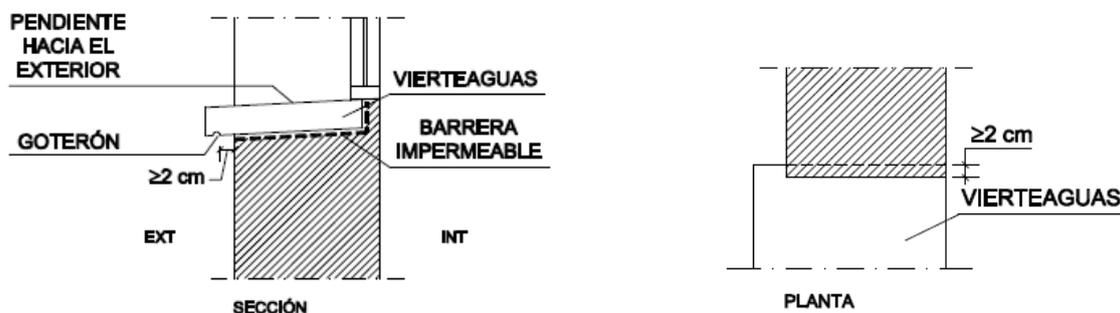
2.4.3 Encuentro de la fachada con la carpintería

Se cumple con: Debe sellarse la junta entre el cerco y el muro con un cordón que debe estar introducido en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos.



Cuando la carpintería este retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alfeizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discurra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o adoptarse soluciones que produzcan los mismos efectos.

El vierteaguas debe tener una pendiente hacia el impermeable o disponerse sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. El saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo (véase la siguiente figura).



La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.



2.5 Cubiertas

- Grado de impermeabilidad

Para las cubiertas el grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos. Cualquier solución constructiva alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación.

- Condiciones de las soluciones constructivas

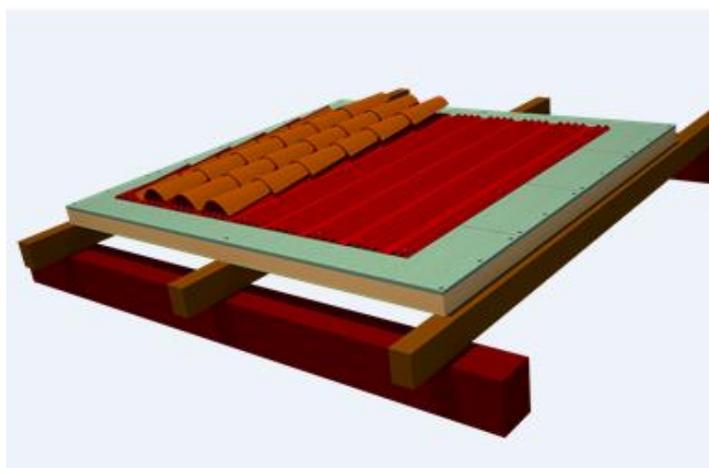
Las cubiertas deben disponer de los elementos siguientes:

1. Un sistema de formación de pendientes cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar.
2. Una barrera contra el vapor inmediatamente por debajo del aislante térmico cuando, según el cálculo descrito en la sección HE1 del DB “Ahorro de energía”, se prevea que vayan a producirse condensaciones en dicho elemento.
3. Una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.
4. Un aislante térmico, según se determine en la sección HE1 del DB “Ahorro de energía”;
5. Una capa separadora bajo la capa de impermeabilización, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos.
6. Una capa de impermeabilización cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y el sistema de formación de pendientes no tenga la pendiente exigida en la tabla 2.10 o el solapo de las piezas de la protección sea insuficiente.
7. Una capa separadora entre la capa de protección y la capa de impermeabilización, cuando:
 - a. Deba evitarse la adherencia entre ambas capas.
 - b. La impermeabilización tenga una resistencia pequeña al punzonamiento estático.
 - c. Se utilice como capa de protección solado flotante colocado sobre soportes, grava, una capa de rodadura de hormigón, una capa de rodadura de aglomerado asfáltico dispuesta sobre una capa de mortero o tierra vegetal; en este último caso además debe disponerse inmediatamente por encima de la capa separadora, una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante; en el caso de utilizarse grava la capa separadora debe ser antipunzonante.
8. Una capa separadora entre la capa de protección y el aislante térmico, cuando:
 - a. Se utilice tierra vegetal como capa de protección; además debe disponerse inmediatamente por encima de esta capa separadora, una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante.
 - b. La cubierta sea transitable para peatones; en este caso la capa separadora debe ser antipunzonante.

- c. Se utilice grava como capa de protección; en este caso la capa separadora debe ser filtrante, capaz de impedir el paso de áridos finos y antipunzonante.
9. Una capa de protección, cuando la cubierta sea plana, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprottegida.
10. Un tejado, cuando la cubierta sea inclinada, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprottegida.
11. Un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos, dimensionado según el cálculo descrito en la sección HS 5 del DB-HS.

Nuestro sistema constructivo (SATE de cubierta ONDULINE) cumple con las condiciones y está compuesta por los siguientes elementos:

Vigas de madera + sistema Ondutherm + Onduline bajo teja + teja árabe



- Condiciones de los componentes

-Sistema de formación de pendientes (vigas de madera):

El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las solicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

Al haber capa de formación de pendientes no hay que cumplir con la tabla 2.10 del DB-HS 1 de pendientes de cubiertas inclinadas.

- Aislante térmico (XPS machihembrado):

El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las solicitaciones mecánicas.



- Capa de impermeabilización (Placa asfáltica Onduline bajo teja DRS):

Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.

Impermeabilización con un sistema de placas:

El solapo de las placas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de piezas y del solapo de las mismas, así como de la zona geográfica del emplazamiento del edificio.

- Tejado

Debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

2.6 Condiciones puntos singulares cubiertas inclinadas:

2.6.1 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical

En el encuentro de la cubierta con un paramento vertical deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

Los elementos de protección deben cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate debe realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas (Véase la figura 2.13).

Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, debe disponerse un canalón y realizarse según lo dispuesto en el apartado 2.4.4.2.9. DB HS 1

Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro (Véase la figura 2.16).

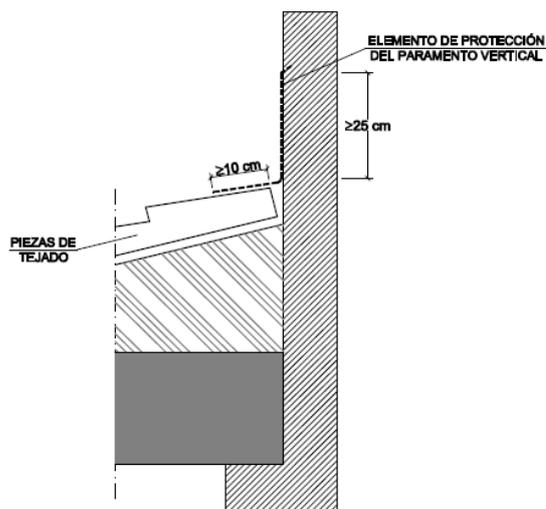


Figura 2.16 Encuentro en la parte superior del faldón

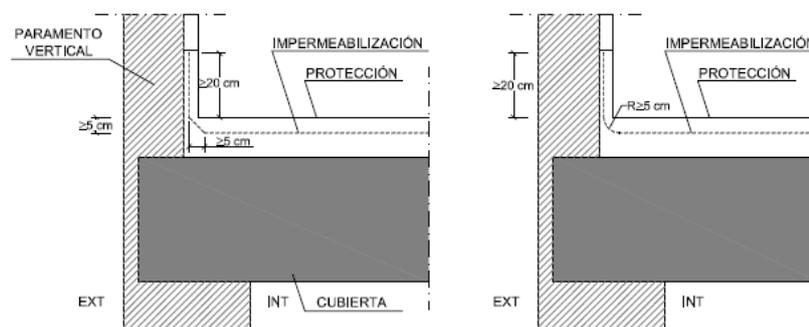


Figura 2.13 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical

Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, dicho remate debe realizarse de alguna de las formas siguientes o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:

- a) mediante una roza de 3 x 3 cm como mínimo en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel formando aproximadamente un ángulo de 30º con la horizontal y redondeándose la arista del paramento;
- b) mediante un retranqueo cuya profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical debe ser mayor que 5 cm y cuya altura por encima de la protección de la cubierta debe ser mayor que 20 cm;
- c) mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior, que sirva de base a un cordón de sellado entre el perfil y el muro. Si en la parte inferior no lleva pestaña, la arista debe ser redondeada para evitar que pueda dañarse la lámina.

2.6.2 Alero

Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero.

Cuando el tejado sea de pizarra o de teja, para evitar la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, debe realizarse en el borde un recalde de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan la misma pendiente que las de las siguientes, o debe adoptarse cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.

2.6.3 Borde lateral

En el borde lateral deben disponerse piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.

2.6.4 Cumbresas y limatesas

En las cumbresas y limatesas deben disponerse piezas especiales, que deben solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones.

Las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbreasa y la limatesa deben fijarse.

Cuando no sea posible el solape entre las piezas de una cumbreasa en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbresas este encuentro debe impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.

2.6.5 Encuentro de la cubierta con elementos pasantes

Los elementos pasantes no debe disponerse en las limahoyas.

La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante debe resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo.

En el perímetro del encuentro deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.

2.6.6 Anclaje de elementos

Los anclajes no deben disponerse en las limahoyas.

Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento anclado de una altura de 20 cm como mínimo por encima del tejado.





CAPÍTULO 6. DB-HS 3 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Normativa vigente

- El articulado de este documento básico fue aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006) y posteriormente ha sido modificado por las siguientes disposiciones:
 - Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 23-octubre-2007)
 - Corrección de errores del Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 20-diciembre-2007)
 - Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo (BOE 25-enero-2008)
 - Orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-abril-2009)
 - Corrección de errores y erratas de la orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-septiembre-2009) - Orden FOM/588/2017 de 15 de junio (BOE 23-junio-2017)

1.2 Aplicación del CTE DB-HS 4

Según lo establecido en el CTE DB-HS 3 esta sección es de aplicación a viviendas aisladas. En los planos adjuntos se indican las instalaciones, el trazado y su morfología.

1.3 Procedimiento de verificación

Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación:

1. Cumplimiento de las condiciones establecidas en el apartado de caracterización y cuantificación de la exigencia.
2. Cumplimiento de las condiciones de diseño del sistema de ventilación:
 - a. Para cada tipo de local, el tipo de ventilación y las condiciones relativas a los medios de ventilación, ya sea natural, mecánica o híbrida.
 - b. Las condiciones relativas a los elementos constructivos siguientes:
 - i. Aberturas y bocas de ventilación.
 - ii. Conductos de admisión.
 - iii. Conductos de extracción para ventilación híbrida.

- iv. Conductos de extracción para ventilación mecánica.
 - v. Aspiradores híbridos, aspiradores mecánicos y extractores
 - vi. Ventanas y puertas exteriores.
3. Cumplimiento de las condiciones de dimensionado relativas a los elementos constructivos.
 4. Cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción.
 5. Cumplimiento de las condiciones de construcción.
 6. Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento y conservación.

1.4 Caracterización y cuantificación de las exigencias

En los locales habitables de las viviendas debe aportarse un caudal de aire exterior suficiente para conseguir que en cada local la concentración media anual de CO₂ sea menor que 900 ppm y que el acumulado anual de CO₂ que exceda 1.600 ppm sea menor que 500.000 ppm-h, en ambos casos con las condiciones de diseño del apéndice C. 2

Además, el caudal de aire exterior aportado debe ser suficiente para eliminar los contaminantes no directamente relacionados con la presencia humana. Esta condición se considera satisfecha con el establecimiento de un caudal mínimo de 1,5 l/s por local habitable en los periodos de no ocupación.

Las dos condiciones anteriores se consideran satisfechas con el establecimiento de una ventilación de caudal constante acorde con la tabla 2.1 del DB-HS 3.

Tabla 2.1 Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables

Tipo de vivienda	Caudal mínimo q_v en l/s				
	Locales secos ^{(1) (2)}			Locales húmedos ⁽²⁾	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores ⁽³⁾	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

(1) En los locales secos de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor

(2) Cuando en un mismo local se den usos de local seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente

(3) Otros locales pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, despachos, etc.)

En la zona de cocción de las cocinas debe disponerse un sistema que permita extraer los contaminantes que se producen durante su uso, de forma independiente a la ventilación general de los locales habitables. Esta condición se considera satisfecha si se dispone de un sistema en la zona de cocción que permita extraer un caudal mínimo de 50 l/s.

Para los locales no habitables incluidos en el ámbito de aplicación debe aportarse al menos el caudal de aire exterior suficiente para eliminar los contaminantes propios del uso de cada

local. En el caso de trasteros, sus zonas comunes y almacenes de residuos los contaminantes principales son la humedad, los olores y los compuestos orgánicos volátiles. En el caso de los aparcamientos y garajes son el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno.

Esta condición se considera satisfecha si el sistema de ventilación es capaz de establecer al menos los caudales de ventilación de la tabla 2.2., ya sea mediante ventilación de caudal constante o ventilación de caudal variable controlada mediante detectores de presencia, detectores de contaminantes, programación temporal u otro tipo de sistema.

Tabla 2.2 Caudales de ventilación mínimos en locales no habitables

Locales	Caudal mínimo q_v en l/s	
	Por m² útil	En función de otros parámetros
Trasteros y sus zonas comunes	0,7	
Aparcamientos y garajes		120 por plaza
Almacenes de residuos	10	

2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

2.1 Condiciones generales de los sistemas de ventilación

2.1.1 Viviendas

Las viviendas deben disponer de un sistema general de ventilación que puede ser híbrida o mecánica con las siguientes características:

1. El aire debe circular desde los locales secos a los húmedos, para ello los comedores, los dormitorios y las salas de estar deben disponer de aberturas de admisión; los aseos, las cocinas y los cuartos de baño deben disponer de aberturas de extracción; las particiones situadas entre los locales con admisión y los locales con extracción deben disponer de aberturas de paso.
2. Los locales con varios usos de los del punto anterior, deben disponer en cada zona destinada a un uso diferente de las aberturas correspondientes.
3. Como aberturas de admisión, se dispondrán aberturas dotadas de aireadores o aberturas fijas de la carpintería, como son los dispositivos de microventilación con una permeabilidad al aire según UNE EN 12207:2000 en la posición de apertura de clase 1; no obstante, cuando las carpinterías exteriores sean de clase 1 de permeabilidad al aire según UNE EN 12207:2000 pueden considerarse como aberturas de admisión las juntas de apertura.
4. Cuando la ventilación sea híbrida las aberturas de admisión deben comunicar directamente con el exterior.
5. Los aireadores deben disponerse a una distancia del suelo mayor que 1,80 m.
6. Cuando algún local con extracción esté compartimentado, deben disponerse aberturas de paso entre los compartimentos; la abertura de extracción debe disponerse en el



compartimento más contaminado que, en el caso de aseos y cuartos de baños, es aquel en el que está situado el inodoro, y en el caso de cocinas es aquel en el que está situada la zona de cocción; la abertura de paso que conecta con el resto de la vivienda debe estar situada en el local menos contaminado.

7. Las aberturas de extracción deben conectarse a conductos de extracción y deben disponerse a una distancia del techo menor que 200 mm y a una distancia de cualquier rincón o esquina vertical mayor que 100 mm.
8. Un mismo conducto de extracción puede ser compartido por aseos, baños, cocinas y trasteros.

Las cocinas, comedores, dormitorios y salas de estar deben disponer de un sistema complementario de ventilación natural. Para ello debe disponerse una ventana exterior practicable o una puerta exterior.

Las cocinas deben disponer de un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción. Para ello debe disponerse un extractor conectado a un conducto de extracción independiente de los de la ventilación general de la vivienda que no puede utilizarse para la extracción de aire de locales de otro uso. Cuando este conducto sea compartido por varios extractores, cada uno de éstos debe estar dotado de una válvula automática que mantenga abierta su conexión con el conducto sólo cuando esté funcionando o de cualquier otro sistema antirrevoco.

2.1.2 Garaje

En el caso de garajes que no excedan de cinco plazas ni de 100 m² útiles, en vez de las aberturas mixtas, pueden disponerse una o varias aberturas de admisión que comuniquen directamente con el exterior en la parte inferior de un cerramiento y una o varias aberturas de extracción que comuniquen directamente con el exterior en la parte superior del mismo cerramiento, separadas verticalmente como mínimo 1,5 m.

2.2 Condiciones particulares de los elementos

2.2.1 Aberturas y bocas de ventilación

Pueden utilizarse como abertura de paso un aireador o la holgura existente entre las hojas de las puertas y el suelo.

Las aberturas de ventilación en contacto con el exterior deben disponerse de tal forma que se evite la entrada de agua de lluvia o estar dotadas de elementos adecuados para el mismo fin.

Las bocas de expulsión deben situarse en la cubierta del edificio separadas 3 m como mínimo, de cualquier elemento de entrada de ventilación (boca de toma, abertura de admisión, puerta exterior y ventana) y de los espacios donde pueda haber personas de forma habitual, tales como terrazas, galerías, miradores, balcones, etc.

2.2.2 Conductos de admisión

Los conductos deben tener sección uniforme y carecer de obstáculos en todo su recorrido.

Los conductos deben tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y deben ser practicables para su registro y limpieza cada 10 m como máximo en todo su recorrido.



2.2.3 Conductos de extracción para ventilación mecánica

Cada conducto de extracción debe disponer de un aspirador mecánico situado, salvo en el caso de la ventilación específica de la cocina, después de la última abertura de extracción en el sentido del flujo del aire, pudiendo varios conductos compartir un mismo aspirador.

La sección de cada tramo del conducto comprendido entre dos puntos consecutivos con aporte o salida de aire debe ser uniforme.

Los conductos deben tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y ser practicables para su registro y limpieza en la coronación.

Cuando se prevea que en las paredes de los conductos pueda alcanzarse la temperatura de rocío éstos deben aislarse térmicamente de tal forma que se evite que se produzcan condensaciones.

Los conductos deben ser estancos al aire para su presión de dimensionado.

2.2.4 Aspiradores híbridos, aspiradores mecánicos y extractores

Los aspiradores mecánicos y los aspiradores híbridos deben disponerse en un lugar accesible para realizar su limpieza.

Previo a los extractores de las cocinas debe disponerse un filtro de grasas y aceites dotado de un dispositivo que indique cuando debe reemplazarse o limpiarse dicho filtro.

Debe disponerse un sistema automático que actúe de tal forma que todos los aspiradores híbridos y mecánicos de cada vivienda funcionen simultáneamente o adoptar cualquier otra solución que impida la inversión del desplazamiento del aire en todos los puntos.

2.2.5 Ventanas y puertas exteriores

Las ventanas y puertas exteriores que se dispongan para la ventilación natural complementaria deben estar en contacto con un espacio que tenga las mismas características que el exigido para las aberturas de admisión.

3. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

3.1 Aberturas de ventilación

El área efectiva total de las aberturas de ventilación de cada local debe ser como mínimo la mayor de las que se obtienen mediante las fórmulas que figuran en la tabla 4.1. del DB-HS 3.

Tabla 4.1 Área efectiva de las aberturas de ventilación de un local en cm²

Aberturas de ventilación	Aberturas de admisión	4·q _v ó 4·q _{va}
	Aberturas de extracción	4·q _v ó 4·q _{ve}
	Aberturas de paso	70 cm ² ó 8·q _{vp}
	Aberturas mixtas ⁽¹⁾	8·q _v

Siendo:

- q_v: caudal de ventilación mínimo exigido del local [l/s], obtenido de las tablas 2.1 o 2.2 o del cálculo realizado para cumplir la exigencia.
- q_{va}: caudal de ventilación correspondiente a cada abertura de admisión del local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipó- tesis de circulación del aire según la distribución de los locales, [l/s].
- q_{ve}: caudal de ventilación correspondiente a cada abertura de extracción del local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipó- tesis de circulación del aire según la distribución de los locales, [l/s].
- q_{vp}: caudal de ventilación correspondiente a cada abertura de paso del local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, [l/s].

3.2 Conductos de extracción para ventilación mecánica

Cuando los conductos se dispongan contiguos a un local habitable, salvo que estén en cubierta o en locales de instalaciones o en patinillos que cumplan las condiciones que establece el DB HR, la sección nominal de cada tramo del conducto de extracción debe ser como mínimo igual a la obtenida mediante la fórmula 4.1:

$$S \geq 2,5 \cdot qvt$$

Siendo:

- qvt: el caudal de aire en el tramo del conducto [l/s], que es igual a la suma de todos los caudales que pasan por las aberturas de extracción que vierten al tramo.

3.3 Aspiradores híbridos, aspiradores mecánicos y extractores

Deben dimensionarse de acuerdo con el caudal extraído y para una depresión suficiente para contrarrestar las pérdidas de presión previstas del sistema.

Los extractores del sistema adicional de la cocina deben dimensionarse de acuerdo con el caudal mínimo para la cocina indicado en el apartado 1.4 (Caracterización y cuantificación de las exigencias).

3.4 Ventanas y puertas exteriores

La superficie total practicable de las ventanas y puertas exteriores de cada local debe ser como mínimo un veinteavo de la superficie útil del mismo.

4. CÁLCULOS

Tabla 1: Cálculo de ventilación.

Se muestra el proceso de realización del equilibrio de caudales para la óptima ventilación de la vivienda.

CALCULO VENTILACION

TIPO DE VIVIENDA : 1 dormitorio

Superficie Útil:	82 m ²
Altura media:	2,8 m
Volumen:	224 m ³

Local		Ventilación según CTE DB-HS3			Corrección		Ventilación equilibrada	
		Fórmula (l/s)	Admisión (l/s)	Extracción (l/s)	Admisión (l/s)	Extracción (l/s)	Admisión (l/s)	Extracción (l/s)
Dormitorio pb	1 Ud	8	8			8		
Salón Estar pb	1 Ud	6	6		10	16		
Baños pb	12 l/s	12		-12			-12	
cocina pb	12 l/s	12		-12			-12	
extractor cocina*	50 l/s							
Aparcamiento****	120 l/s	120	120	-120				

Total (l/s)		+14,0	-24,0	+10,0		+24,0	-24,0
Diferencia**			-10,0			+0,0	
Renovaciones por hora***			0,39			0,39	

(*) Las cocinas deben disponer de un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción de 50l/s

(**) Según el el CTE DB-HS 3, la vivienda tiene que estar equilibrada a cero

(***) Renovaciones de aire por hora para mantener la calidad del aire en el interior de la vivienda

(****) VENTILACIÓN NATURAL según DB-HS 3

Tabla 2: Cálculo de los conductos.

Se muestran las dimensiones mínimas de conductos y aberturas de ventilación.

CÁLCULO CONDUCTOS

Las aberturas de admisión y extracción serán 4 veces el caudal.

Las aberturas de paso será igual a 8 veces el caudal y un mínimo de 70cm

Conductos de extracción para ventilación mecánica:

La sección del conducto será 2,5 veces el caudal cuando discurra contiguos a un local habitable y de 1,5 cuando discurran por cubierta.

	Caudales compensados	Abertura cm ²	conductos cm ²	Abertura de paso
Dorm. 1	8 l/s	32 cm ²		70 cm ²
Salón Estar pb	16 l/s	64 cm ²		
Baño 1	12 l/s	48 cm ²	30 cm ²	
cocina pb	12 l/s	48 cm ²	30 cm ²	
extractor pb	50 l/s	200 cm ²	125 cm ²	
Aparcamientos****	120 l/s	480 cm ²	300 cm ²	





CAPÍTULO 7. DB-HS 4 SUMINISTRO DE AGUA

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Normativa vigente

- El articulado de este documento básico fue aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006) y posteriormente ha sido modificado por las siguientes disposiciones:
 - Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 23-octubre-2007)
 - Corrección de errores del Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 20-diciembre-2007)
 - Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo (BOE 25-enero-2008)
 - Orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-abril-2009)
 - Corrección de errores y erratas de la orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-septiembre-2009) - Orden FOM/588/2017 de 15 de junio (BOE 23-junio-2017)

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)

1.2 Aplicación del CTE DB-HS 4

Al tratarse de una instalación nueva de fontanería el DB-HS 4 es de obligado cumplimiento.

En los planos adjuntos se indican las instalaciones, el trazado y su morfología.

1.3 Procedimiento de verificación

De acuerdo con lo establecido en el CTE DB-HS 4, para aplicar correctamente esta sección se tienen que seguir las siguientes verificaciones:

1. Cumplimiento de las condiciones de diseño
2. Cumplimiento de las condiciones de dimensionado
3. Cumplimiento de las condiciones de ejecución
4. Cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción
5. Cumplimiento de las condiciones de uso y mantenimiento



2. PROPIEDADES DE LA INSTALACIÓN DE AGUA

2.1 Calidad del agua

El agua de la instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano.

Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministren, deben ajustarse a los siguientes requisitos:

1. Las tuberías y accesorios deben ser de materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por la el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.
2. No deben modificar la potabilidad, el olor, el color ni el sabor del agua
3. Deben ser resistentes a la corrosión interior
4. Deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas
5. No deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí;
6. Deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40°C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato;
7. Deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano;
8. Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.

Para cumplir las condiciones anteriores pueden utilizarse revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua.

La instalación de suministro de agua debe tener características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa (biofilm).

2.2 Protección contra retornos

Se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos que figuran a continuación, así como en cualquier otro que resulte necesario:

1. Después de los contadores;
2. En la base de las ascendentes;
3. Antes del equipo de tratamiento de agua;
4. En los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos;
5. Antes de los aparatos de refrigeración o climatización.

Las instalaciones de suministro de agua no podrán conectarse directamente a instalaciones de evacuación ni a instalaciones de suministro de agua proveniente de otro origen que la red pública.

En los aparatos y equipos de la instalación, la llegada de agua se realizará de tal modo que no se produzcan retornos.

Los antirretornos se dispondrán combinados con grifos de vaciado de tal forma que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

2.3 Condiciones mínimas de suministro

2.3.1 Caudal mínimo de suministro

El caudal mínimo previsto en este proyecto para cada aparato existente en la vivienda se encuentra en la tabla 2.1 del DB-HS 4.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

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

2.3.2 Presión mínima

La instalación prevista debe cumplir con las exigencias de presión mínima que en los puntos de consumo debe ser:

- 100 kPa para grifos comunes
- 150 kPa para fluxores y calentadores.



2.3.3 Presión máxima

La instalación prevista debe cumplir con las exigencias de presión máxima i no sobrepasar los 500 KPa.

2.3.4 Temperatura del ACS

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre los 50 y 65 °C.

2.4 Mantenimiento

Excepto en viviendas aisladas y adosadas, los elementos y equipos de la instalación que lo requieran, tales como el grupo de presión, los sistemas de tratamiento de agua o los contadores, deben instalarse en locales cuyas dimensiones sean suficientes para que pueda llevarse a cabo su mantenimiento adecuadamente.

Las redes de tuberías, incluso en las instalaciones interiores particulares si fuera posible, deben diseñarse de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben estar a la vista, alojadas en huecos o patinillos registrables o disponer de arquetas o registros.

2.5 Ahorro de agua

Debe disponerse un sistema de contabilización tanto de agua fría como de agua caliente para cada unidad de consumo individualizable.

En las redes de ACS debe disponerse una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

3. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

3.1 Esquema general de la instalación de agua fría

El esquema general de fontanería se basa en el siguiente esquema:

1. Acometida de la red municipal de agua potable
2. Tubo de alimentación
3. Contador unitario
4. Aljibe de agua potable
5. Grupo de presión
6. Distribuidor principal
7. Instalación particular



3.2 Elementos de la instalación de agua fría

3.2.1. Acometida

La acometida debe disponer, como mínimo, de los elementos siguientes:

1. Una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida.
2. Un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general.
3. Una llave de corte en el exterior de la propiedad.

3.2.2 Instalación general

La instalación general debe contener los elementos siguientes:

a) Llave de corte general:

Sirve para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.

b) Filtro de la instalación general

El filtro de la instalación general debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.

El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 μm , con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.

c) Armario o arqueta del contador general

El armario o arqueta del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo

La llave de salida debe permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.

d) Tubo de alimentación

El trazado del tubo de alimentación debe realizarse por zonas de uso común.



f) Instalación particular

Las instalaciones particulares estarán compuestas de los elementos siguientes:

1. Una llave de paso situada en el interior de la propiedad particular en lugar accesible para su manipulación;
2. Derivaciones particulares, cuyo trazado se realizará de forma tal que las derivaciones a los cuartos húmedos sean independientes. Cada una de estas derivaciones contará con una llave de corte, tanto para agua fría como para agua caliente;
3. Ramales de enlace.
4. Puntos de consumo, de los cuales, todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, en general, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

3.2.3. Sistema de sobreelevación: grupo de presión

Para disminuir el consumo energético, aquellos tramos alimentables con presión de red deben poder ser alimentados sin pasar por el grupo de presión. Además, el sistema debe diseñarse de forma que se posibilite que los tramos que aun requiriendo conexión al grupo de presión, ocasionalmente puedan ser alimentados por presión de red en determinadas condiciones, puedan en esas ocasiones no requerir de la puesta en marcha del grupo.

El grupo será de tipo convencional y está formado por dos bombas de iguales prestaciones montadas en paralelo y con funcionamiento alterno.

3.3 Instalación de ACS

En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría.

La red de distribución está dotada de una red de retorno debido a que la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más lejano es superior a los 15 m.

La red de retorno está formada por un colector de retorno que discurre paralelo a las tuberías de impulsión y cuenta con una bomba de recirculación.

El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, debe ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias RITE.

En las instalaciones de ACS se regulará y se controlará la temperatura de preparación y la de distribución.



3.4 Protección contra retornos

La constitución de los aparatos y dispositivos instalados y su modo de instalación deben ser tales que se impida la introducción de cualquier fluido en la instalación y el retorno del agua salida de ella.

La instalación no puede empalmarse directamente a una conducción de evacuación de aguas residuales.

No pueden establecerse uniones entre las conducciones interiores empalmadas a las redes de distribución pública y otras instalaciones, tales como las de aprovechamiento de agua que no sea procedente de la red de distribución pública.

En todos los aparatos que se alimentan directamente de la distribución de agua, tales como bañeras, lavabos, bidés, fregaderos, lavaderos, y en general, en todos los recipientes, el nivel inferior de la llegada del agua debe verter a 20 mm, por lo menos, por encima del borde superior del recipiente.

Los rociadores de ducha manual deben tener incorporado un dispositivo antirretorno.

En los depósitos cerrados aunque estén en comunicación con la atmósfera, el tubo de alimentación desembocará 40 mm por encima del nivel máximo del agua, o sea por encima del punto más alto de la boca del aliviadero. Este aliviadero debe tener una capacidad suficiente para evacuar un caudal doble del máximo previsto de entrada de agua.

3.5 Separación respecto a otras instalaciones

El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia de 4 cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente.

Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

4. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

4.1 Dimensionado de la red de agua fría

El cálculo se realizará con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente habrá que comprobar en función de la pérdida de carga que se obtenga con los mismos.



Este dimensionado se hará siempre teniendo en cuenta las peculiaridades de cada instalación y los diámetros obtenidos serán los mínimos que hagan compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

4.1.1 Dimensionado de los tramos

El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

1. El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:
2. El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1 de la HS 4.
3. Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.
4. Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
5. Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
 - tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s.
 - tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s. En nuestro caso se tomará una velocidad deseada de 2 m/s.
6. Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

4.1.2 Comprobación de la presión

Se comprobará que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera con los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3 del DB HS 4 (100 kPa para grifos comunes, 10 m.c.a) y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

1. determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas podrán estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación.
2. comprobar la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se comprueba si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida sería necesaria la instalación de un grupo de presión.

4.1.3 Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en las tabla 4.2. En el resto, se tomarán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia.

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

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

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionarán conforme al procedimiento establecido en el apartado 4.2, adoptándose como mínimo los valores de la tabla 4.3:

Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	¾	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	¾	20
Columna (montante o descendente)	¾	20
Distribuidor principal	1	25
< 50 kW	½	12
Alimentación equipos de climatización	¾	20
50 - 250 kW	¾	20
250 - 500 kW	1	25
> 500 kW	1 ¼	32



4.2 Dimensionado de la red de ACS

4.2.1 Dimensionado de las redes de impulsión de ACS

Para las redes de impulsión o ida de ACS se seguirá el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

4.2.2 Dimensionado de las redes de retorno de ACS

Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3 °C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

En cualquier caso no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.

El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:

1. Considerar que se recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
2. Los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la tabla 4.4

Tabla 4.4 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS

Diámetro nominal de la tubería	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1.100
1 ½	1.800
2	3.300

4.2.3 Cálculo del aislamiento térmico

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se dimensionará de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITE.

4.3 Dimensionado de equipos

4.3.1 Dimensionado de los contadores

El calibre nominal de los distintos tipos de contadores se adecuará, tanto en agua fría como caliente, a los caudales nominales y máximos de la instalación.



4.3.2 Cálculo del depósito auxiliar de alimentación (Aljibe)

El volumen del depósito se calculará en función del tiempo previsto de utilización, aplicando la siguiente expresión:

$$V = Q \cdot t \cdot 60$$

Siendo:

V es el volumen del depósito [l];

Q es el caudal máximo simultáneo [dm³ /s];

t es el tiempo estimado (de 15 a 20) [min].

La estimación de la capacidad de agua se podrá realizar con los criterios de la norma UNE 100 030:1994.

4.3.3 Cálculo de las bombas

El cálculo de las bombas se hará en función del caudal y de las presiones de arranque y parada de la/s bomba/s (mínima y máxima respectivamente).

El número de bombas a instalar en el caso de un grupo de tipo convencional, excluyendo 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.

El caudal de las bombas será el máximo simultáneo de la instalación o caudal punta y vendrá fijado por el uso y necesidades de la instalación.

La presión mínima o de arranque (Pb) será el resultado de sumar la altura geométrica de aspiración (Ha), la altura geométrica (Hg), la pérdida de carga del circuito (Pc) y la presión residual en el grifo, llave o fluxor (Pr).

5. CÁLCULOS

Para calcular los caudales instantáneos de cada tramo y de la vivienda en si se han utilizado las siguientes fórmulas para calcular el coeficiente de simultaneidad:

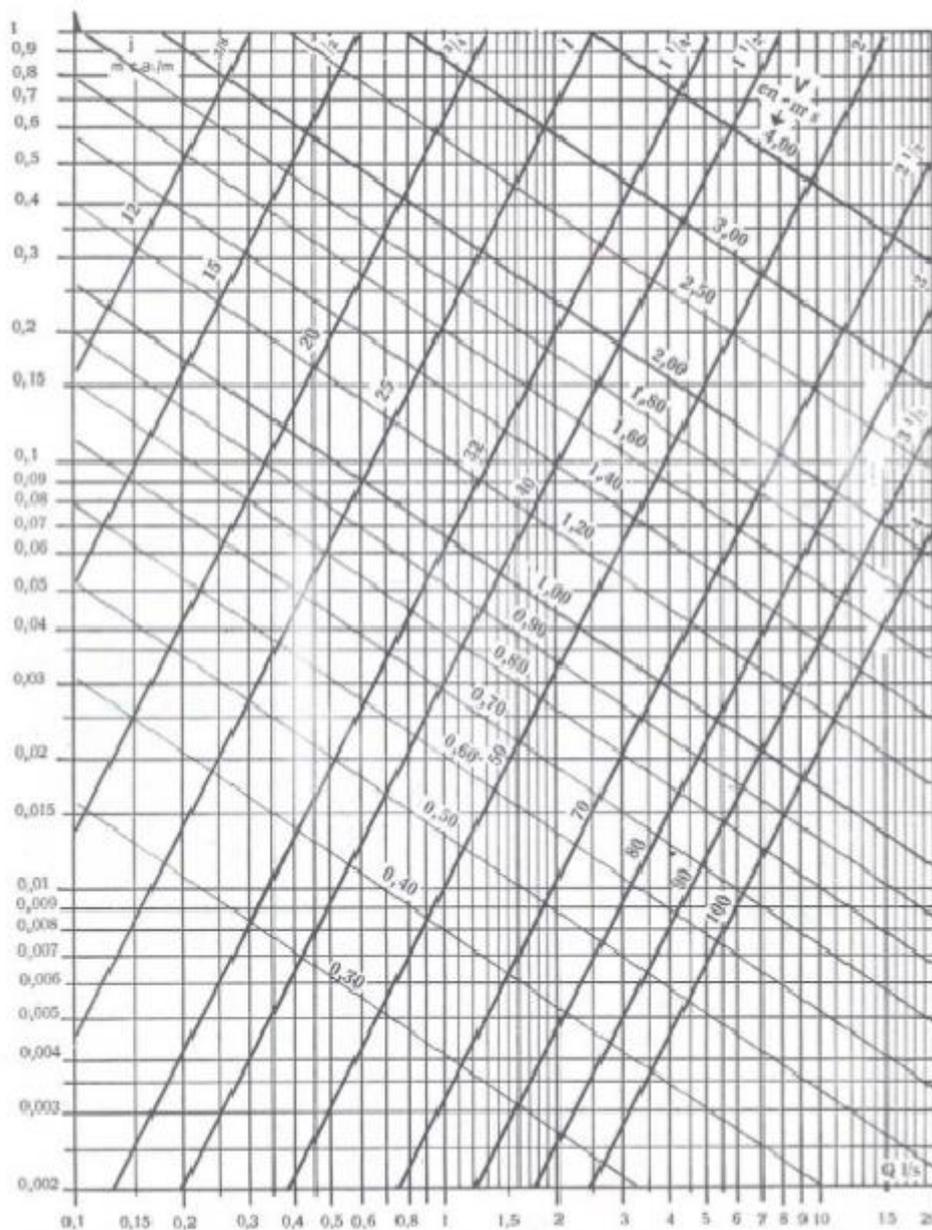
Coeficiente de simultaneidad (Kp)

Coeficiente de simultaneidad:

$$K_p = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

K_p siempre mayor de 0,2
n = número de aparatos conectados

Para calcular las pérdidas de carga primarias se utiliza la fórmula de Flamant ya que da valores bastante exactos. En nuestro caso simplificamos los cálculos utilizando el “ábaco universal para las conducciones de agua fría” que se muestra a continuación. Este ábaco se obtiene aplicando la fórmula de Flamant para un único coeficiente de rugosidad. La razón de esta simplificación se basa en la consideración de que pasado un cierto tiempo de utilización de la instalación la rugosidad relativa interna de las conducciones no es la original, sino la de los depósitos del agua que se van almacenando sobre las paredes internas de las tuberías y que serán muy similares en todas ellas.



Este ábaco es de utilización directa solo necesitamos entrar con el valor del caudal en l/s y siguiendo la vertical hasta llegar a un diámetro comercial, teniendo en cuenta que la velocidad

en la que se encuentra ese punto de intersección es la adecuada. Por último se obtiene la pérdida de carga unitaria en mca/m, valor del margen izquierdo.

Para las pérdidas de carga secundarias según el punto 4.2.2 de la norma HS 4 las pérdidas de carga localizadas podrán estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo. Utilizaremos un valor del 25% → $L_e = 0,25 L$.

Existe otra forma de calcular las pérdidas secundarias y es mediante la tabla de “longitudes equivalentes de las pérdidas localizadas de carga correspondiente a distintos elementos singulares de las redes hidráulicas”. Utilizaremos la tabla en el tramo A’A’’-CALENTADOR (cálculos) ya que tenemos unas pérdidas mucho mayores que el 25% de la longitud real del tramo.

Tabla 1.6. Longitudes equivalentes (m) de las pérdidas localizadas de carga correspondiente a distintos elementos singulares de las redes hidráulicas

Clase de resistencia estada	Diámetros de las tuberías (ϕ) (mm)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	manguito de unión	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15	0,20	0,25
	cono de reducción	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	4,00	5,00
	codo o curva de 45°	0,20	0,30	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25	1,45	1,63
	curva de 90°	0,18	0,30	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54	1,97	2,51	3,43
	codo de 90°	0,36	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21	2,94	3,89
	"te" de 45°	1,02	0,80	0,90	0,96	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30
	"te" arqueada o de curvas ("pantalones")	1,50	1,60	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60
	"te" confluencia de ramal (paso recto)	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
	"te" derivación a ramal	1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50	6,20	6,90	7,70	8,90
	válvula retención de batiente de pistón	0,20	0,30	0,55	0,75	1,15	1,50	1,90	2,65	3,40	4,85	6,60	8,30
	válvula retención paso de escuadra	5,10	5,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	25,0	36,0	42,0	51,0
	válvula de compuerta abierta	0,14	0,15	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81	1,09	1,44	1,70
	válvula de paso recto y asiento inclinado	1,10	1,30	1,74	2,28	2,89	3,46	4,63	5,51	6,89	8,80	10,8	13,1
	válvula de globo	4,05	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0	39,0	47,5
	válvula de escuadra o ángulo (abierto)	1,90	2,55	3,35	4,30	5,80	6,85	8,60	11,1	13,7	17,1	21,2	25,5
	válvula de asiento de paso recto	—	3,40	3,60	4,50	5,65	8,10	9,00	—	—	—	—	—
	intercambiador	—	—	—	2,1	5	12,5	13,2	14,2	25	—	—	—
	radiador	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,00
	radiador con valvulería	3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,10	11,40	12,70	14,00	15,00
	caldera	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,00
	caldera con valvulería	3,00	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,00	11,00	12,00
	contador	General individual o divisionario		4,5 m.c.d.a. 10 m.c.d.a.									



Las pérdidas de carga totales se calcularán de la siguiente forma:

$$J = j \cdot (1,25 \cdot L)$$

La presión final en cada tramo se obtiene restando las pérdidas y la altura a la presión inicial.

$$P_f = P_i - J - H$$

Comprobamos que la presión es mayor a 10 m.c.a. en el punto más desfavorable de la instalación. En el caso de no cumplir la condición necesitaremos una bomba con una presión mayor.

CÁLCULOS RED DE AGUA POTABLE
TRAMO AB - SALIDA ALJIBE-

CÁLCULO DEL CAUDAL INSTANTÁNEO			
TIPO APARATO	NÚMERO APARATOS	CAUDAL INSTANTÁNEO MÍNIMO DE AGUA FRÍA (dm3/s)	CAUDAL
LAVABO	1	0,1	0,1
FREGADERO	1	0,2	0,2
CISTERNA WC	1	0,1	0,1
BAÑERA < 1,40	0	0,2	0
BAÑERA > 1,40	0	0,3	0
DUCHA	1	0,2	0,2
GRIFOS GAR.	3	0,2	0,6
LAVAVAJILLAS	1	0,15	0,15
LAVADERO	0	0,2	0
LAVADORA	1	0,2	0,2
GRIFOS IND.	1	0,15	0,15
	10		1,7 l/s
			Qi= 1,7 l/s

DATOS DE LA RED
V = 1,55 m/s velocidad de salida - confort acústico
P = 25 mca
Q = caudal
D = diámetro interior
V = velocidad
j = pérdidas en la instalación
L = longitud geométrica del tramo
Le = longitud equivalente de accesorios 25% o suma tabla pérdidas
Let = longitud equivalente total - Let = L + Le
J = pérdidas en el tramo de la instalación - J = Let x j
Pi = presión inicial
h = altura
Pf = presión a comprobar
Material = tubería polietileno

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD
Kp= 0,33
CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA VIVIENDA
Qv= 0,57 l/s

CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE DE ACCESORIOS (Le)	
Elemento	Le
2 codo 90º	
Te confluencia ramal	
Válvula de paso recto	
	2,55 m

TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN												
TRAMO	Q	D	V	j	L	Le	Let	J	Pi	Pi-J	h	Pf
AB	0,57	20	1,55	0,26	10,2	2,55	12,75	3,32	25	21,69	0	21,69

TRAMO BC - ENTRADA A VIVIENDA -

CÁLCULO DEL CAUDAL INSTANTÁNEO			
TIPO APARATO	NÚMERO APARATOS	CAUDAL INSTANTÁNEO MÍNIMO DE AGUA FRÍA (dm3/s)	CAUDAL
LAVABO	1	0,1	0,1
FREGADERO	1	0,2	0,2
CISTERNA WC	1	0,1	0,1
BAÑERA < 1,40	0	0,2	0
BAÑERA > 1,40	0	0,3	0
DUCHA	1	0,2	0,2
GRIFOS GAR.	0	0,1	0
LAVAVAJILLAS	1	0,15	0,15
LAVADERO	0	0,2	0
LAVADORA	1	0,2	0,2
GRIFOS IND.	1	0,15	0,15
	7		1,1 l/s
			Qi= 1,1 l/s

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD	
Kp=	0,41
CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA VIVIENDA	
Qv=	0,45 l/s

CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE DE ACCESORIOS (Le)	
Elemento	Le
Válvula de paso recto	
	0,675 m

TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN												
TRAMO	Q	D	V	j	L	Le	Let	J	Pi	Pi-J	h	Pf
BC	0,45	20	1,2	0,17	2,7	0,675	3,375	0,57	21,69	21,11	0	21,11

TRAMO CD - COCINA-

CÁLCULO DEL CAUDAL INSTANTÁNEO			
TIPO APARATO	NÚMERO APARATOS	CAUDAL INSTANTÁNEO MÍNIMO DE AGUA FRÍA (dm3/s)	CAUDAL
LAVABO	0	0,1	0
FREGADERO	1	0,2	0,2
CISTERNA WC	0	0,1	0
BAÑERA < 1,40	0	0,2	0
BAÑERA > 1,40	0	0,3	0
DUCHA	0	0,2	0
GRIFOS GAR.	0	0,1	0
LAVAVAJILLAS	1	0,15	0,15
LAVADERO	0	0,2	0
LAVADORA	1	0,2	0,2
GRIFOS IND.	0	0,15	0
	3		0,55
			0,55

Qi= 0,55

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD	
Kp=	0,71
CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA VIVIENDA	
Qv=	0,39 l/s

CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE DE ACCESORIOS (Le)	
Elemento	Le
Te confluencia ramal	
2 Codo 90º	
Válvula de paso recto	
	3,075 m

TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

TRAMO	Q	D	V	j	L	Le	Let	J	Pi	Pi-J	h	Pf
CD	0,39	20	1,1	0,13	12,3	3,075	15,375	2,00	21,11	19,11	1	18,11



TRAMO BF - GARAJE-

CÁLCULO DEL CAUDAL INSTANTÁNEO			
TIPO APARATO	NÚMERO APARATOS	CAUDAL INSTANTÁNEO MÍNIMO DE AGUA FRÍA (dm ³ /s)	CAUDAL
LAVABO	1	0,1	0,1
FREGADERO	1	0,2	0,2
CISTERNA WC	1	0,1	0,1
BAÑERA < 1,40	0	0,2	0
BAÑERA > 1,40	0	0,3	0
DUCHA	1	0,2	0,2
GRIFOS GAR.	3	0,1	0,3
LAVAVAJILLAS	1	0,15	0,15
LAVADERO	0	0,2	0
LAVADORA	1	0,2	0,2
GRIFOS IND.	1	0,15	0,15
	10		1,4
			Qi= 1,4

l/s
l/s

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD	
Kp=	0,33
CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA VIVIENDA	
Qv=	0,47 l/s

CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE DE ACCESORIOS (Le)	
Elemento	le
Codo 90°	
Te confluencia ramal	
Válvula de paso recto	
	3,525 m

TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN													
TRAMO	Q	D	V	j	L	Le	Let	J	Pi	Pi-J	h	Pf	
BF	0,47	25	1	0,09	14,1	3,525	17,625	1,59	21,69	20,10	1	19,10	
													CUMPLE CTE. 19 m.c.a > 10 m.c.a

CÁLCULOS RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA
TRAMO A'A" - CALENTADOR -

CÁLCULO DEL CAUDAL INSTANTÁNEO			
TIPO APARATO	NÚMERO APARATOS	CAUDAL INSTANTÁNEO MÍNIMO DE AGUA CALIENTE (dm3/s)	CAUDAL
LAVABO	1	0,065	0,065
FREGADERO	1	0,1	0,1
BAÑERA < 1,40	0	0,2	0
DUCHA	1	0,1	0,1
LAVAVAJILLAS	1	0,1	0,1
LAVADERO	0	0,1	0
LAVADORA	1	0,15	0,15
	5		0,52 l/s
		Qi=	0,52 l/s

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD
Kp= 0,50

CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA VIVIENDA
Qv= 0,26 l/s

CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE DE ACCESORIOS (Le)	
Elemento	Le
Intercambiador	2,1
Caldera con valvulería	5,6
Válvula de paso recto	
	7,7 m

TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN												
TRAMO	Q	D	V	j	L	Le	Let	J	Pi	Pi-J	h	Pf
Calentador	0,26	20	0,7	0,06	1	7,7	7,7	0,46	19,1	18,64	0	18,64

TRAMO A'B' - DISTRIBUCIÓN -

CÁLCULO DEL CAUDAL INSTANTÁNEO			
TIPO APARATO	NÚMERO APARATOS	CAUDAL INSTANTÁNEO MÍNIMO DE AGUA CALIENTE (dm3/s)	CAUDAL
LAVABO	1	0,065	0,065
FREGADERO	1	0,1	0,1
BAÑERA < 1,40	0	0,2	0
DUCHA	1	0,1	0,1
LAVAVAJILLAS	1	0,1	0,1
LAVADERO	0	0,1	0
LAVADORA	1	0,15	0,15
	5		0,52
			0,52

Qi= 0,52 l/s

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD
Kp= 0,50

CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA VIVIENDA
Qv= 0,26 l/s

CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE DE ACCESORIOS (Le)	
Elemento	Le
Codo 90º	
Te confluencia ramal	
Válvula de paso recto	
	1,15 m

TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN													
TRAMO	Q	D	V	j	L	Le	Let	J	Pi	Pi-J	h	Pf	
BC	0,26	20	0,7	0,06	4,6	1,15	5,75	0,35	18,64	18,29	0	18,29	

TRAMO B'C' - BAÑO-

CÁLCULO DEL CAUDAL INSTANTÁNEO			
TIPO APARATO	NÚMERO APARATOS	CAUDAL INSTANTÁNEO MÍNIMO DE AGUA CALIENTE (dm3/s)	CAUDAL
LAVABO	1	0,065	0,065
FREGADERO	0	0,1	0
BAÑERA < 1,40	0	0,2	0
DUCHA	1	0,1	0,1
LAVAVAJILLAS	0	0,1	0
LAVADERO	0	0,1	0
LAVADORA	0	0,15	0
	2		0,17 l/s
			Qi= 0,17 l/s

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD
Kp= 1,00

CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA VIVIENDA
Qv= 0,17 l/s

CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE DE ACCESORIOS (Le)	
Elemento	Le
Válvula de paso recto	
Te confluencia ramal	
Codo 90º	
	0,875 m

TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN												
TRAMO	Q	D	V	j	L	Le	Let	J	Pi	Pi-J	h	Pf
BD	0,17	15	0,95	0,15	3,5	0,875	4,375	0,66	18,29	17,64	0	17,64

TRAMO B'D' - COCINA -

CÁLCULO DEL CAUDAL INSTANTÁNEO			
TIPO APARATO	NÚMERO APARATOS	CAUDAL INSTANTÁNEO MÍNIMO DE AGUA CALIENTE (dm3/s)	CAUDAL
LAVABO	0	0,065	0
FREGADERO	1	0,1	0,1
BAÑERA < 1,40	0	0,2	0
DUCHA	0	0,1	0
LAVAVAJILLAS	1	0,1	0,1
LAVADERO	0	0,1	0
LAVADORA	1	0,15	0,15
	3		0,35 l/s
			Qi= 0,35 l/s

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD
Kp= 0,71

CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA VIVIENDA
Qv= 0,25 l/s

CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE DE ACCESORIOS (Le)	
Elemento	Le
Válvula de paso recto	
Te confluencia ramal	
2 Codo 90º	
	4,6 m

TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN												
TRAMO	Q	D	V	j	L	Le	Let	J	Pi	Pi-J	h	Pf
DF	0,25	15	1,2	0,23	18,4	4,6	23	5,29	18,29	13,00	0	13,00

CUMPLE CTE. 13 m.c.a > 10 m.c.a

TUBERIAS DE RETORNO ACS

TUBERIA DE RETORNO: Se dimensionará según CTE HS 4 art 4.4.2

Tubería de retorno por tener una longitud superior a 15m

Caudal ACS 0,26l/s 140 l/h. según tablas el diámetro interior mínimo es de 16mm . Tubería de 20mm de diámetro

RITE 2007 - AISLAMIENTO TERMICO

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

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

El diametro de la coquilla será de 25 mm

CALCULO DEPOSITO AUXILIAR - ALJIBE -

Según DB-HS 4

Calculo del depósito auxiliar de alimentación

Q	1,7	l/s
Tiempo	20	min
	60	s
Volumen	2040,00	litros

Según DECRETO DE HABITABILIDAD ILLES BALEARS

Se debe preveer un deposito auxiliar de 400l por persona y día, con una prevision para dos días de consumo

litros	400,00	
personas	2,00	
días	2,00	
Volumen	1600,00	litros

La siguiente tabla ofrece los valores de consumo medio diario de agua a 45°C en viviendas:

Consumos medios de agua en viviendas				
Habitaciones	2	3	4	5
Cuartos de baño	1	1	2	2 ó 3
Aseos con ducha	0	0 ó 1	0 ó 1	0 ó 1
Personas	2 a 3	3 a 5	4 a 7	5 a 9
Consumo por aparato				
• Lavabos	18	27	33	40
• Ducha	20	35	70	90
• Bidé	5	5	10	15
• Bañera	120	120	240	240
• Fregadero	35	46	56	66
Total consumo	193	233	409	451
• Medio redondeado	190	230	410	450
• Bajo (-20%)	150	180	330	360
• Alto (+ 20%)	230	280	490	540

CÁLCULO GRUPO DE PRESIÓN

Grupo de presión convencional - Hasta una presión de 10 l/s se instalarán 2 bombas

Elegimos una bomba que nos proporcione una presión inicial de 25 m.c.a con Q=1,7 l/s

$$P = \frac{Q(l/s) \cdot Hm(mca)}{75 \cdot \eta} \cdot \gamma(kg/l)$$

Q = caudal
 Hm = altura manométrica
 γ = peso específico del agua = 1kg/l
 η = rendimiento mecánico de la bomba (suele variar entre 70 y 80%)

Q	1,7	l/s
Hm	25	mca
Rend. Mecánico	0,8	
Total	0,71	CV
Total	520,63	W

CALCULO CALDERA

Cálculo de la caldera:

1	vivienda
2	personas/vivienda
50	l/persona
160	Volumen acumulador
60	T acs
10	T red
50	T salto térmico
1	Kcal/1°C
8000	Kcal
1	horas
8000	Kcal/hora
9,30	Kw

80% contribución solar = 7,44 Kw

20% sistema auxiliar = 1,86 Kw

Instalaremos un calentador termostáticos con encendido por batería compatible con instalaciones solares
 Marca Junkers HYDROBATTERY-PLUS modelo WTD 11 KB o similar





CAPÍTULO 8. DB-HS 5 EVACUACIÓN DE AGUAS

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Normativa vigente

- El articulado de este documento básico fue aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006) y posteriormente ha sido modificado por las siguientes disposiciones:
 - Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 23-octubre-2007)
 - Corrección de errores del Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 20-diciembre-2007)
 - Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo (BOE 25-enero-2008)
 - Orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-abril-2009)
 - Corrección de errores y erratas de la orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-septiembre-2009) - Orden FOM/588/2017 de 15 de junio (BOE 23-junio-2017)

1.2 Aplicación del CTE DB-HS 5

Al tratarse de una instalación nueva de evacuación de aguas el DB-HS 5 es de obligado cumplimiento.

En los planos adjuntos se indican las instalaciones, el trazado y su morfología.

1.3 Procedimiento de verificación

De acuerdo con lo establecido en el CTE DB-HS 5 para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación:

1. Cumplimiento de las condiciones de diseño.
2. Cumplimiento de las condiciones de dimensionado.
3. Cumplimiento de las condiciones de ejecución.
4. Cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción.
5. Cumplimiento de las condiciones de uso y mantenimiento.



1.4 Caracterización y cuantificación de las exigencias

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.

Se dispondrán sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases mefíticos.

La instalación no debe utilizarse para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales.

2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

2.1 Condiciones generales de la evacuación

Los colectores del edificio deben desaguar, preferentemente por gravedad, en el pozo o arqueta general que constituye el punto de conexión entre la instalación de evacuación y la red de alcantarillado público, a través de la correspondiente acometida.

Cuando no exista red de alcantarillado público, deben utilizarse sistemas individualizados separados, uno de evacuación de aguas residuales dotado de una estación depuradora particular y otro de evacuación de aguas pluviales al terreno.

2.2 Elementos que componen la red de evacuación

2.2.1 Cierres hidráulicos

Los cierres hidráulicos pueden ser:

1. Sifones individuales, propios de cada aparato.
2. Botes sifónicos, que pueden servir a varios aparatos.
3. Sumideros sifónicos.



4. Arquetas sifónicas, situadas en los encuentros de los conductos enterrados de aguas pluviales y residuales.

Los cierres hidráulicos deben tener las siguientes características:

- a) Deben ser autolimpiables, de tal forma que el agua que los atraviese arrastre los sólidos en suspensión.
- b) Sus superficies interiores no deben retener materias sólidas.
- c) No deben tener partes móviles que impidan su correcto funcionamiento.
- d) Deben tener un registro de limpieza fácilmente accesible y manipulable.
- e) 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.
- f) 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.
- g) No deben instalarse en serie, por lo que cuando se instale bote sifónico para un grupo de aparatos sanitarios, estos no deben estar dotados de sifón individual.
- h) Si se dispone un único cierre hidráulico para servicio de varios aparatos, debe reducirse al máximo la distancia de estos al cierre.
- i) Un bote sifónico no debe dar servicio a aparatos sanitarios no dispuestos en el cuarto húmedo en dónde esté instalado.
- j) El desagüe de fregaderos, lavaderos y aparatos de bombeo (lavadoras y lavavajillas) debe hacerse con sifón individual.

2.2.2 Redes de pequeña evacuación

Las redes de pequeña evacuación deben diseñarse conforme a los siguientes criterios:

1. 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;
2. Deben conectarse a las bajantes; cuando por condicionantes del diseño esto no fuera posible, se permite su conexión al manguetón del inodoro;
3. La distancia del bote sifónico a la bajante no debe ser mayor que 2,00 m;
4. Las derivaciones que acometan al bote sifónico deben tener una longitud igual o menor que 2,50 m, con una pendiente comprendida entre el 2 y el 4 %;
5. 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 %.
 - iii) el desagüe de los inodoros a las bajantes debe realizarse directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menor que 1,00 m, siempre que no sea posible dar al tubo la pendiente necesaria.
6. Debe disponerse un rebosadero en los lavabos, bidés, bañeras y fregaderos;
 7. No deben disponerse desagües enfrentados acometiendo a una tubería común;
 8. Las uniones de los desagües a las bajantes deben tener la mayor inclinación posible, que en cualquier caso no debe ser menor que 45°.
 9. Cuando se utilice el sistema de sifones individuales, los ramales de desagüe de los aparatos sanitarios deben unirse a un tubo de derivación, que desemboque en la bajante o si esto no fuera posible, en el manguetón del inodoro, y que tenga la cabecera registrable con tapón roscado.
 10. Excepto en instalaciones temporales, deben evitarse en estas redes los desagües bombeados.

2.2.3 Bajantes y canalones

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.

2.2.4 Colectores

Los colectores pueden disponerse colgados o enterrados.

- Colectores enterrados

1. Los tubos deben disponerse en zanjas de dimensiones adecuadas, tal y como se establece en el apartado 5.4.3., situados por debajo de la red de distribución de agua potable.
2. Deben tener una pendiente del 2 % como mínimo.



3. La acometida de las bajantes y los manguetones a esta red se hará con interposición de una arqueta de pie de bajante, que no debe ser sifónica.
4. Se dispondrán registros de tal manera que los tramos entre los contiguos no superen 15 m.

2.2.5 Elementos de conexión

En redes enterradas la unión entre las redes vertical y horizontal y en ésta, entre sus encuentros y derivaciones, debe realizarse con arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable.

Sólo puede acometer un colector por cada cara de la arqueta, de tal forma que el ángulo formado por el colector y la salida sea mayor que 90º.

Deben tener las siguientes características:

1. La arqueta a pie de bajante debe utilizarse para registro al pie de las bajantes cuando la conducción a partir de dicho punto vaya a quedar enterrada; no debe ser de tipo sifónico.
2. En las arquetas de paso deben acometer como máximo tres colectores.
3. Las arquetas de registro deben disponer de tapa accesible y practicable.
4. La arqueta de trasdós debe disponerse en caso de llegada al pozo general del edificio de más de un colector.

Los registros para limpieza de colectores deben situarse en cada encuentro y cambio de dirección e intercalados en tramos rectos.

2.3 Elementos especiales

2.3.1 Subsistema de ventilación primaria

Se considera suficiente como único sistema de ventilación en edificios con menos de 7 plantas, o con menos de 11 si la bajante está sobredimensionada, y los ramales de desagües tienen menos de 5 m.

Las bajantes de aguas residuales deben prolongarse al menos 1,30 m por encima de la cubierta del edificio, si esta no es transitable. Si lo es, la prolongación debe ser de al menos 2,00 m sobre el pavimento de la misma.

La salida de la ventilación primaria no debe estar situada a menos de 6 m de cualquier toma de aire exterior para climatización o ventilación y debe sobrepasarla en altura.

Cuando existan huecos de recintos habitables a menos de 6 m de la salida de la ventilación primaria, ésta debe situarse al menos 50 cm por encima de la cota máxima de dichos huecos.

La salida de la ventilación debe estar convenientemente protegida de la entrada de cuerpos extraños y su diseño debe ser tal que la acción del viento favorezca la expulsión de los gases.

No pueden disponerse terminaciones de columna bajo marquesinas o terrazas.

3. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

Debe aplicarse un procedimiento de dimensionado para un sistema separativo, es decir, debe dimensionarse la red de aguas residuales por un lado y la red de aguas pluviales por otro, de forma separada e independiente, y posteriormente mediante las oportunas conversiones, dimensionar un sistema mixto.

Debe utilizarse el método de adjudicación del número de unidades de desagüe (UD) a cada aparato sanitario en función de que el uso sea público o privado.

3.1 DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

3.1.1 Red de pequeña evacuación de aguas residuales

3.1.1.1 Derivaciones individuales

La adjudicación de UD a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes se establecen en la tabla 4.1 en función del uso.

Los diámetros indicados en la tabla 4.1 se consideran válidos para ramales individuales cuya longitud sea igual a 1,5 m. Para ramales mayores debe efectuarse un cálculo pormenorizado, en función de la longitud, la pendiente y el caudal a evacuar.

El diámetro de las conducciones no debe ser menor que el de los tramos situados aguas arriba.

Tabla 4.1 UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	5	100
	Con fluxómetro	8	10	100
Urinario	Pedestal	-	4	50
	Suspendido	-	2	40
	En batería	-	3.5	-
Fregadero	De cocina	3	6	40
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100

3.1.1.2 Botes sifónicos o sifones individuales

Los sifones individuales deben tener el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.

Los botes sifónicos deben tener el número y tamaño de entradas adecuado y una altura suficiente para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

3.1.1.3 Ramales colectores

En la tabla 4.3 se obtiene el diámetro de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector. Utilizaremos un pendiente del 2% en nuestra instalación.

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

3.1.2 Bajantes de aguas residuales

El dimensionado de las bajantes debe realizarse de forma tal que no se rebase el límite de ± 250 Pa 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.

El diámetro de las bajantes se obtiene en la tabla 4.4 como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.

Nuestra vivienda es de planta única y no hay desviaciones respecto a la vertical.

Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

3.1.3 Colectores horizontales de aguas residuales

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media de sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

El diámetro de los colectores horizontales se obtiene en la tabla 4.5 en función del máximo número de UD y de la pendiente que es del 2%.

Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente 2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

3.2 DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

3.2.1 Canalones

El diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene en la tabla 4.7 en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve. En nuestra instalación la pendiente es del 2% y la superficie es de 85.5 m². En el caso del garaje se conserva el canalón existente que cumple con la norma.

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

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

3.2.2 Bajantes de aguas pluviales

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene en la tabla 4.8:

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

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

3.2.3 Colectores de aguas pluviales

Los colectores de aguas pluviales se calculan a sección llena en régimen permanente.

El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene en la tabla 4.9, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve. Tenemos un pendiente del 2% y una superficie de 85,5 + 25 m².

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

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

3.3 DIMENSIONADO DE LAS REDES DE VENTILACIÓN

3.3.1 Ventilación primaria

La ventilación primaria debe tener el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación, aunque a ella se conecte una columna de ventilación secundaria.

3.4 ARQUETAS

En la tabla 4.13 se obtienen las dimensiones mínimas necesarias (longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta en función del diámetro del colector de salida de ésta.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

4. CÁLCULOS

4.1 Cálculos saneamiento.

En las siguientes tablas se calcula en base a las prescripciones anteriores las dimensiones de nuestra red de saneamiento.

CÁLCULO DE LAS UNIDADES DE DESCARGA

TIPO DE APARATO SANITARIO	UNIDADES DE DESAGÜE USO PRIVADO (ud)	DIÁMETRO MÍNIMO DEL SIFÓN Y DERIVACIÓN INDIVIDUAL (mm)
Lavabo	1	32
Ducha	2	40
Inodoro cisterna	4	100
Fregadero cocina	3	40
Lavavajillas	3	40
Lavadora	3	40
TOTAL	16	

DIÁMETROS DE RAMALES COLECTORES ENTRE APARATOS SANITARIOS Y BAJANTE

Dependencia	Unidades	Diámetro (mm)
Cocina	9	63
Baño	7	63

La pendiente considerada es un 2%.
 Los manguetones del inodoro serán de 110 mm.

DIÁMETRO DE LAS BAJANTES

Dependencia	Unidades	Diámetro (mm)	Mín.
Cocina	9	63	
Baño	7	50	110

DIÁMETRO DE LOS COLECTORES HORIZONTALES

Dependencia	Unidades	Diámetro (mm)
Cocina	9	63
Baño	7	110

La pendiente considerada es un 2%

4.1 Cálculos pluviales

En las siguientes tablas se calcula en base a las prescripciones anteriores las dimensiones de nuestra red de recogida de aguas pluviales.

CÁLCULO DEL CANALÓN CUBIERTA INCLINADA

Se considera una pendiente del canalón del 2%

Se considera un factor de corrección f de 1,1

TRAMO	Superficie proyectada (m2)	Sup + f (m2)	Diámetro nominal del canalón (mm)
Cubierta garaje *	25	27,50	100
Cubierta vivienda	85,4	93,94	125

* Se mantiene el canalón existente

CÁLCULO DE LAS BAJANTES DE AGUAS PLUVIALES

Se considera un factor de corrección f de 1,1

TRAMO	Superficie proyectada (m2)	Sup + f (m2)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
Bajante garaje*	25	27,50	50
Bajante vivienda	85,4	93,94	63

* Se mantiene el canalón existente

CÁLCULO DE LOS COLECTORES DE AGUAS PLUVIALES

Se considera una pendiente del colector del 2%

Se considera un factor de corrección f de 1,1

TRAMO	Superficie proyectada (m2)	Sup + f (m2)	Diámetro nominal del colector (mm)
Bajante vivienda	85,4	93,94	90
Bajante garaje*	25	27,50	90





CAPÍTULO 9. DB-HR PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Normativa vigente

- El articulado de este documento básico fue aprobado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23-octubre-2007) y posteriormente ha sido modificado por las disposiciones siguientes:
 - Corrección de errores del Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 20-diciembre-2007).
 - Real Decreto 1675/2008, de 17 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1371/2007 (BOE 18-octubre-2008).
 - Orden VIV/984/2009, de 15 de abril (BOE 23-abril-2009).
 - Corrección de errores y erratas de la Orden VIV/984/2009, de 15 de abril (BOE 23 septiembre -2009).

1.2 Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el CTE en su artículo 2 (parte I), exceptuándose 4 casos entre los que se encuentra el siguiente:

d) las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación en los edificios existentes, salvo cuando se trate de rehabilitación integral. Asimismo quedan excluidas las obras de rehabilitación integral de los edificios protegidos oficialmente en razón de su catalogación, como bienes de interés cultural, cuando el cumplimiento de las exigencias suponga alterar la configuración de su fachada o su distribución o acabado interior, de modo incompatible con la conservación de dichos edificios.

Nuestro proyecto es una rehabilitación pero no es integral ya que para que lo sea deben producirse actuaciones tendentes a todos los fines siguientes:

- Adecuación estructural
- Adecuación funcional
- Remodelación de un edificio con viviendas que tenga por objeto modificar la superficie destinada a vivienda o modificar el número de éstas, o la remodelación de un edificio sin viviendas que tenga por finalidad crearlas.

Nosotros únicamente actuamos sobre las dos primeras; pero para mejorar el confort de los usuarios vamos a intentar que nuestras soluciones constructivas cumplan el presente documento siempre y cuando sea posible y en su defecto cualquier cambio que realicemos será siempre para mejorar las prestaciones iniciales de la vivienda.



1.3 Procedimiento de verificación

Para satisfacer las exigencias de este DB debemos:

1. Alcanzar los valores límite de aislamiento acústico a ruido aéreo y no superarse los valores límite de nivel de presión de ruido de impactos establecidos en el apartado 2.1 del DB HR.
2. No superarse los valores límite de tiempo de reverberación establecidos en el apartado 2.2 del DB HR. (No es objeto de esta memoria).
3. Cumplirse las especificaciones del apartado 2.3 del DB HR referentes al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.

1.4 Secuencia de verificaciones

- A)** El cumplimiento de las condiciones de diseño y de dimensionado del aislamiento acústico a ruido aéreo y del aislamiento acústico a ruido de impactos de los recintos de los edificios se llevará a cabo mediante la opción simplificada del apartado 3.1.2.

La opción simplificada para cada elemento constructivo que conforman un recinto, establece en las tablas 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 del apartado 3.1.2 del DB HR, valores mínimos de aislamiento acústico. Estos valores mínimos son superiores a los valores límite de aislamiento acústico exigidos en el apartado 2.1 del DB HR, con el objetivo de repercutir los errores de construcción en las uniones entre elementos constructivos, ya que independientemente de la opción elegida (general o simplificada), se deben cumplir las condiciones de diseño (apartado 3.1.4) de los encuentros con los forjados, las fachadas, la tabiquería y las instalaciones.

- B)** Se cumplirá con las condiciones de diseño y dimensionamiento del apartado 3.3 referentes al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.

1.5 Consideraciones del proyecto

Consideramos una sola unidad de uso porque se trata de una vivienda unifamiliar aislada.

Consideramos como un solo recinto habitable. Igualmente se considera un único recinto protegido.

Consideramos recinto de instalaciones el garaje.

2. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

2.1 Valores límite de aislamiento para el aislamiento acústico a ruido aéreo

En nuestro proyecto afecta a los elementos constructivos interiores de separación, fachadas y cubiertas.

Para la protección frente al ruido en nuestro recinto protegido que pertenece a la misma

unidad de uso, el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A de la tabiquería no será menor de 33 dBA.

Para la protección frente al ruido generado en el recinto de instalaciones, el aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{nT,A}$ entre nuestro recinto protegido y de instalaciones (garaje) colindante verticalmente con el primero, no será menor que 55 dBA.

Para la protección del ruido procedente del exterior, el aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT, Atr}$, entre nuestro recinto protegido y el exterior no será menor que los valores indicados en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d .

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

⁽¹⁾ En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

2.2 Valores límite para el aislamiento acústico a ruido de impactos

En nuestro proyecto afecta a los elementos constructivos de separación horizontales que deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes unas características tales que se cumpla:

Para nuestro recinto protegido la protección frente a ruido generado en nuestro recinto de instalaciones (garaje), el nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w}$, en nuestro recinto protegido colindante horizontal común con nuestro recinto de instalaciones no será mayor de 60 dB.

3. DISEÑO Y DIMENSIONADO

3.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impactos

Utilizaremos la opción simplificada para el cumplimiento de las condiciones de diseño y de dimensionado del aislamiento acústico a ruido aéreo y del aislamiento acústico a ruido de impactos:

3.1.1 Tabiquería

En la tabla 3.1 se expresan los valores mínimos de la masa por unidad de superficie, m , y del índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , que deben tener los diferentes tipos de tabiquería.

Tabla 3.1. Parámetros de la tabiquería

Tipo	m kg/m ²	R_A dBA
Fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo	70	35
Fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas	65	33
Entramado autoportante	25	43

En nuestra vivienda podemos decir que tenemos dos tipos de tabiques:

1. Muro existente de piedra que separa el salón-comedor-cocina de la habitación. Tiene un espesor de 40 cm. A partir de la densidad de la piedra caliza (2000 kg/m³) podemos calcular la masa.

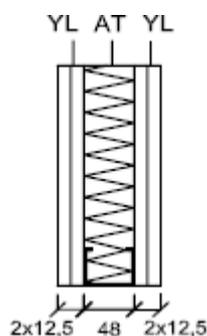
$$2000 \text{ kg/m}^3 \times 0.4 \text{ m} = 800 \text{ kg/m}^2$$

Utilizando la fórmula (A.17) del Anejo A obtendremos el índice global de reducción acústica R_A (ley de masa).

$$R_A = 36.5 \cdot \lg \cdot m - 38.5 \text{ [dBA]} \text{ para } m \geq 150 \text{ kg/m}^2$$

$$R_A = 36.5 \cdot \lg (800) - 38.5 = 67,46 \text{ dBA}$$

2. Entramado autoportante metálico, formado por 2 PYL de 12.5 mm + 50 mm de aislante térmico + 2 PYL de 12.5 mm, que separa la habitación y el baño (elemento P4.2 del CEC)



$$M = 44 \text{ kg/m}^2$$

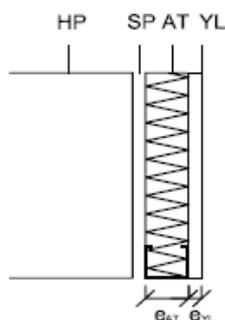
$$R_A = 52 \text{ dBA}$$

Ambos tabiques cumplen con lo establecido en el presente DB.

3.1.2 Separaciones verticales

En nuestra vivienda tenemos un elemento de separación vertical que separa nuestro recinto protegido (vivienda) de un recinto de instalaciones (garaje) por lo tanto el valor límite de aislamiento al ruido aéreo $D_{nT,A}$, es de 55 dBA.

Nuestro elemento de separación vertical es del TIPO 1 (una hoja o dos hojas de fábrica con trasdosado) formado por muro existente de piedra de 40cm más trasdosado formado por una separación de 10mm, aislamiento térmico de 80mm y PYL de 15mm.



$$M_{HP} = 800 \text{ kg/m}^2$$

$$R_{A,HP} = 67,46 \text{ dBA}$$

*Como la masa de la hoja principal es muy elevada no tendremos en cuenta el valor R_A del trasdosado.

- Condiciones mínimas de los elementos de separación verticales aplicables a nuestro proyecto:

En la tabla 3.2 se expresan los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación verticales. De entre todos los valores de la tabla 3.2, aquéllos que figuran entre paréntesis son los valores que deben cumplir los elementos de separación verticales que delimitan un recinto de instalaciones o un recinto de actividad.

En el caso de elementos de separación verticales de tipo 1, el trasdosado debe aplicarse por ambas caras del elemento constructivo base. Si no fuera posible trasdosar por ambas caras y la transmisión de ruido se produjera principalmente a través del elemento de separación vertical, podrá trasdosarse el elemento constructivo base solamente por una cara, incrementándose en 4 dBA la mejora ΔRA del trasdosado especificada en la tabla 3.2.

En el caso de que una unidad de uso no tuviera tabiquería interior, como por ejemplo un aula, puede elegirse cualquier elemento de separación vertical de la tabla 3.2.

Con objeto de limitar las transmisiones indirectas por flancos, las fachadas o medianerías, a las que acometan cada uno de los diferentes tipos de elementos de separación verticales TIPO 1, deben cumplir las condiciones siguientes:

- para la fachada o medianería pesada de dos hojas, no ventilada, la masa por unidad de superficie, m , de la hoja exterior debe ser al menos 130 kg/m^2 .

Tabla 3.2. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación verticales

Tipo	Elementos de separación verticales			
	Elemento base ⁽¹⁾⁽²⁾ (Eb - Ee)		Trasdosado ⁽³⁾ (Tr) (en función de la tabiquería)	
	m kg/m ²	R _A dBA	Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pe- sados ⁽⁴⁾ ΔR _A dBA	Tabiquería de entramado autoportante ΔR _A dBA
TIPO 1 Una hoja o dos hojas de fábrica con Trasdosado	67	33		16 ⁽⁸⁾⁽¹¹⁾
	120	38		14 ⁽⁸⁾⁽¹¹⁾
	150 ⁽⁷⁾	41 ⁽⁷⁾	16 ⁽⁸⁾	13 ⁽¹¹⁾
	180	45	13	9 ⁽¹¹⁾ (12) ⁽¹¹⁾
	200	46	11 ⁽¹¹⁾	10 ⁽¹³⁾ (10) ⁽¹¹⁾
	250	51	6 ⁽¹³⁾	4 ⁽¹³⁾ (8) ⁽¹³⁾
	300	52	3 ⁽¹³⁾ 8 (9)	3 ⁽¹³⁾ (8) ⁽¹³⁾
	300 ⁽⁷⁾	55 ⁽⁷⁾	-	-
	350	55	5 ⁽¹³⁾ (8) ⁽¹¹⁾	0 ⁽¹³⁾ (6) ⁽¹³⁾
	400	57	0 ⁽¹³⁾ 2 ⁽¹³⁾ (6) ⁽¹³⁾	0 ⁽¹³⁾ (6) ⁽¹³⁾

Observando la tabla y en cumplimiento de las condiciones vemos que nuestra separación vertical, por masa, se sale de los límites de la tabla. Como se trata de una rehabilitación y no de obra nueva (además de que el muro es de carga) no tiene sentido demolerlo y hacer uno nuevo. Dentro de nuestras posibilidades intentamos aislar acústicamente lo mejor posible el recinto protegido del recinto de instalaciones mediante la colocación de un trasdosado por ambas caras del muro. Solo con el muro ya conseguimos un valor aproximado de 67,46 dBA más lo que puedan aportar los trasdosados estamos muy por encima del límite de aislamiento al ruido aéreo DnT,A, de 55 dBA.

3.1.3 Separaciones horizontales

En nuestra vivienda tenemos un elemento de separación horizontal que separa nuestro recinto protegido (vivienda) de un recinto de instalaciones (garaje).

Por lo tanto el nivel global de presión de ruido de impactos, L'nT,w' en un recinto protegido colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un recinto de actividad o con un recinto de instalaciones no será mayor que 60 dB.

- Condiciones mínimas de los elementos de separación horizontales aplicables a nuestro proyecto:

Para limitar la transmisión de ruido de impactos, en el forjado de cualquier recinto colindante horizontalmente con un recinto perteneciente a unidad de uso o con una arista horizontal común con el mismo, debe disponerse un suelo flotante cuya reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , sea la especificada en la tabla 3.3. De la misma manera, en el forjado de cualquier recinto de instalaciones o de actividad que sea colindante horizontalmente con un recinto protegido o habitable del edificio o con una arista horizontal común con los mismos, debe disponerse de un suelo flotante cuya reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , sea la especificada en la tabla 3.3.

En el caso de que una unidad de uso no tuviera tabiquería interior, como por ejemplo un aula, puede elegirse cualquier elemento de separación horizontal de la tabla 3.3.

Entre paréntesis figuran los valores que deben cumplir los elementos de separación horizontales entre un recinto protegido o habitable y un recinto de instalaciones o de actividad.

Si observamos la tabla 3.3 vemos que para una tabiquería de fábrica pesada con apoyo directo en el forjado como es nuestro caso, ya que no podemos colocar una banda elástica bajo el muro existente, y para separación de recinto protegido de recinto de instalaciones (valores entre paréntesis en la tabla) solo tenemos una opción :

- Para el forjado: masa 500 kg/m² con aislamiento a ruido aéreo de 60 dBA.
- Para el suelo flotante: una reducción del nivel de presión al ruido de impacto $\Delta L_w = \geq 17$ dBA (ΔL_w , en dBA) y de mejora de aislamiento al ruido aéreo $R_A = 4$ o 5 dBA.
- Para el techo suspendido: 7 o 5 dBA.

Tabla 3.3. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación horizontales.

Forjado ⁽¹⁾ (F)		Suelo flotante y techo suspendido (Sf) y (Ts) en función de la tabiquería										
		Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con apoyo directo en el forjado			Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con bandas elásticas o apoyada sobre el suelo flotante.				Tabiquería de entramado autoportante			
		Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾		Techo suspendido ⁽⁵⁾	Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾		Techo suspendido ⁽⁵⁾		Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾		Techo suspendido ⁽⁵⁾	Condiciones de la fachada ⁽⁶⁾
m kg/m ²	R _A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA		
500	60	12	0	0 ^c	10	0	0 ^c	9	0	0 ^c	1H ó 2H	
		(17)	(4) (5)	(7) (5)	(15)	(0) (3) ⁽⁷⁾	(0) (0) ⁽⁷⁾	(14)	(0) (1) ⁽⁷⁾ (0) (1) (3) ⁽⁷⁾	(0) (0) ⁽⁷⁾ (1) (0) (0) ⁽⁷⁾	2H	
												1H

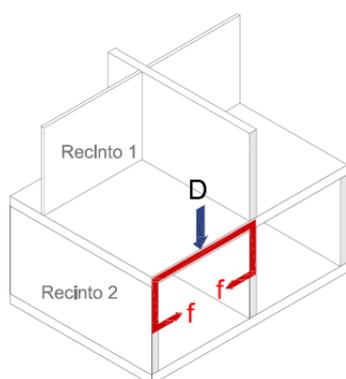
Debido a que nuestro proyecto se trata de una rehabilitación no podemos cumplir con la masa del forjado de 500 kg/m² que nos requiere el documento.

La parte I del CTE, que modificó la Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas, establece la obligación de aplicar el CTE a las intervenciones en edificios existentes y se establecen dos criterios generales comunes a todo el código que han de cumplirse en todos los requisitos y en todas las intervenciones, estos criterios están fundamentados en el hecho de que el objetivo de una obra de rehabilitación es la mejora de los edificios hasta alcanzar el estándar actual o próximos al estándar actual. Estos criterios generales son:

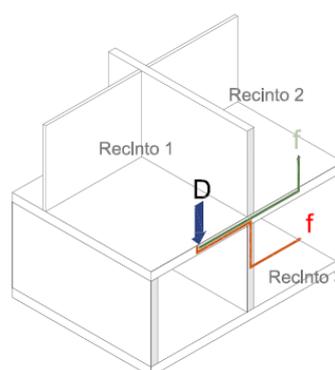
- Criterio de no empeoramiento: que implica que las actuaciones que se realicen no deben suponer una merma en las prestaciones del edificio y sus elementos por debajo de un límite, el que establece el CTE o el preexistente antes de la intervención si es inferior.
- Criterio de flexibilidad: Cuando no sea urbanística, técnica o económicamente viable o, en su caso, sea incompatible con la naturaleza de la intervención o con el grado de protección del edificio, se permite limitar la intervención al mayor nivel de adecuación compatible con las condiciones de la intervención, aunque no se llegue a satisfacer los niveles de exigencia establecidos con carácter general en el DB HR.

Una vez dicho esto proponemos nuestra solución:

Como muestra la siguiente figura en nuestra vivienda solo tenemos transmisión indirecta por ruido de impactos ya que los recintos son colindantes horizontalmente. Como no tenemos transmisión directa del impacto (recintos colindantes verticalmente) el parámetro más importante que debemos cumplir es la reducción del nivel de presión al ruido de impacto (ΔL_w) del suelo flotante. El techo suspendido no lo consideramos necesario y el aislamiento al ruido aéreo del forjado y del suelo flotante pasa a un segundo plano.



DIRECTA



INDIRECTA

Colocaremos un suelo flotante que cumpla la reducción del nivel de presión al ruido de impacto $\Delta L_w \geq 17$ dBA. Para ello utilizaremos una capa de 100 mm de aislamiento que cumple con creces los 17 dBA exigidos; ya que según el “Catálogo de elementos constructivos del CTE” con una capa de 12mm de lana mineral conseguimos $\Delta L_w \geq 27$ dBA, y con 10mm de espuma de polietileno expandido conseguimos $\Delta L_w \geq 20$ dBA.

3.1.4 Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior

Es imprescindible saber el valor del índice de ruido día, L_d , siendo las Administraciones competentes las que tienen que aportar dicha información. En función de este valor se definen en la tabla 2.1 del DB HR unos valores de aislamiento acústico. En particular, el valor de aislamiento acústico a ruido aéreo, entre un recinto protegido y el exterior, cuando no se disponen de datos oficiales es de 30 dBA para sectores del territorio con predominio de suelo residencial.

Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d .

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

⁽¹⁾ En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

- Condiciones mínimas de las fachadas, las cubiertas y los suelos en contacto con el aire exterior:

En la tabla 3.4 se expresan los valores mínimos que deben cumplir los elementos que forman los huecos y la parte ciega de la fachada, la cubierta o el suelo en contacto con el aire exterior, en función de los valores límite de aislamiento acústico entre un recinto protegido y el exterior indicados en la tabla 2.1 y del porcentaje de huecos expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la fachada vista desde el interior de cada recinto protegido.

El parámetro acústico que define los componentes de una fachada, una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior es el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, $R_{A,tr}$, de la parte ciega y de los elementos que forman el hueco.

Este índice, R_{Atr} , caracteriza al conjunto formado por la ventana, la caja de persiana y el aireador si lo hubiera. En el caso de que el aireador no estuviera integrado en el hueco, sino que se colocara en el cerramiento, debe aplicarse la opción general.

En el caso de que la fachada del recinto protegido fuera en esquina o tuviera quiebros, el porcentaje de huecos se determina en función de la superficie total del perímetro de la fachada vista desde el interior del recinto.

Tabla 3.4 Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Parte ciega \neq 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Huecos				
			Porcentaje de huecos $R_{A,tr}$ de los componentes del hueco ⁽²⁾ dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
$D_{2m,nT,Atr} = 30$	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	

Nuestra fachada tiene una superficie de 47,5 m² y la suma de todos los huecos es de 12,97 m², un 27,3 %. Para cumplir con la tabla 3.4 para una fachada de 45 dBA (nuestro muro de piedra tiene 67 dBA) necesitamos unos vidrios de resistencia R_{Atr} 28 dBA.

Nuestra carpintería incorpora triple vidrio con doble cámara (4/12/4/12/10) que consigue resistencias R_{Atr} de hasta 46 dBA con lo que cumplimos holgadamente los requerimientos.

Para cubiertas y suelos en contacto con el exterior, no existirán problemas para cumplir con los valores indicados en la Tabla 3.4, ya que la parte ciega será del 100%.

Nuestra cubierta tiene una resistencia R_{Atr} de 42 dBA y nuestra fachada solo con el muro de piedra tiene una resistencia R_{Atr} de 67 dBA.

3.1.5 Condiciones de diseño de las uniones entre elementos constructivos

Es preceptivo cumplir las condiciones de diseño de los encuentros con los forjados, las fachadas, la tabiquería y las instalaciones de aplicación a nuestro proyecto que resumimos a continuación:

3.1.5.1 Elementos de separación verticales

- 3.1.5.1.1 Encuentros con los forjados, las fachadas y la tabiquería:

Elementos de separación verticales de TIPO 1:

- En los encuentros de los elementos de separación verticales de dos hojas de fábrica con fachadas de dos hojas, debe interrumpirse la hoja interior de la fachada.
- En los encuentros con la tabiquería, ésta debe interrumpirse de tal forma que el elemento de separación vertical sea continuo. En el caso de elementos de separación vertical de dos hojas, solo se trabará la tabiquería a una sola hoja.



3.1.5.2 Elementos de separación horizontales

- 3.1.5.2.1 Encuentros con los elementos verticales

- Deben eliminarse los contactos entre el suelo flotante y los elementos de separación verticales, pilares y tabiques con apoyo directo; para ello, se interpondrá entre ambos una capa de material elástico o del mismo material aislante a ruido de impactos del suelo flotante.
- Los techos suspendidos o los suelos registrables no serán continuos entre dos recintos pertenecientes a unidades de uso diferentes. La cámara de aire entre el forjado y un techo suspendido o un suelo registrable debe interrumpirse o cerrarse cuando el techo suspendido o el suelo registrable acometa a un elemento de separación vertical entre unidades de uso diferentes.

3.1.5.3 Encuentros con los conductos de instalaciones

- Cuando un conducto de instalaciones colectivas se adose a un elemento de separación vertical, se revestirá de tal forma que no disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva.
- Se recubrirá y se sellarán las holguras de los huecos efectuados en el forjado para paso de conducto de instalaciones con un material elástico que garantice la estanquidad e impida el paso de vibraciones a la estructura del edificio.
- Deben eliminarse los contactos entre el suelo flotante y los conductos de instalaciones que discurran bajo él. Para ello, los conductos se revestirán de un material elástico.

3.2 Ruido y vibraciones de las instalaciones

Es una exigencia del DB HR cumplir las especificaciones del apartado 2.3 del DB HR referente al ruido y a las vibraciones de las instalaciones y que a continuación reproducimos:

1. Los niveles de ruidos y de vibraciones que el interacumulador y el termo del garaje puedan transmitir a nuestro recinto protegido (baño) a través de sus sujeciones se realizarán de tal forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.
2. El nivel de potencia acústica máximo de nuestros equipos generadores de ruido estacionario (caldera, ventilación y extracción) cumplen con los niveles de inmisión del recinto protegido expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.
3. El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en cubiertas y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los recintos habitables y protegidos no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.
4. Se tienen en cuenta las especificaciones de los apartados 3.3, 3.1.4.1.2, 3.1.4.2.2 y 5.1.4. del DB HR.



A) A continuación resumimos los apartados indicados en el punto 3.3:

- Datos que deben aportar los suministradores
 - Los equipos y productos incluirán en la documentación de los mismos sus valores acústicos.
- Condiciones de montaje de equipos generadores de ruido estacionario
 - Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios o sobre una bancada de inercia.
 - Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.
 - Se consideran válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la UNE 100153 IN.
 - Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.
 - En las chimeneas de las instalaciones térmicas que lleven incorporados dispositivos electromecánicos para la extracción de productos de combustión se utilizarán silenciadores.
- Conducciones hidráulicas
 - Las conducciones colectivas del edificio deberán ir tratadas con el fin de no provocar molestias en los recintos habitables o protegidos adyacentes.
 - En el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios tales como manguitos elásticos estancos, coquillas, pasamuros estancos y abrazaderas desolidarizadoras.
 - El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 kg/m².
 - En los cuartos húmedos en los que la instalación de evacuación de aguas esté descolgada del forjado, debe instalarse un techo suspendido con un material absorbente acústico en la cámara.
 - La velocidad de circulación del agua se limitará a 1 m/s en tuberías de calefacción y radiadores de viviendas.
 - La grifería situada dentro de los recintos habitables será de Grupo II como mínimo (UNE EN 200).
 - Se evitará el uso de cisternas elevadas de descarga a través de tuberías y de grifos de llenado de cisternas de descarga al aire.
 - Las bañeras y los platos de ducha deben montarse interponiendo elementos elásticos en todos sus apoyos en la estructura del edificio: suelos y paredes. Los sistemas de hidromasaje, deberán montarse mediante elementos de suspensión elástica amortiguada.
 - No deben apoyarse los radiadores en el pavimento y fijarse a la pared simultáneamente, salvo que la pared esté apoyada en el suelo flotante.



- Ventilación
 - Los conductos de extracción que discurran dentro de una unidad de uso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, sea al menos 33 dBA, salvo que sean de extracción de humos de garajes en cuyo caso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, sea al menos 45 dBA.
- B)** Las condiciones de los apartados 3.1.4.1.2, 3.1.4.2.2 se han desarrollado anteriormente en “3.1.5.3 Encuentros con los conductos de instalaciones”
- C)** El apartado 5.1.4 del DB HR expone que deben utilizarse elementos elásticos y sistemas antivibratorios en las sujeciones o puntos de contacto entre las instalaciones que produzcan vibraciones y los elementos constructivos.



CAPÍTULO 10. DB-HE 1 LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

1. INTRODUCCIÓN

1.1-Normativa vigente

La contribución solar mínima de agua caliente sanitaria (ACS) se tiene que ajustar a la siguiente normativa:

- El articulado de este documento básico fue aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006) y posteriormente ha sido modificado por las siguientes disposiciones:
 - Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre para la corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo (BOE 23-octubre-2007)
 - Corrección de errores y erratas del Real Decreto 1371/2007 (BOE 25-enero-2008)
 - Orden FOM /1635/2013 del 10 de septiembre por el que se actualiza el Documento Básico DB-HE (BOE 12-septiembre-2013)
 - Orden FOM /588/2017 del 15 de junio por el que se actualiza el Documento Básico DB-HE (BOE 23 de-junio-2017)
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)

1.2-Aplicación del CTE DB-HE 1

Al tratarse de una rehabilitación el presente documento básico es de obligado cumplimiento.

2. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

2.1 Caracterización de la exigencia

La demanda energética de los edificios se limita en función de la zona climática de la localidad en que se ubican y del uso previsto.

En edificios de uso residencial privado, las características de los elementos de la envolvente térmica deben ser tales que eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables. Se limitará igualmente la transferencia de calor entre unidades de distinto uso, y entre las unidades de uso y las zonas comunes del edificio.

Se deben limitar los riesgos debidos a procesos que produzcan una merma significativa de las prestaciones térmicas o de la vida útil de los elementos que componen la envolvente térmica, tales como las condensaciones.

2.2 Cuantificación de la exigencia

2.2.1 Intervenciones en edificios existentes

Cuando la intervención produzca modificaciones en las condiciones interiores o exteriores de un elemento de la envolvente térmica que supongan un incremento de la demanda energética del edificio, las características de este elemento se adecuarán a las establecidas en este Documento Básico.

En las obras de reforma en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio y en las destinadas a un cambio de uso característico del edificio se limitará la demanda energética conjunta del edificio de manera que sea inferior a la del edificio de referencia.

En las obras de reforma no consideradas en el caso anterior, los elementos de la envolvente térmica que se sustituyan, incorporen, o modifiquen sustancialmente, cumplirán las limitaciones establecidas en la tabla 2.3. Cuando se intervenga simultáneamente en varios elementos de la envolvente térmica, se podrán superar los valores de transmitancia térmica de dicha tabla si la demanda energética conjunta resultante fuera igual o inferior a la obtenida aplicando los valores de la tabla a los elementos afectados.

Tabla 2.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
<i>Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno⁽¹⁾ [W/m²·K]</i>	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
<i>Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m²·K]</i>	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
<i>Transmitancia térmica de huecos⁽²⁾ [W/m²·K]</i>	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
<i>Permeabilidad al aire de huecos⁽³⁾ [m³/h·m²]</i>	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

⁽¹⁾ Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

⁽²⁾ Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

⁽³⁾ La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

2.2.2 Limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado

En edificios de uso residencial privado, la transmitancia térmica de las nuevas particiones interiores o aquellas que sean objeto de sustitución no superará los valores de la tabla 2.4 cuando estas delimiten las unidades de uso residencial privado de otras de distinto uso o de zonas comunes del edificio, y los de la tabla 2.5 cuando delimiten unidades de uso residencial privado entre sí.



Tabla 2.4 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes, y medianerías, U en W/m²·K

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

Tabla 2.5 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso, U en W/m²·K

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00

2.2.3 Limitación de condensaciones

Tanto en edificaciones nuevas como en edificaciones existentes, en el caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en la envolvente térmica del edificio, estas serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

3. VERIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

3.1 Procedimiento de verificación

Para la correcta aplicación de esta Sección del DB HE deben realizarse las siguientes verificaciones:

- Verificación de las exigencias cuantificadas en el apartado 2 (Caracterización y cuantificación de la exigencia) con los datos y solicitudes definidos en el apartado 4 (Datos para el cálculo de la demanda), utilizando un procedimiento de cálculo acorde a las especificaciones establecidas en el apartado 5 (Procedimiento de cálculo) del DB-HE 1.

3.2 Justificación del cumplimiento de la exigencia

Para justificar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de la demanda energética que se establece en esta sección del DB HE, los documentos de proyecto han de incluir la siguiente información:

- a) definición de la zona climática de la localidad en la que se ubica el edificio;



- b) descripción geométrica, constructiva y de usos del edificio: orientación, definición de la envolvente térmica, otros elementos afectados por la comprobación de la limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado, distribución y usos de los espacios, incluidas las propiedades higrotérmicas de los elementos;
- c) perfil de uso y, en su caso, nivel de acondicionamiento de los espacios habitables;
- d) procedimiento de cálculo de la demanda energética empleado para la verificación de la exigencia;
- e) valores de la demanda energética y, en su caso, porcentaje de ahorro de la demanda energética respecto al edificio de referencia, necesario para la verificación de la exigencia;
- f) características técnicas mínimas que deben reunir los productos que se incorporen a las obras y sean relevantes para el comportamiento energético del edificio.

Para justificar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de condensaciones intersticiales, los documentos de proyecto han de incluir su verificación.

4. DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA DEMANDA

4.1 Solicitaciones exteriores

Se consideran solicitudes exteriores las acciones del clima sobre el edificio con efecto sobre su comportamiento térmico, y por tanto, sobre su demanda energética.

A efectos de cálculo, se establece un conjunto de zonas climáticas para las que se define un clima de referencia, que define las solicitudes exteriores en términos de temperatura y radiación solar.

La zona climática de cada localidad, así como su clima de referencia, se determina a partir de los valores tabulados recogidos en el Apéndice B del DB-HE 1, o de documentos reconocidos elaborados por las Comunidades Autónomas.

- La zona climática es la del apéndice B de la sección HE 1 del CTE. Para la altitud de la localidad, 205 msnm, corresponde a la zona B3.
- La descripción geométrica y orientación del edificio se documenta en los planos técnicos del proyecto y en la memoria descriptiva del mismo.
- La descripción constructiva y su comportamiento térmico de los distintos cerramientos, así como sus características técnicas se documenta en el anejo de "Certificación Energética" así como en la memoria constructiva de la presente propuesta.
- Se ha considerado elementos de sombreado de los huecos mediante contraventanas de lamas por el exterior de los mismos.
- Se ha considerado un retranqueo de los huecos de 40 cm.



- Se ha considerado la existencia de sombra en los meses de verano mediante parral en estructura metálica tubular existente.

4.2 Solicitaciones interiores y condiciones operacionales

Se consideran solicitaciones interiores las cargas térmicas generadas en el interior del edificio debidas a los aportes de energía de los ocupantes, equipos e iluminación.

Las condiciones operacionales se definen por los siguientes parámetros, que se recogen en los perfiles de uso del apéndice C:

- a) temperaturas de consigna de calefacción;
- b) temperaturas de consigna de refrigeración;
- c) carga interna debida a la ocupación;
- d) carga interna debida a la iluminación;
- e) carga interna debida a los equipos.

Los espacios habitables del edificio mantendrán, a efectos de cálculo de la demanda, las condiciones operacionales definidas en su perfil de uso, excluyéndose el cumplimiento de las condiciones a) y b), relativas a temperaturas de consigna en el caso de los espacios habitables no acondicionados.

Debe especificarse el nivel de ventilación de cálculo para los espacios habitables y no habitables, que ha de ser coherente con el derivado del cumplimiento de otras exigencias y las condiciones de proyecto.

- La ventilación utilizada para modelar es la definida por el DB-HS 3 que para esta vivienda es de 0,39 ren/h.

- Los perfiles de uso y los niveles de acondicionamiento son los fijados por el DB-HE 1 en su anejo C y que utiliza el programa.

5. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

En nuestro caso como se trata de una reforma en la que se renueva más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio tenemos 3 requerimientos:

1) La demanda energética conjunta del edificio después de la reforma será menor a la del edificio de referencia.

La tabla B.1 del “Apéndice B: Zonas climáticas” del DB HE-1 nos permite obtener la zona climática (Z.C.) de una localidad en función de su capital de provincia y su altitud respecto al nivel del mar (h).

Tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700			h ≥ 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800			h ≥ 800			
Ávila	E1	1054													h < 550	h < 850	h ≥ 850	
Badajoz	C4	168									h < 400	h < 450			h ≥ 450			
Barcelona	C2	1											h < 250		h < 450	h < 750	h ≥ 750	
Bilbao/Bilbo	C1	214												h < 250				
Burgos	E1	861														h < 600	h ≥ 600	
Cáceres	C4	385									h < 600				h < 1050			h ≥ 1050
Cádiz	A3	0	h < 150					h < 450				h < 600	h < 850			h ≥ 850		
Castellón/Castelló	B3	18						h < 50				h < 500			h < 600	h < 1000		h ≥ 1000
Ceuta	B3	0						h < 50										
Ciudad Real	D3	630									h < 450	h < 500			h ≥ 500			
Córdoba	B4	113					h < 150				h < 550				h ≥ 550			
Coruña, La/ A Coruña	C1	0												h < 200			h ≥ 200	
Cuenca	D2	975													h < 800	h < 1050		h ≥ 1050
Gerona/Girona	D2	143											h < 100			h < 600		h ≥ 600
Granada	C3	754	h < 50				h < 350				h < 600	h < 800			h < 1300			h ≥ 1300
Guadalajara	D3	708													h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Huelva	A4	50	h < 50				h < 150	h < 350				h < 800			h ≥ 800			
Huesca	D2	432										h < 200			h < 400	h < 700		h ≥ 700
Jaén	C4	436					h < 350				h < 750				h < 1250			h ≥ 1250
León	E1	346																h < 1250
Lérida/Lleida	D3	131										h < 100			h < 600			h ≥ 600
Logroño	D2	379											h < 200			h < 700		h ≥ 700
Lugo	D1	412														h < 500	h < 500	h ≥ 500
Madrid	D3	589										h < 500			h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Málaga	A3	0						h < 300				h < 700			h ≥ 700			
Melilla	A3	130																
Murcia	B3	25						h < 100							h ≥ 550			
Ourense/Ourense	D2	327										h < 150	h < 300		h < 800			h ≥ 800
Oviedo	D1	214												h < 50			h < 550	h ≥ 550
Palencia	D1	722															h < 800	h ≥ 800
Palma de Mallorca	B3	1						h < 250				h ≥ 250						
Pamplona/Iruña	D1	456											h < 100		h < 300	h < 600	h ≥ 600	
Pontevedra	C1	77											h < 350			h ≥ 350		
Salamanca	D2	770													h < 800			h ≥ 800
San Sebastián/Donostia	D1	5														h < 400	h ≥ 400	
Santander	C1	1												h < 150		h < 650	h ≥ 650	
Segovia	D2	1013													h < 1000			h ≥ 1000
Sevilla	B4	9					h < 200				h ≥ 200							
Soria	E1	984													h < 750	h < 800	h ≥ 800	
Tarragona	B3	1					h < 50					h < 500			h ≥ 500			
Teruel	D2	995										h < 450	h < 500			h < 1000		h ≥ 1000
Toledo	C4	445									h < 500				h ≥ 500			
Valencia/València	B3	8					h < 50				h < 500				h < 950			h ≥ 950
Valladolid	D2	704													h < 800			h ≥ 800
Vitoria/Gasteiz	D1	512														h < 500	h < 500	h ≥ 500
Zamora	D2	617													h < 800			h ≥ 800
Zaragoza	D3	207										h < 200			h < 650			h ≥ 650

Una vez tenemos la zona climática vamos al “Apéndice D: Definición del edificio de referencia” y buscamos la tabla que contiene los parámetros característicos que debe cumplir nuestra envolvente en la zona climática B3.

D.2.7 ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_{Mlim} : 0,82 W/m² K

Transmitancia límite de suelos

U_{Slim} : 0,52 W/m² K

Transmitancia límite de cubiertas

U_{Clim} : 0,45 W/m² K

Factor solar modificado límite de lucernarios

F_{Lim} : 0,30

% de huecos	Transmitancia límite de huecos U_{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Media, alta o muy alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8	4,9	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3	4,3	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0	4,0	5,6	5,6	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8	3,7	5,4	5,4	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7	3,6	5,2	5,2	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

* Para baja carga interna y nuestro porcentaje de huecos menor al 40% no es necesario justificar el factor solar modificado

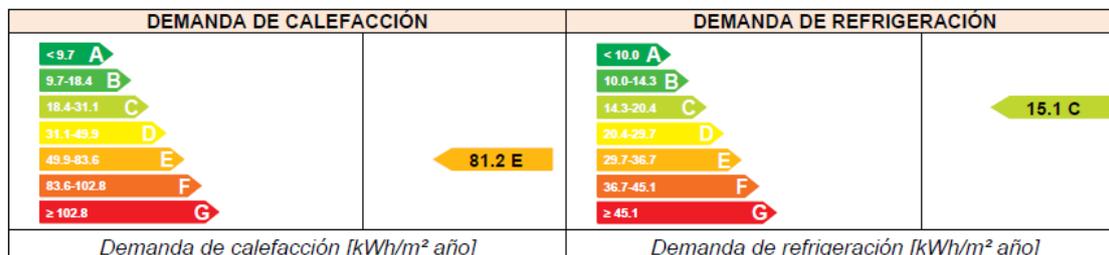
- Tabla justificativa cumplimiento D.2.11 Zona climática B3:

Zona climática B3	U_{lim} [W/m ² ·K]	$U_{proyecto}$ [W/m ² ·K]	CUMPLIMIENTO
Muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno formado por muro de piedra de 50 cm + cámara de aire 3 cm + aislamiento TQ 2,5 cm + PYL 1,5 cm	0,82	0,22	CUMPLE
Suelos formado por solera con cámara de aire ventilada de 12 cm + aislamiento PUR 10 cm	0,52	0,28	CUMPLE
Cubiertas	0,45	0,33	CUMPLE
Lucernarios	X	X	X
Huecos NO	5,4	0,65	CUMPLE
Huecos SO	5,7	0,65	CUMPLE

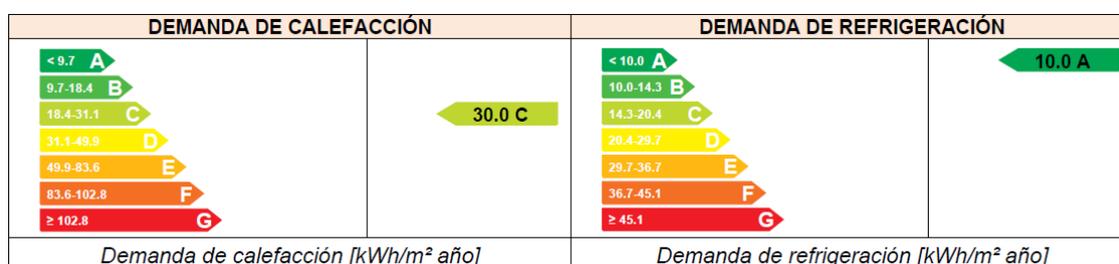
- Mediante esta tabla vemos que todos los elementos por separado cumplen la exigencia.

- Comparativos realizados con CE3x donde se muestra que la demanda del edificio de referencia es superior a la demanda del edificio objeto.

Edificio referencia:



Edificio objeto:



- Mediante este comparativo vemos que el edificio en conjunto cumple la exigencia.

2) La transmitancia térmica de las nuevas particiones interiores o aquellas que sean objeto de sustitución no superarán los valores de la tabla 2.4 del DB HE-1 cuando estas delimiten las unidades de uso residencial privado de otras de distinto uso o de zonas comunes del edificio, y los de la tabla 2.5 del DB HE-1 cuando delimiten unidades de uso residencial privado entre sí.

- Tabla justificativa cumplimiento Tabla 2.4 del DB HE-1

Tipo elemento	Zona climática de invierno	U_{lim} [W/m ² ·K]	$U_{proyecto}$ [W/m ² ·K]	CUMPLIMIENTO
Partición vertical formada por muro de piedra de 40 cm + cámara de aire 3 cm + aislamiento TQ 2,5 cm + PYL 1,5 cm	B3	1,10	0,22	CUMPLE

- Tabla justificativa cumplimiento Tabla 2.5 del DB HE-1

Tipo elemento	Zona climática de invierno	U_{lim} [W/m ² ·K]	$U_{proyecto}$ [W/m ² ·K]	CUMPLIMIENTO
Partición vertical formada por entramado de perfilería U de 4,8cm, con aislamiento térmico/acústico de 5cm de MW + doble PYL de 1.25 cm	B3	1,20	0,50	CUMPLE
Partición vertical formada por muro de 40 cm + aislamiento TQ 2,5 cm + PYL 1,5 cm	B3	1,20	0,31	CUMPLE

3) Tanto en edificaciones nuevas como en edificaciones existentes, en el caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en la envolvente térmica del edificio, estas serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

Para realizar esta comprobación se utiliza el programa eCondensa2 que realiza la comprobación de condensaciones intersticiales mediante cálculo de las presiones de vapor frente a las presiones de saturación en el cerramiento, y el cálculo anual de la cantidad condensada según UNE EN ISO 13788:202 para situaciones de condensaciones intersticiales.

Se adjuntan los resultados obtenidos para los meses más desfavorables de cada una de las soluciones. Al final de la ficha el programa dice si en el ciclo anual la cantidad evaporada es superior a la condensada cumpliéndose de este modo lo prescrito.

a) Informe de Condensaciones: Fachada

Capital de provincia: Palma de Mallorca

Condiciones exteriores para el mes de Enero: T = 11,6 °C, HR = 71 %

Condiciones interiores: T = 20 °C, HR = 55 %

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS

Tipos	C. superficiales			Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6
	fRsi	0,946	Pn<=Psat,n						
	fRsimin	0,52	Pn						
Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat	Cond.Acum.	
Caliza dura [2000 < d < 2190]	22	1,7	150	0,1294	7,7273	1021,407	1221,855	0	
Tierra apisonada adobe bloques de tierra comprimida [1770 < d < 2000]	6	1,1	1	0,0545	18,3333	1021,51	1232,007	0	
Caliza dura [2000 < d < 2190]	22	1,7	150	0,1294	7,7273	1078,378	1256,392	0	
Cámara de aire sin ventilar vertical 3 cm	3	0,1176	1	0,255	3,9216	1078,395	1305,686	0	
TQ Tecnotermic TOP	3	0,0079	4000	3,7975	0,2633	1285,185	2269,056	0	
Placas de yeso armado con fibras minerales 800 < d < 1000	2	0,25	4	0,08	12,5	1285,323	2294,715	0	
TOTALES	58			4,616	0,217				

CUMPLE

b) Informe de Condensaciones: Partición vertical baño-garaje

Capital de provincia: Palma de Mallorca

Condiciones exteriores para el mes de Enero: T = 11,6 °C, HR = 71 %

Condiciones interiores: T = 20 °C, HR = 55 %

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS

Tipos	C. superficiales		Pn<=Psat,n	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6
	fRsi>=fRsmin								
	fRsi	0,946	Psat,n	1234,002	1240,784	1260,721	1309,895	2269,414	2294,938
fRsimin	0,52	Pn	1014,279	1014,353	1064,093	1064,111	1285,176	1285,323	
Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat	Cond.Acum.	
Caliza dura [2000 < d < 2190]	18	1,7	150	0,1059	9,4444	1014,279	1234,002	0	
Tierra apisonada adobe bloques de tierra comprimida [1770 < d < 2000]	4	1,1	1	0,0364	27,5	1014,353	1240,784	0	
Caliza dura [2000 < d < 2190]	18	1,7	150	0,1059	9,4444	1064,093	1260,721	0	
Cámara de aire sin ventilar vertical 3 cm	3	0,1176	1	0,255	3,9216	1064,111	1309,895	0	
TQ Tecnotermic TOP	3	0,0079	4000	3,7975	0,2633	1285,176	2269,414	0	
Placas de yeso armado con fibras minerales 800 < d < 1000	2	0,25	4	0,08	12,5	1285,323	2294,938	0	
TOTALES	48			4,641	0,215				

CUMPLE

c) Informe de Condensaciones: Cubierta

Capital de provincia: Palma de Mallorca

Condiciones exteriores para el mes de Enero: T = 11,6 °C, HR = 71 %

Condiciones interiores: T = 20 °C, HR = 55 %

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS

Tipos	C. superficiales		Pn<=Psat,n	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5
	fRsi	fRsi>=fRsin						
	fRsimin	0,52	Psat,n	1205,761	1225,981	1254,558	2257,473	2292,5
			Pn	981,895	982,184	993,754	1283,009	1285,323
Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat	Cond.Acum.
Teja de arcilla cocida	2	1	30	0,02	50	981,895	1205,761	0
Cámara de aire ligeramente ventilada horizontal 2 cm	2	0,25	1	0,08	12,5	982,184	1225,981	0
Tablero de partículas 640 < d < 820	2	0,18	20	0,1111	9	993,754	1254,558	0
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	10	0,034	100	2,9412	0,34	1283,009	2257,473	0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2	0,25	4	0,08	12,5	1285,323	2292,5	0
TOTALES	18			3,372	0,297			

CUMPLE



CAPÍTULO 11. DB-HE 2 RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

1. INTRODUCCIÓN

El DB-HE 2 remite al RITE.

Dicho Real Decreto 1751/1998, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios e instrucciones técnicas complementarias, regula las condiciones exigibles a las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria.

En la presente propuesta de rehabilitación se ha previsto el cumplimiento de dicho Real Decreto en lo que concierne a las instalaciones de agua caliente sanitaria, no siendo obligatorio adjuntar un proyecto específico de dichas instalaciones, toda vez que la potencia nominal de la instalación resulte inferior a los 70 KW.





CAPÍTULO 12. DB-HE 4 CONTRIBUCIÓN SOLAR

1. INTRODUCCIÓN

1.1-Normativa vigente

La contribución solar mínima de agua caliente sanitaria (ACS) se tiene que ajustar a la siguiente normativa:

- El articulado de este documento básico fue aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006) y posteriormente ha sido modificado por las siguientes disposiciones:
 - Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre para la corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo (BOE 23-octubre-2007)
 - Corrección de errores y erratas del Real Decreto 1371/2007 (BOE 25-enero-2008)
 - Orden FOM /1635/2013 del 10 de septiembre por el que se actualiza el Documento Básico DB-HE (BOE 12-septiembre-2013)
 - Orden FOM /588/2017 del 15 de junio por el que se actualiza el Documento Básico DB-HE (BOE 23 de-junio-2017)
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)

1.2-Aplicación del CTE DB-HE 4

Al tratarse de una nueva instalación térmica y al existir una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 50 l/d el DB-HE 4 es de obligado cumplimiento.

En los planos adjuntos se indican las instalaciones, el trazado y su morfología.

2. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

2.1 Caracterización de la exigencia

Se establece una contribución mínima de energía solar térmica en función de la zona climática y de la demanda de ACS o de climatización de piscina del edificio.

2.2 Cuantificación de la exigencia

2.2.1 Contribución solar mínima para ACS

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual para ACS o climatización de piscina cubierta, obtenidos a partir de los valores mensuales.

En la tabla 2.1 se establece, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de ACS a una temperatura de referencia de 60°C, la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de ACS.

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

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

En el apartado de verificación i justificación se especifican loa cálculos referentes a la demanda de ACS así como la zona climática.

2.2.2 Protección contra sobrecalentamientos

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

En el caso de que en algún mes del año la contribución solar pudiera sobrepasar el 100% de la demanda energética se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

1. Dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos preferentemente pasivos o mediante la circulación nocturna del circuito primario)
2. Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador solar térmico está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador).
3. Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo entre las labores del contrato de mantenimiento.
4. Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes; e) sistemas de vaciado y llenado automático del campo de captadores.

En cualquier caso, si existe la posibilidad de evaporación del fluido de transferencia de calor bajo condiciones de estancamiento, el dimensionado del vaso de expansión debe ser capaz de albergar el volumen del medio de transferencia de calor de todo el grupo de captadores completo incluyendo todas las tuberías de conexión de captadores más un 10%.

Las instalaciones deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general, es muy recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo.

2.2.3 Pérdidas por orientación, inclinación y sombras

Se calcula que las pérdidas límite no tienen que superar el límite establecido en la tabla 2.3 del CTE DB-HE 4 correspondiente a orientación e inclinación.

Tabla 2.3 Pérdidas límite

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
<i>Superposición de captadores</i>	20 %	15 %	30 %
<i>Integración arquitectónica de captadores</i>	40 %	20 %	50 %

Se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- a) demanda constante anual: la latitud geográfica;
- b) demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10 °;
- c) demanda preferente en verano: la latitud geográfica – 10 °.

3. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia que se expone a continuación:

1. Obtención de la contribución solar mínima
2. Obtención de la demanda de ACS
3. Obtención de las pérdidas límite por orientación, inclinación y sombras
4. Diseño y dimensionado de la instalación
5. Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento

3.1 Obtención de la contribución solar mínima

De acuerdo con el CTE DB-HE 4 Fig. 3.1 zona climática para Mallorca: Zona IV



Figura 3.1 Zonas climáticas

Para la zona IV y una demanda de ACS de 56 l/d la contribución solar mínima será del 50%.

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

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

3.2 Obtención de la demanda de ACS

3.2.1 Consumo ACS (Qcons)

Para valorar las demandas se tomarán los valores unitarios que aparecen en la siguiente tabla (Demanda de referencia a 60 °C).

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

En el uso residencial privado el cálculo del número de personas por vivienda deberá hacerse utilizando como valores mínimos los que se relacionan a continuación:

Tabla 4.2. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

En nuestra vivienda unifamiliar tenemos 1 dormitorio doble por lo que tendríamos que tener en cuenta 1.5 personas, en este caso tomaremos el valor de 2 personas para sobredimensionar la instalación.

$$Q_{cons} = 28 \text{ l/d} * (1 \text{ vivienda} * 2 \text{ personas}) * 1 = 56 \text{ l/d}$$

* Un consumo de 56 litros nos parece muy bajo, el CTE no indica que este número es el mínimo por lo que para nuestro diseño tendremos en cuenta 75l/d

3.2.2 Temperatura ambiente y de red Mancor de la Vall

Temperatura de agua de Red mensual y temperatura ambiente en Mancor (206 m altura)

	T.Red (°C)	T.Amb (°C)
Enero	9,9	9,9
Febrero	9,9	10,1
Marzo	10,9	11,2
Abril	11,9	13,0
Mayo	13,9	15,9
Junio	16,9	20,1
Julio	18,9	22,9
Agosto	18,9	23,6
Septiembre	17,9	21,8
Octubre	15,9	18,3
Noviembre	12,9	13,9
Diciembre	10,9	11,3
Promedio	14,1	16,0

Temperatura diaria media mensual del agua de red (según UNE 94002) y temperatura ambiente diaria media mensual (según UNE 94003).

3.2.3 Demanda ACS (D_{ACS})

Una vez tenemos el consumo de ACS y las temperaturas de agua y de ambiente podemos calcular la demanda mensual de ACS:

Demanda energética mensual ACS

$$D_{ACS} = Q_{cons} \cdot C_p \cdot (T_{cons} - T_{red}) \cdot n$$

Q_{cons} -> consumo de ACS
 C_p -> calor específico agua 4186 J/kg*k
 T_{cons} -> temperatura consigna ACS
 T_{red} -> temperatura de red
 n -> numero de días del mes

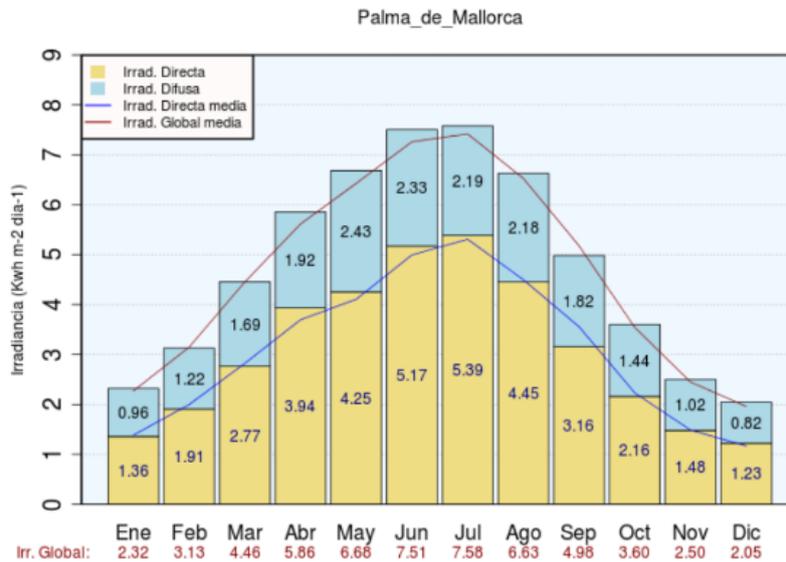
*Se adjunta tabla “cálculos HS-4”

3.2.4 Radiación media mensual (Rad, H)

De acuerdo con el CTE DB HE 4 en su apartado 4.2.2

- Para la asignación de la zona climática de la tabla 4.4 podrán emplearse los datos de *Radiación Solar Global media diaria anual* que para las capitales de provincia se recogen en el documento “Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT”, publicado en el año 2012 por la Agencia Estatal de Meteorología. Para aquellas localidades distintas de las capitales de provincia, a efectos de aplicación de este Documento Básico podrá emplearse el dato correspondiente a la capital de provincia, o bien otros datos oficiales de Radiación Solar Global media diaria anual aplicables a dicha localidad correspondientes al período 1983-2005.

Atlas de radiación solar en España del SAF de clima de EUMETSAT



3.3 Obtención de las pérdidas límite por orientación, inclinación y sombras

3.3.1 Factor de corrección por inclinación (f1)

La ubicación de la vivienda está en Mancor dela Vall el cual tiene una latitud de 39,75º.

Tenemos pensado ubicar los captadores sobre la cubierta inclinada, la cual tiene una inclinación de 9º. Así pues, necesitaremos inclinar el captador 21º más para llegar a los 30º y situarnos en la zona General del ábaco de porcentaje de energía respecto a las pérdidas.

Conociendo la latitud y la inclinación en la siguiente tabla obtenemos f1 para cada mes.

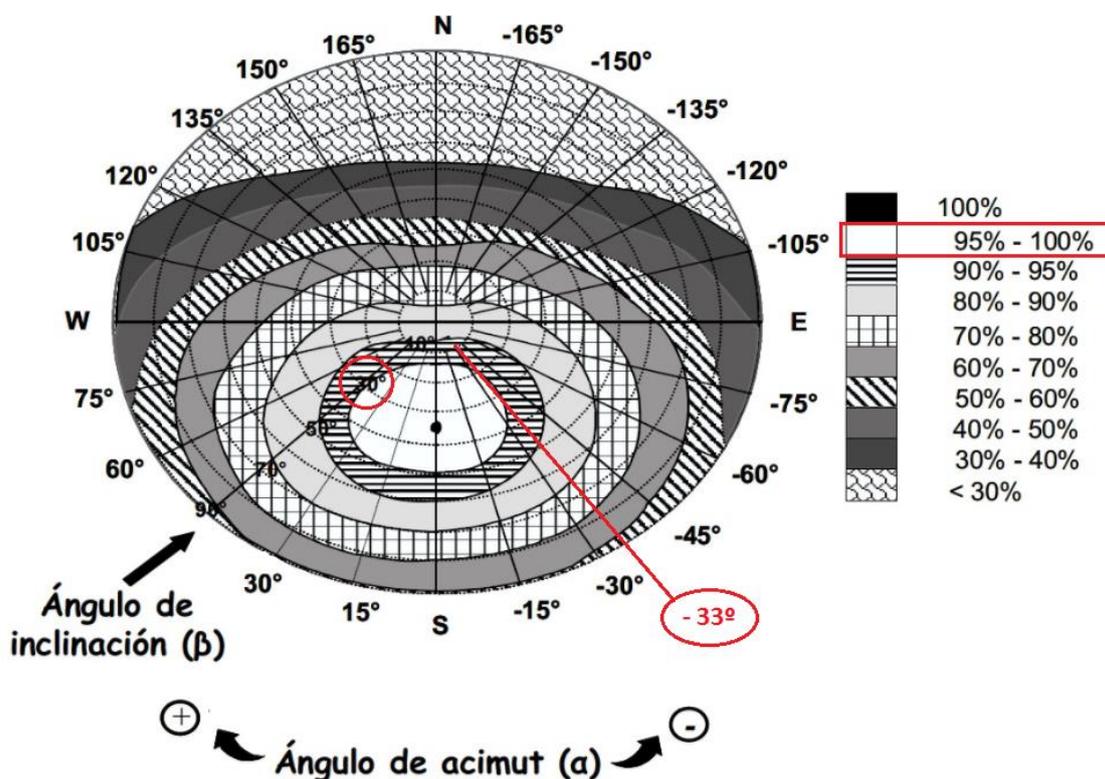
LATITUD 40°

IncP	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1,07	1,06	1,05	1,03	1,02	1,01	1,02	1,03	1,05	1,08	1,09	1,09
10	1,14	1,11	1,08	1,05	1,03	1,02	1,03	1,06	1,1	1,14	1,17	1,16
15	1,2	1,16	1,12	1,07	1,03	1,02	1,04	1,08	1,14	1,21	1,25	1,24
20	1,25	1,2	1,14	1,08	1,03	1,02	1,03	1,09	1,17	1,26	1,32	1,3
25	1,3	1,23	1,16	1,08	1,02	1	1,02	1,09	1,19	1,3	1,38	1,36
30	1,34	1,26	1,17	1,07	1,01	0,98	1,01	1,09	1,2	1,34	1,43	1,41
35	1,37	1,28	1,17	1,06	0,98	0,95	0,98	1,07	1,21	1,37	1,47	1,45
40	1,39	1,29	1,16	1,04	0,95	0,92	0,95	1,05	1,21	1,39	1,5	1,48
45	1,4	1,29	1,15	1,01	0,91	0,88	0,92	1,03	1,2	1,39	1,52	1,5
50	1,41	1,28	1,13	0,98	0,87	0,83	0,87	0,99	1,18	1,39	1,54	1,52
55	1,4	1,27	1,1	0,94	0,82	0,78	0,82	0,95	1,15	1,38	1,54	1,52
60	1,39	1,24	1,07	0,89	0,77	0,72	0,77	0,9	1,12	1,36	1,53	1,51
65	1,37	1,21	1,03	0,84	0,71	0,66	0,71	0,85	1,07	1,34	1,51	1,5
70	1,34	1,17	0,98	0,78	0,64	0,59	0,64	0,79	1,02	1,3	1,49	1,47
75	1,3	1,13	0,92	0,72	0,57	0,52	0,57	0,73	0,97	1,25	1,45	1,44
80	1,25	1,08	0,86	0,65	0,5	0,45	0,5	0,66	0,9	1,2	1,41	1,4
85	1,2	1,02	0,8	0,58	0,43	0,37	0,42	0,58	0,84	1,14	1,35	1,35
90	1,14	0,95	0,73	0,5	0,35	0,29	0,34	0,5	0,76	1,07	1,29	1,29

3.3.2 Factor de corrección por orientación (f2)

La ubicación de la vivienda respecto al sur es de -33°

Tenemos un ángulo β de inclinación de 30° con latitud S-33 lo que da un factor de corrección f2 de 0.95.





3.3.3 Factor de corrección de transparencia atmosférica (f3)

Corrección debido a la polución atmosférica = 1

3.3.4 Factor de corrección debido a las sombras (f4)

Corrección debido a las sombras = 1

3.3.5 Radiación incidente corregida [R]

Una vez tenemos los 4 factores de corrección obtenemos la radiación incidente corregida:

$$R = H \cdot 0.94 \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$$

$$R = H \cdot 0.94 \cdot f_1 \cdot 0.95 \cdot 1 \cdot 1$$

*Se adjunta tabla “cálculos HS-4”

3.4 Dimensionado de la instalación

De acuerdo con los cálculos realizados anteriormente, se ha establecido como la opción más idónea: Sistema forzado de ACS con apoyo de caldera modulante e interacumulador de serpentín fijo.

El diseño elegido es un sistema de producción de agua caliente sanitaria mediante energía solar con apoyo de caldera modulante. La instalación consta del captador o colector solar con su estructura correspondiente, acumulador de agua caliente sanitaria con serpentín interno, bomba del primario solar, sistema de llenado de la instalación con depósito, vaso de expansión con válvula de seguridad de escape conducida al depósito de llenado, disipador de calor y las sondas de temperaturas correspondientes para un adecuado control de la instalación.

La energía captada por los captadores es transferida al depósito de acumulación por medio de un intercambiador interno para facilitar el intercambio energético entre el fluido del circuito solar y el agua de consumo.

El apoyo de la instalación solar se realiza mediante una caldera modulante colocada en serie con el interacumulador solar, de forma que esta sólo actúa si la temperatura proveniente del interacumulador es inferior a la consigna establecida, y es capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente con independencia de cuál sea la temperatura del agua de entrada a la caldera

3.4.1 Colector solar

Se supone la utilización de un captador solar marca VITOSOL VIESSMAN 300-F SH32 con las siguientes características:

- Superficie captación = 2,32 m²
- Rendimiento = 0,86
- Perdidas = 3,143 W/m²·K

Para el dimensionado se va a utilizar el método de las curvas f (F-Chart), que permite realizar el cálculo de la cobertura de un sistema solar, es decir, de su contribución a la aportación de calor total necesario para cubrir las cargas térmicas, y de su rendimiento medio en un largo período de tiempo.

La ecuación utilizada en este método puede apreciarse en la siguiente fórmula:

$$f = 1,029 x - 0,065 y - 0,245 x^2 + 0,0018 y^2 + 0,0215 x^3$$

La secuencia que suele seguirse en el cálculo es la siguiente:

a) Cálculo de “x”:

$$X = E_{absorvida} / D_{acs}$$

$$E_{absorvida} = S \cdot R \cdot n \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot F_{ganac.}$$

Donde;

S = Superficie captación inicial

R = Radiación corregida

n = nº días del mes

F_1 y F_2 = Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador = 0.95

$F_{ganac.}$ = rendimiento captador

b) Cálculo de “y”:

$$Y = E_{perdida} / D_{acs}$$

$$E_{perdida} = S (100 - t_{amb}) \cdot n_{(s)} \cdot F_3 \cdot F_4 \cdot F_{perd}$$

Donde;

S = Superficie captación inicial

t_{amb} = temperatura ambiente

$n_{(s)}$ = nº segundos del mes

F_3 = Factor de corrección por almacenamiento = 1

F_{perd} = coeficiente global de pérdidas del captador · 0.95

F_4 = Factor de corrección, para A.C.S., que relaciona la temperatura mínima de A.C.S., la del agua de red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$F_4 = 11,6 + 1,18 \cdot t_{acs} + 3,86 \cdot t_{red} - 2,32 \cdot t_{amb} / (100 - t_{amb})$$

Donde;

t_{acs} = Temperatura mínima del A.C.S.

t_{red} = Temperatura del agua de red

t_{amb} = Temperatura media mensual del ambiente

c) Cálculo de la cobertura solar mensual y anual

Aplicando la ecuación inicial se calcula la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar (f).

De esta forma la energía útil captada cada mes es:

$$E_{\text{útil}} = f \cdot D_{acs}$$

La cobertura de energía mensual se calcula dividiendo la energía aportada por el sistema entre la demanda de energía del sistema:

$$E_{\text{útil}} / D_{acs}$$

Mediante el mismo proceso operativo que el desarrollado para un mes, se operará para todos los meses del año. La relación entre la suma de las coberturas mensuales y la suma de las necesidades mensuales de calor, determinará la cobertura anual del sistema:

$$\sum E_{\text{útil}} / \sum D_{acs}$$

3.4.2 Sistema de acumulación solar

El sistema de acumulación solar se debe dimensionar en función de la energía que aporta a lo largo del día, y no solo en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser esta simultánea con la generación.

Para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

Donde,

A suma de las áreas de los captadores [m²];

V volumen de la acumulación solar [litros].

Nosotros tenemos un acumulador VITOCCELL VIESSMAN 100V con una capacidad de 160 litros.

$50 < 160 / 2.32 < 180$ Cumplimos.

No se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar. Para los equipos de instalaciones solares que vengan preparados de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante sellado irreversible u otro medio.

3.4.3 Fluido calorportador

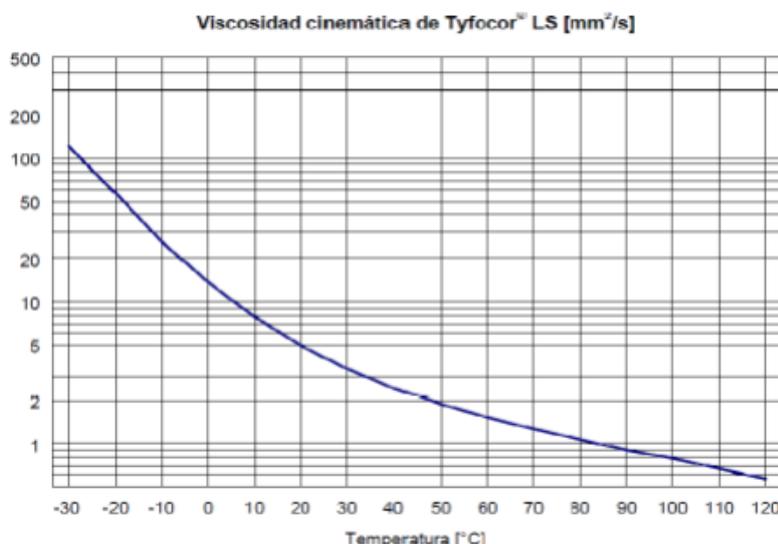
La proporción de anticongelante dependerá del clima de la zona. Lo normal es calcular la proporción para que la mezcla pueda resistir, sin congelarse una temperatura 5°C menor a la mínima histórica registrada en la zona. Para ello es necesario consultar archivos climáticos con datos registrados durante años

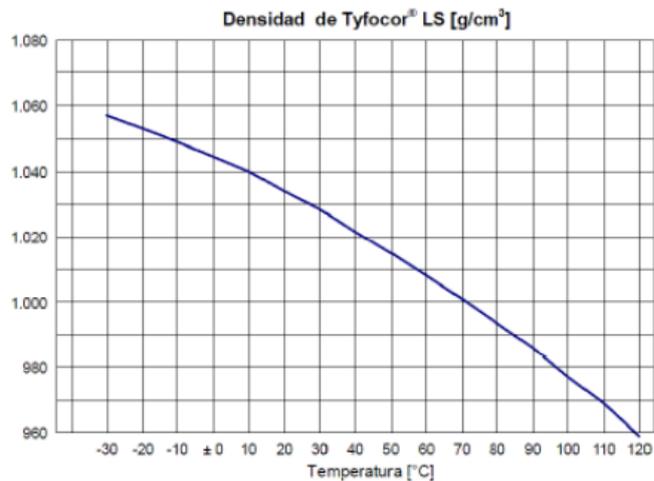
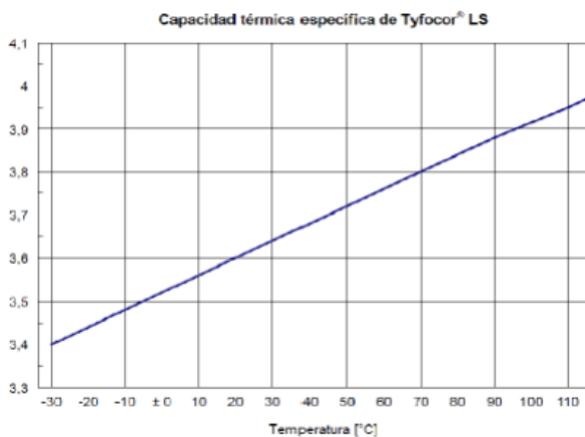
En Mallorca la mínima se sitúa en -10°C por lo tanto utilizaremos -15°C

Nosotros usamos para este proyecto el Tyfocor LS como fluido anticongelante suministrado por VIESSMAN, el cual cumple toda la normativa.

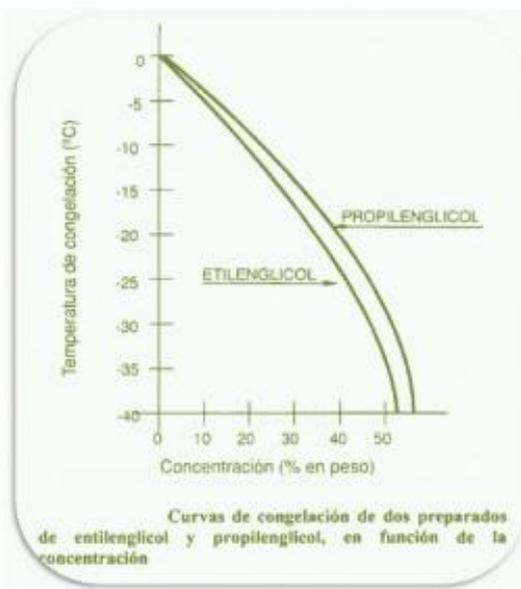
Según la tabla necesitaremos una proporción del 33% en concentración.

En dicha proporción el calor específico para una temperatura de 60°C es de 3.7 KJ/Kg·°C por grado centígrado, la viscosidad de $1.8 \cdot 10^{-6} \frac{m^2}{s}$ y la densidad 1.002 g/cm³





Porcentaje	Punto de Congelamiento	Punto de Ebullición
33% en volumen	-18°C	104°C
40% en volumen	-24°C	106°C
50% en volumen	-37°C	108°C
60% en volumen	-52°C	111°C
68% en volumen	-64°C	114°C



Una vez establecidas las propiedades del fluido calorportador, procedemos a calcular el caudal másico de fluido con anticongelante a través de un balance de energía para que presente la misma capacidad calorífica, donde el caudal másico de agua es el de diseño del captador, $40 \frac{l}{h \cdot m^2}$:

$$M_{\text{agua}} \cdot C_{\text{agua}} = M_{\text{fluido}} \cdot C_{\text{fluido}}$$

$$40 \cdot \frac{1}{0.9} = 44.44 \frac{l}{h \cdot m^2}$$

Si nuestro captador tiene una superficie de absorción igual a 2.32 m².

$$M_{\text{fluido}} = 44.44 \cdot 2.32 = 103.11 \frac{l}{h}$$

Para conocer el caudal Q solo tengo que dividir el caudal másico por la densidad:

$$Q = \frac{44.44}{1002} = 0.044 \frac{m^3}{h} \text{ por } m^2 \text{ de instalación}$$

$$0.044 \frac{m^3}{h} \cdot 2.32 m^2 = \mathbf{0.102 \frac{m^3}{h}}$$

En el apartado del sistema hidráulico del CTE, podemos encontrar que cita que el valor del caudal del fluido caloportador estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m² de red de captadores. En nuestra instalación se cumple ya que:

$$44.44 \frac{l}{h \cdot m^2} \cdot \frac{1h}{3600s} \cdot 100 m^2 = 1.234 l/s$$

3.4.4 Bomba primaria

El grupo hidráulico o de presión (bomba de recirculación) es el elemento encargado de impulsar el fluido refrigerante-anticongelante a lo largo del circuito primario. Se instalara en el punto, donde dicho fluido posea la menor temperatura.

El cálculo de este apartado requiere establecer una velocidad máxima del fluido por el circuito a la vez que las pérdidas máximas por rozamiento.

Cálculo caudal:

$$Q = 50 l/h \cdot 2.32 m^2 = 116 l/h = 1.93 l/min = 0.116 m^3/h$$

Cálculo diámetro tuberías:

$$D = j \cdot Q^{0.35} = 2.2 \cdot 0.116^{0.35} = 1.04 \text{ cm} = 10.35 \text{ mm}$$

j=2.2 para tuberías metálicas

Para la red de tuberías se opta por una tubería preaislada de cobre de diámetro 13/15 mm. Este tipo de tubería es la más recomendada para este tipo de instalaciones.

Esta conducción va dotada de un aislamiento resistente a la radiación ultravioleta y a las condiciones exteriores, además lleva incorporado un cableado de 2 hilos para la instalación de la sonda solar en el captador.

$$- Pdc_{unitaria} = 378 \cdot \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}} \cdot 1.3$$

$$Pdc_{unitaria} = 378 \cdot \frac{116^{1.75}}{13^{4.75}} \cdot 1.3 = 10.30 \frac{mmca}{m^2} = 0.1030 \frac{mca}{m^2}$$

$$- Pdc_{tuberías} = Pdc_{unitaria} \cdot (L_{tubería} + L_{accesorios})$$

$$L_{accesorios} = 2 \cdot \text{codo } 90^\circ + 1 \cdot T + 1 \text{ intercambiador} + 1 \text{ cono reducción} =$$

$$= 2 \cdot 0.50 + 0.15 + 2.1 + 0.3 = 3.55 \text{ m}$$

$$L_{tuberías} = 0.20 + 1.60 + 1 + 0.8 = 3.6 \text{ m}$$

$$Pdc_{tuberías} = 0.1030 \cdot (3.6 + 3.55) = 0.736 \text{ mca}$$

- $Pdc_{captadores}$:

Caudal en l/min = 1.93 → Pérdidas 200 mbar = 2 m.c.a

El proveedor del captador *VISSMANN* proporciona en su catálogo técnico una gráfica para nuestro modelo de captador *VISSMANN 300-F SV3* en la cual podemos determinar la pérdida de carga.

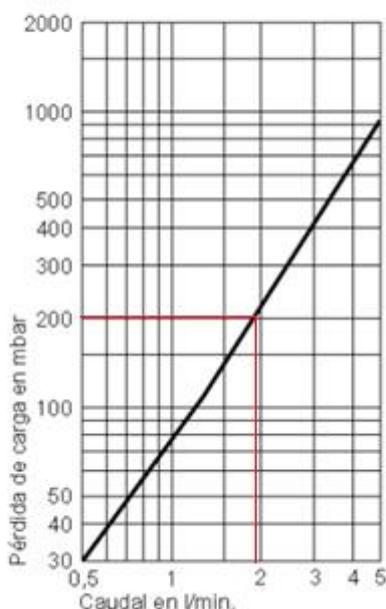
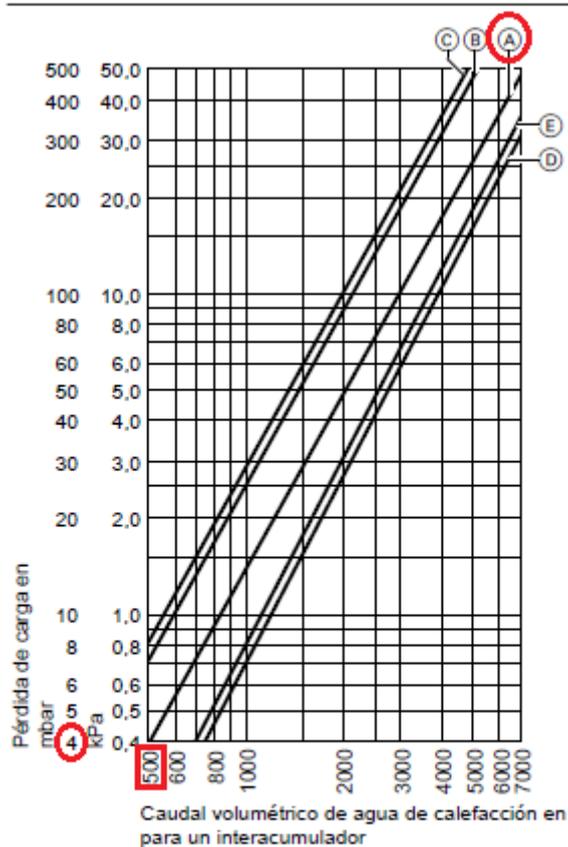


Ilustración 14: Pérdida de carga de Vitosol – F, modelos SV y SH

- $Pdc_{intercambiador}$:

Caudal en l/hora = 116 → Pérdidas 4 mbar = 0.04 m.c.a

Pérdidas de carga



Pérdida de carga del circuito primario de caldera

- (A) Capacidad del interacumulador de 180 y 200 l
- (B) Capacidad del interacumulador de 300 l
- (C) Capacidad del interacumulador de 500 l

$$H = Pdc_{tuberías} \cdot Pdc_{intercambiador} \cdot Pdc_{captadores} + 5\% \text{ seguridad}$$

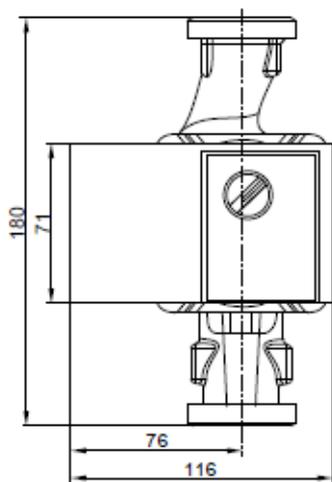
$$H = (0.736 + 0.04 + 2) \cdot 1.05 = 2.92 \text{ mca}$$

- Selección de la bomba

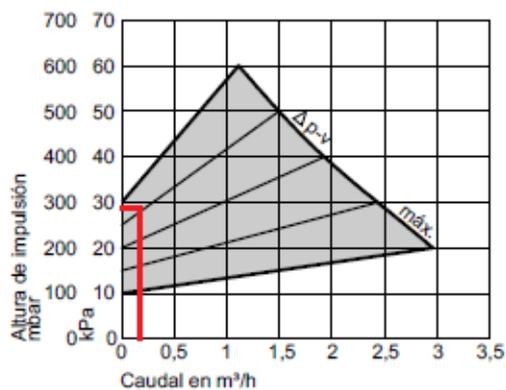
Para la selección de la bomba recurrimos directamente a las curvas de funcionamiento Q-H que ofrecen los fabricantes y que muestran la relación máxima del caudal y altura que puede ofrecer la bomba funcionando a máxima potencia.

El caudal que debe impulsar la bomba en nuestro caso es de 0.116 m³/h y vencer una pérdida de carga de 2.92 mca.

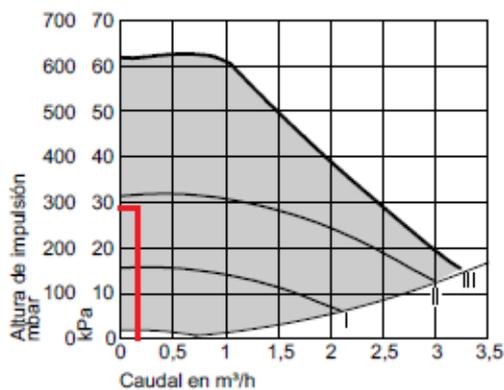
El mismo fabricante del captador y el acumulador (VIESSMAN) recomienda la bomba WILOS YONOS PARA 25/6 que cumple con nuestros requisitos:



N.º de pedido	7172 611	
Modelo de bomba	Yonos PARA 25/6	
Tensión	V~	230
Potencia consumida	O	3-45
Conexión	L	1½
Cable de conexión	m	5,0
Para calderas	hasta 40 kW.	



Δp-v (variable)



Δp-c (constante)

Otra forma de elegir la bomba es en función de la potencia:

$$P = C \cdot H = 3.22 \cdot 10^{-5} \cdot 28616 = 0.922 \text{ W}$$

Donde;

C= caudal [m³/s]

H=pérdidas totales [N/m²]

Este valor simboliza la potencia teórica. Dado que se trata de un electrocirculador de pequeña potencia, la potencia real será aproximadamente un 75 % mayor. Procederemos a calcularlo con la siguiente expresión:

$$P_n = P / 0.25 = 0.922 / 0.25 = 3.7 \text{ W}$$

Necesitamos una bomba con una potencia mínima de 3.7 W

3.4.5 Vaso de expansión y volumen fluido

El circuito primario debe disponer de un vaso de expansión para absorber las dilataciones del fluido caloportador. El vaso de expansión evita que el fluido de trabajo escape a través de la válvula de seguridad (ya que es un circuito cerrado).

El depósito que se empleará es de tipo cerrado debido a su facilidad de ubicación y montaje. Además al no absorber oxígeno del aire y eliminar las pérdidas del fluido de trabajo por evaporación evitan deterioros en el mismo.

Atendiendo al CTE podemos ver que el vaso de expansión debe ser capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo incluyendo todas las tuberías entre captadores más un 10 %.

En primer lugar, para el cálculo del vaso de expansión, se calculará el volumen total del fluido caloportador en el circuito primario de la instalación V, el cual se compone de la suma de los contenidos de los captadores, de las tuberías y del intercambiador de calor.

$$- V_{tuberías} = \text{longitud} \cdot \text{sección}$$

$$V_{tuberías} = 5 \text{ m} \cdot \left(\frac{0.013 \text{ m}^2}{2} \right)^2 \cdot \pi = 6.63 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$- V_{captador} = 2.48 \text{ litros} = 0.00248 \text{ m}^3$$

$$- V_{intercambiador} = 5.5 \text{ litros} = 0.0055 \text{ m}^3$$

$$- V_{total} = 6.63 \cdot 10^{-4} + 0.00248 + 0.0055 = 8.64 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 8.64 \text{ litros}$$

Emplearemos en la instalación un vaso de expansión cerrado, que dimensionaremos mediante la siguiente expresión:

$$V = V_t (0,2 + 0,01h)$$

Siendo:

V_t = Capacidad total circuito primario

V_h = diferencia de altura entre el punto más alto del campo de colectores y del vaso de expansión

$$V = 8.64 \cdot 10^{-3} \text{m}^3 (0.2 + 0.1 \cdot 3) = 4.32 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 4.32 \text{ litros}$$

Elegiremos el vaso de expansión que más se aproxime a este volumen.

En este caso uno de la marca AMR de 8 litros de capacidad

3.4.6 Aislamiento térmico

Las tuberías del circuito primario deben estar convenientemente aisladas tal y como se prescribe en el CTE y en el RITE

RITE establece el grosor mínimo del aislamiento de las tuberías en función de la temperatura máxima del fluido que circula por su interior y el diámetro de la tubería. A continuación se muestran los espesores mínimos de aislamiento para tuberías en función de la temperatura del fluido y de si están en exterior o en interior:

Tabla 1.2.4.2.1. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

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

Tabla 1.2.4.2.2. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios

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



-Aislamiento en tuberías:

El espesor del aislamiento será de 25 mm en tramos interiores y de 35 mm en tramos exteriores.

-Aislamiento acumulador:

Para capacidades de acumulación inferiores a 300 litros, el espesor mínimo será de 30 mm.

Además según el RITE , cuando los acumuladores tengan superficie menor a 2 m² el aislamiento será como mínimo de 30 mm.

-Aislamiento vaso de expansión:

Para un conductividad térmica de $\lambda=0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$, será como mínimo de 30 mm de espesor. El aislamiento debe ir recubierto de pintura tipo asfáltica, clorocaucho o similar.

3.4.7 Sistema de medida de energía suministrada

En los sistemas termosolares de circulación forzada, es necesario la instalación de un sistema de control y regulación que active y controle, entre otras variables, la velocidad de bombeo de la bomba circulatoria del circuito primario en función de las necesidades del sistema.

La variable principal que marca el funcionamiento de la bomba es el gradiente de temperatura en el fluido caloportador del circuito primario que exista entre la salida de los captadores solares y la temperatura del fluido a la salida del acumulador (o del intercambiador térmico).

Para ello será necesario disponer, al menos, de sendas sondas de temperatura en las zonas anteriormente indicadas, que enviará los datos marcados a la unidad de control.

El sistema de control recibirá ambas señales y comparará las temperaturas registradas por los distintos sensores.

Si la diferencia de temperatura registrada en el fluido del circuito primario entre la salida de los captadores solares y la salida del acumulador es superior a un valor programado previamente por el instalador, de entre 4 y 6 °C (el Código Técnico de la Edificación establece este límite en 7 °C), el sistema activará el funcionamiento de la bomba.

Por el contrario, cuando esta diferencia de temperatura se sitúa entre 2 y 4 °C (el Código Técnico de la Edificación lo marca a una diferencia menor a 2 °C) el sistema detendrá el funcionamiento de la bomba.

Asimismo, otras de las funciones del sistema de control es la de activar la unidad auxiliar de apoyo para aportar calor adicional al agua de consumo en caso que la instalación solar, por sí sola, no pueda aportar toda la energía térmica demandada en ese momento. Para ello se dispondrá también de una sonda de temperatura que registrará.

Propuesta sistema de medida:

La sonda de temperatura T1 (parte caliente) se sitúa a la salida del captador, de modo que su lectura sea la temperatura en el captador. La sonda T2 (parte fría) se sitúa en la parte inferior del acumulador solar.

El regulador pone en marcha la bomba cuando la temperatura de la sonda T1 supera en 6°C la temperatura de la sonda T2 situada en el acumulador. Y lo detiene cuando la diferencia es inferior a 2°C. Estas diferencias pueden ajustarse y establecer otros saltos térmicos.

El sistema de regulación escogido para la instalación solar es del fabricante VIESSMAN modelo Vitosolic 100.



Propuesta sistema de medida:

La sonda de temperatura T1 (parte caliente) se sitúa a la salida del captador, de modo que su lectura sea la temperatura en el captador. La sonda T2 (parte fría) se sitúa en la parte inferior del acumulador solar.

El regulador pone en marcha la bomba cuando la temperatura de la sonda T1 supera en 6°C la temperatura de la sonda T2 situada en el acumulador. Y lo detiene cuando la diferencia es inferior a 2°C. Estas diferencias pueden ajustarse y establecer otros saltos térmicos.



3.4.8 Cálculo caldera

La caldera se ha dimensionado con una potencia capaz de calentar 160 litros (volumen acumulador) durante una hora, con un salto térmico de 50°C.

No tenemos en cuenta la contribución solar del 80% de nuestro sistema ya que es posible que en los meses de invierno, donde la contribución ronda el 40% de media, haya varios días donde nos quedemos sin energía debido a las condiciones meteorológicas.

Cálculos:

Volumen = 160 l

$T_{acs} = 60^{\circ}\text{C}$

$T_{red} = 10^{\circ}\text{C}$

$T_{saltotérmico} = 50^{\circ}\text{C}$

Tiempo = 1 hora

Energía = $\frac{160 \text{ l} \cdot 50^{\circ}\text{C} \cdot 1 \text{ kcal/l}}{1 \text{ hora}} = 8000 \text{ kcal/hora}$

1 kcal/hora = 0.001163 KW

Potencia = $8000 \cdot 0.001163 = 9.3 \text{ KW}$

Instalaremos un calentador termostático con encendido por batería compatible con instalaciones solares.

Marca Junkers HYDROBATTERY-PLUS modelo WTD 11 KB o similar

DATOS CAPTADOR SOLAR	
1 Captador	2,32 m2
F ganancia	0,862
F perdida	2,986

	n	Qacs	D acs	Rad	Rad	T.red	T.amb.	f. Inclination	Rad incid. Corr. [R]	Rad incid. Corr. [R]	E absorbida	X	E perdida	ns	F4	Y	f	E util	Cobertura solar
	(días/mes)	(l/día)	(Mj/mes)	(kWh/m2*día)	MJ/m2*día	(°C)	(°C)		(kWh/m2*día)	Mj/m2*día	(Mj/mes)	(E abs/D)	(Mj/mes)	segundos/mes		(E per/D)	factor solar	cob. solar mes	
Enero	31	75	487,61	1,36	4,896	9,9	9,9	1,34	1,63	5,86	327,7946201	0,672251128	1811,7893	2678400,0000	1,0838	3,7157	0,3709	180,8487	0,3709
febrero	28	75	440,42	1,91	6,876	9,9	10,1	1,26	2,15	7,74	390,9834412	0,887752176	1628,6786	2419200,0000	1,0810	3,6980	0,5197	228,8853	0,5197
marzo	31	75	477,87	2,77	9,972	10,9	11,2	1,17	2,89	10,42	582,939851	1,219859176	1827,4494	2678400,0000	1,1091	3,8241	0,7074	338,0695	0,7074
abril	30	75	453,04	3,94	14,184	11,9	13	1,07	3,76	13,55	733,833739	1,619796596	1762,8253	2592000,0000	1,1284	3,8911	0,8897	403,0519	0,8897
mayo	31	75	448,68	4,25	15,3	13,9	15,9	1,01	3,83	13,80	772,090873	1,720817988	1839,9924	2678400,0000	1,1791	4,1009	0,9185	412,1064	0,9185
junio	30	75	405,95	5,17	18,612	16,9	20,1	0,98	4,52	16,29	881,9303625	2,172525624	1813,6052	2592000,0000	1,2641	4,4676	1,0452	424,2782	1,0452
julio	31	75	400,01	5,39	19,404	18,9	22,9	1,01	4,86	17,50	979,1928954	2,447901147	1896,7697	2678400,0000	1,3259	4,7418	1,0984	439,3838	1,0984
agosto	31	75	400,01	4,45	16,02	18,9	23,6	1,09	4,33	15,59	872,4581897	2,181073222	1866,6369	2678400,0000	1,3168	4,6664	1,0378	415,1303	1,0378
septiembre	30	75	396,53	3,16	11,376	17,9	21,8	1,2	3,39	12,19	660,0639353	1,664607287	1812,0969	2592000,0000	1,2905	4,5699	0,8737	346,4555	0,8737
octubre	31	75	429,21	2,16	7,776	15,9	18,3	1,34	2,58	9,30	520,6149849	1,212957317	1879,9220	2678400,0000	1,2401	4,3799	0,6759	290,0937	0,6759
noviembre	30	75	443,62	1,46	5,256	12,9	13,9	1,43	1,86	6,71	363,4181129	0,819206793	1794,6436	2592000,0000	1,1608	4,0454	0,4569	202,6772	0,4569
diciembre	31	75	477,87	1,23	4,428	10,9	11,3	1,41	1,55	5,58	311,9480958	0,652782181	1823,1447	2678400,0000	1,1078	3,8151	0,3515	167,9777	0,3515
			5260,83															3848,9583	73,16 %



CAPÍTULO 13. CUMPLIMIENTO REBT

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Normativa vigente

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión (REBT) e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- Normas de ENDESA, vigentes a fecha de hoy, sobre instalaciones de enlace en los suministros de B.T.
- Normas UNE de referencia en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.2 Objeto del capítulo

El presente capítulo tiene por objeto la descripción de la instalación eléctrica de la vivienda.

2. PREVISIÓN DE CARGAS

CUADRO GENERAL

1 DIFERENCIAL 1

línea	maquinaria	Ud	pot/ud [W]	P instalada [W]	factor S	factor U	P prevista [W]
C1	ALUMBRADO 1	11	60	660	0,75	0,5	248
C2	TOMAS USO GENERAL	11	500	5500	0,2	0,25	275
C3	HORNO, VITROCERÁMICA	2	2200	4400	0,5	0,75	1650
C4	LAVADORA, LAVAVAJILLAS	2	2200	4400	0,66	0,75	2178
C5	BAÑO, COCINA	5	500	2500	0,4	0,4	400
TOTAL [W]				17460			4751

2 DIFERENCIAL 2

línea	maquinaria	Ud	pot/ud	P instalada [W]	factor S	factor U	P prevista [W]
C6	ALUMBRADO EXTERIOR	7	200	1400	0,75	0,5	525
C8	PREVISIÓN A/A	1	3000	3000	0,6	0,65	1170
C10	SECADORA	1	2200	2200	1	0,75	1650
C7.1	BOMBAS AGUA POTABLE	2	550	1100	0,75	0,75	619
C7.2	BOMBA AGUA RIEGO	1	550	550	0,75	0,75	309
C7.3	BOMBA ACS	1	180	180	0,75	0,75	101
TOTAL [W]				8430			4374

TOTAL [W]	INSTALADA	25890
	PREVISTA	9125



La potencia total instalada asciende a 25,890 kW, sin embargo, según las necesidades de los usuarios de la vivienda, la potencia a contratar será de 9,2 kW (potencia mínima para el grado de electrificación elevado, ya que está prevista la instalación de secadora).

En el cuadro anterior vemos una relación de los circuitos que componen nuestro cuadro general, la potencia instalada en cada circuito y la potencia prevista aplicando los factores de simultaneidad y utilización.

3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.1 ACOMETIDA

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección, en nuestro caso la caja de protección y medida ya que alimenta a un único usuario.

Nuestra acometida será subterránea y la instalación se realizará de acuerdo con lo indicado en el reglamento electrotécnico para baja tensión (ITC-BT-07) e instrucciones técnicas complementarias.

Con una potencia de 25890 W, la corriente que circulará por nuestra acometida será de cómo máximo 39,67 A.

A los efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considera la siguiente instalación tipo:

Un solo cable tripolar o tetrapolar o una terna de cables unipolares en contacto mutuo, o un cable bipolar o dos cables unipolares en contacto mutuo, directamente enterrados en toda su longitud en una zanja de 0,70 m de profundidad, en un terreno de resistividad térmica media de 1 K.m/W y temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad, de 25°C.

Seleccionaremos nuestros conductores según las tablas 3, 4 y 5 del ITC-BT-07 que se muestran a continuación.

Tabla 3. Intensidad máxima admisible en amperios para cables tetrapolares con conductores de aluminio y conductor neutro concéntrico de cobre, en instalación enterrada (servicio permanente).

Cables	Sección nominal de los conductores (mm ²)	Intensidad
3 x 50 Al + 16 Cu	50	160
3 x 95 Al + 30 Cu	95	235
3 x 150 Al + 50 Cu	150	305
3 x 240 Al + 80 Cu	240	395

- Temperatura máxima en el conductor: 90°C.
- Temperatura del terreno: 25°C.
- Profundidad de instalación: 0,70 m.
- Resistividad térmica del terreno: 1 K.m/W

Tabla 4. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada (servicio permanente)

SECCIÓN NOMINAL mm ²	Terna de cables unipolares (1) y (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
						
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	—	—	—
630	690	680	600	—	—	—

Tabla 5. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada (servicio permanente).

SECCIÓN NOMINAL mm ²	Terna de cables unipolares (1) y (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
						
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	—	—	—
630	885	870	770	—	—	—

Tipo de aislamiento

XLPE: Polietileno reticulado. Temperatura máxima en el conductor 90 °C (servicio permanente).

EPR: Etileno propileno. Temperatura máxima en el conductor 90 °C (servicio permanente).

PVC: Policloruro de vinilo. Temperatura máxima en el conductor 70 °C (servicio permanente).

Temperatura del terreno 25 °C.

Profundidad de instalación 0,70 m.

Resistividad térmica del terreno 1 K.m/W.

(1) Incluye el conductor neutro, si existe.

(2) Para el caso de dos cables unipolares, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna de la terna de cables unipolares de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.

(3) Para el caso de un cable bipolar, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna del cable tripolar o tetrapolar de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.

Por ejemplo un cable tetrapolar con conductor de aluminio y conductor neutro concéntrico de cobre 3 x 50 Al + 16 Cu soportaría una intensidad de 160 A.

La corriente máxima admisible por el conductor seleccionado debe ser superior a la corriente correspondiente al suministro, por lo tanto, con el conductor mencionado anteriormente cumplimos con esta premisa (160 A > 39,67 A).

Nuestra acometida tiene una longitud de 5m, y una caída de tensión del 0,05%.

La caída de tensión máxima admisible para la acometida es del 0,5 %, por lo tanto el conductor escogido cumple con las especificaciones.

- Intensidad del cable:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi} = \frac{25890}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 39,67 \text{ A}$$

$$\delta = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{\gamma \cdot s} = \delta = \frac{\sqrt{3} \cdot 5 \cdot 39,67 \cdot 1}{28 \cdot 50} = 0,25 \text{ V}$$

$$\delta_{\%} = \frac{0,25}{400} \cdot 100 = 0,063\% < 0,5\%$$

3.2 CPM. CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

En el caso de suministro a un solo usuario (viviendas unifamiliares), la Caja General de Protección (CGP) y el equipo de medida de consumo eléctrico (contador) se integran en un elemento común llamado “Caja de Protección y Medida (CPM)”, que engloba el contador y los fusibles de protección en un solo elemento. En estos casos la línea repartidora, que enlazaba la CGP y la centralización, desaparece.

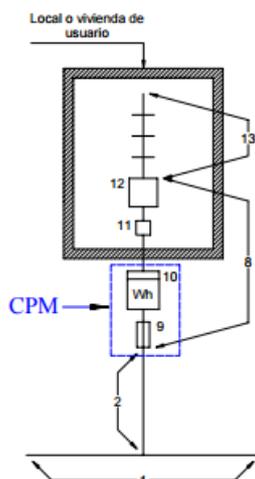
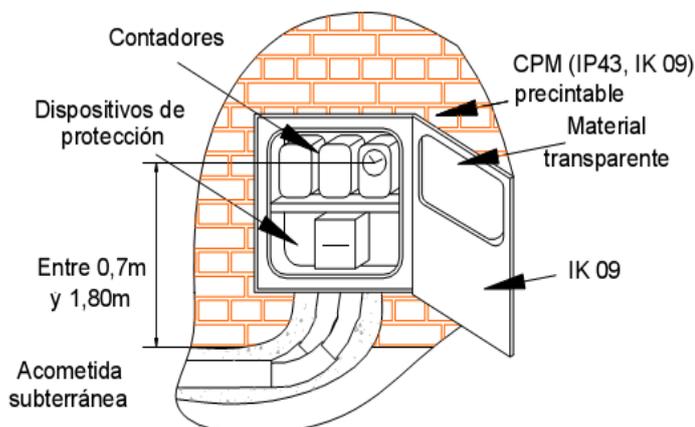


Figura 1. Esquema 2.1. Para un solo usuario



Ejemplo de caja de protección y medida (CPM) con acometida subterránea.

En nuestra instalación se hará uso de la Caja de Protección y Medida, de los tipos y características indicados en el apartado 2 de ITC-BT-13, que reúne bajo una misma envolvente, los fusibles generales de protección, el contador y el dispositivo para discriminación horaria. En este caso, los fusibles de seguridad coinciden con los generales de protección.

El emplazamiento de la Caja de Protección y Medida se efectuará de acuerdo a lo indicado en el apartado 2.1 de la ITC-BT-13:

Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

3.3 DERIVACIÓN INDIVIDUAL

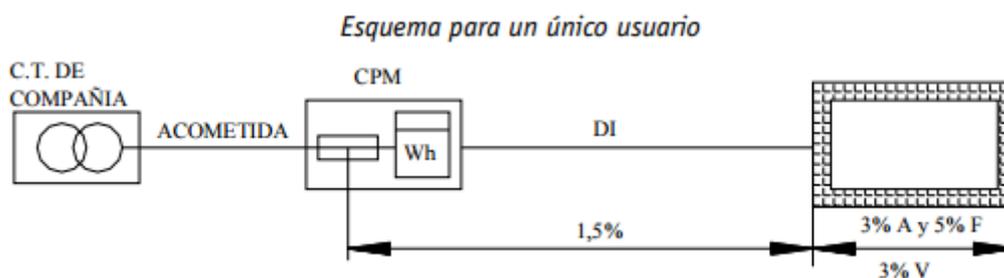
La derivación individual discurrirá enterrada bajo tubo hasta la vivienda. El diámetro exterior del tubo será de 63mm, y cumplirá con las características mínimas establecidas en la ITC-BT-21 para tubos en canalizaciones enterradas.

Los cables no presentarán empalmes en todo su recorrido y su sección será uniforme.

Para nuestra instalación el cable permite hasta 91 A y tiene una sección de 16 mm^2 , por lo tanto cumple perfectamente con la demanda de la instalación.

La caída de tensión máxima admisible para la derivación individual es del 1,5 %.

La longitud de nuestra derivación individual es de 30 m, y la caída de tensión del 1,15%, por lo tanto con el cable escogido cumplimos con la normativa.



3.3.1 Cálculos derivación individual:

Derivación individual:

$$P = 9200 \text{ W}$$

$$L = 30 \text{ m}$$

-Cálculo intensidad

$$I = \frac{9200}{230} = 40 \text{ A}$$

Utilizaríamos cables de sección 16 mm^2

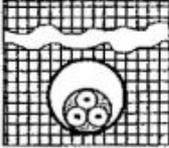
-Cálculo caída tensión

$$c.d.t = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V_F \cdot S} = \frac{2 \cdot 9200 \cdot 30}{56,57 \cdot 230 \cdot 16} = 2,65 \text{ V}$$

$$\% c.d.t = \frac{2,65}{230} \cdot 100 = 1,15 \%$$

3.3.2 Comprobación intensidad admisible (según tabla 52-2 BIS)

INSTALACIÓN SUBTERRANEA
 (Según **Tabla 52-2 BIS de la norma UNE 20460-5-523-nov. 2004**)
INTENSIDADES ADMISIBLES EN AMPERIOS COBRE Y ALUMINIO
 Temperatura ambiente 25° del terreno

Método de instalación	Sección mm ²	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		XLPE3	XLPE2	PVC3	PVC2
D 	Cobre				
	1,5	21	24,5	17	20,5
	2,5	27,5	32,5	22,5	27,5
	4	35	42	29	36
	6	44	53	37	44
	10	58	70	49	59
	16	75	91	63	76
	25	96	116	81	98
	35	117	140	97	118
	50	138	166	115	140
	70	170	204	143	173
	95	202	241	170	205
	120	230	275	192	233
	150	260	311	218	264
	185	291	348	245	296
	240	336	402	282	342
300	380	455	319	387	

Para tubos enterrados, con cables de cobre con una sección de 16 mm²

$$I_{max} = 91 \text{ A} > 40 \text{ A}$$

3.3.3 Dimensionado del neutro, del conductor de protección y del tubo de protección

La sección del neutro será la misma que la de la fase, es decir, 16 mm²

Con la siguiente tabla se obtiene el conductor de protección:

Tabla 2 ITC-BT-19. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	$S^{(*)}$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

(*) Con un mínimo de:

- 2,5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.
- 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

En este caso el conductor de protección es de 16 mm²

Para conocer el diámetro exterior del tubo de protección acudimos a la tabla F (Guía técnica BT-15):

Tabla F - Diámetro de los tubos y sección eficaz mínima canales protectoras en función de la sección del conductor (suministro monofásico)

Sección nominal conductor (mm ²)	Sección eficaz mínima canales protectoras (mm ²)			Diámetro exterior de los tubos (mm)							
				Montaje superficial			Empotrado			Enterrado	
	ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		RZ1-K	
	3U	3U	1T(*)	3U	3U	1T	3U	3U	1T	3U	1T
6	236	560	618	32	32	32	32	40	40	40	40
10	388	744	789	32	40	40	32	40	40	50	50
16	551	975	1.179	40	40	50	40	50	50	50	63
25	874	1.283	1.558	50	50	50	50	50	63	63	63
35	1.150	1.581	2.005	63	50	63	50	63	63	63	75

*Nota: U: Cable unipolar
T: Cable 3 conductores*

() Para este sistema particular de instalación, por coincidencia en su trazado se pueden colocar varias derivaciones individuales en el interior del mismo canal protector, en cuyo caso se multiplica la sección eficaz por el número de derivaciones individuales.*

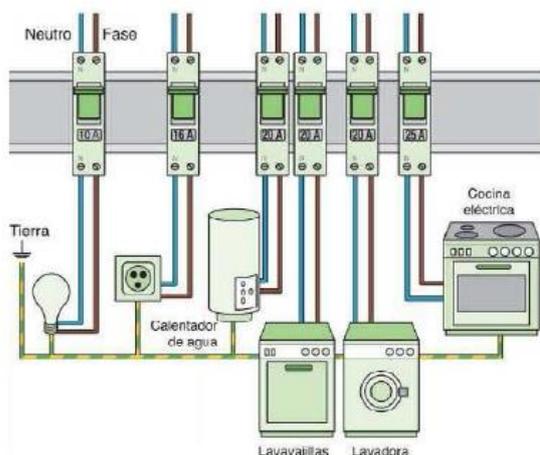
Para tubos enterrados, con cables de cobre con una sección de 16 mm² el diámetro exterior de los tubos es de 63 mm.

3.4 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Las instalaciones de puesta a tierra se harán según la instrucción ITC-BT-18 e ITC-BT-26 del REBT 2003 para el caso de viviendas.

La toma de tierra consiste en una instalación conductora (cable color verde-amarillo) paralela a la instalación eléctrica del edificio, terminada en un electrodo enterrado en el suelo. A este conductor a tierra se conectan todos los aparatos eléctricos de las viviendas, y del propio

edificio. Su misión consiste en derivar a tierra cualquier fuga de corriente que haya cargado un sistema o aparato eléctrico, impidiendo así graves accidentes eléctricos (electrocución) por contacto de los usuarios con dichos aparatos cargados.



Nuestra instalación estará formada por un anillo cerrado que cubrirá todo el perímetro del edificio una vez levantado el solado existente y dos picas para entrar en contacto con el terreno.

A este anillo se conectará la estructura del edificio (muro de piedra).

Las tomas de tierra estarán enterradas como mínimo 0,5 m aunque se recomienda que el conductor esté enterrado al menos 0,8 m.

El anillo será de cobre desnudo y de sección mínima de 25 mm², aunque lo más habitual es que sea de 35 mm². Al anillo se conectarán electrodos formados por picas.

Tabla 1. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

El electrodo más habitual son las picas de 2 metros de longitud.

Para el cálculo de esta instalación necesitamos conocer la resistencia de tierra de cada tipo de electrodo que empleemos. En la Tabla 5 se resumen fórmulas para obtener la resistencia de tierra de cada tipo de electrodo.

Tabla 5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
ρ , resistividad del terreno (Ohm.m) P , perímetro de la placa (m) L , longitud de la pica o del conductor (m)	

Observando la Tabla 5, vemos que es importante conocer la resistividad del terreno. Para ello, podemos emplear la Tabla 3, donde se muestra la resistividad de varios tipos de terreno.

Tabla 3. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

El último dato importante que debemos conocer es la resistencia máxima permitida según la normativa vigente. El REBT establece los valores máximos de la resistencia a tierra.

Estos valores suelen ser muy elevados (por ejemplo, para un diferencial de 30 mA se establece una resistencia admisible de 800 W), por lo que en la práctica las tomas de tierra tienen valores muy inferiores a los exigidos por el REBT.

Por otro lado, el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios, establece una resistencia a tierra máxima de 10 W. Por tanto, será éste el valor que tomaremos de referencia.

3.4.1 Cálculo de la instalación:

Longitud picas = 2m

Resistividad terreno = 1000 W•m

Longitud conductor enterrado 57m (consultar plano)

$$R_{anillo} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 1000}{57} = 35,09 \Omega$$

Dónde:

ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)

R: resistencia (Ω)

L: longitud del conductor (m)

Vamos a comprobar si es suficiente la resistencia del anillo o necesitamos colocar picas:

Tenemos que asegurar que, con la resistencia anterior, no superamos una tensión máxima de contacto (U_c) de 50V en locales secos y 24V en locales húmedos. Para ello, tiene que cumplirse lo siguiente:

$$R_{pat} \cdot I_d < U_c$$

$$35,09 \Omega \cdot 0,3 A < 24 V$$

$$10,05 V < 24 V$$

Dónde:

I_d = sensibilidad dispositivo de protección (V)

R_{pat} = resistencia puesta a tierra (Ω)

U_c = tensión de contacto permitida

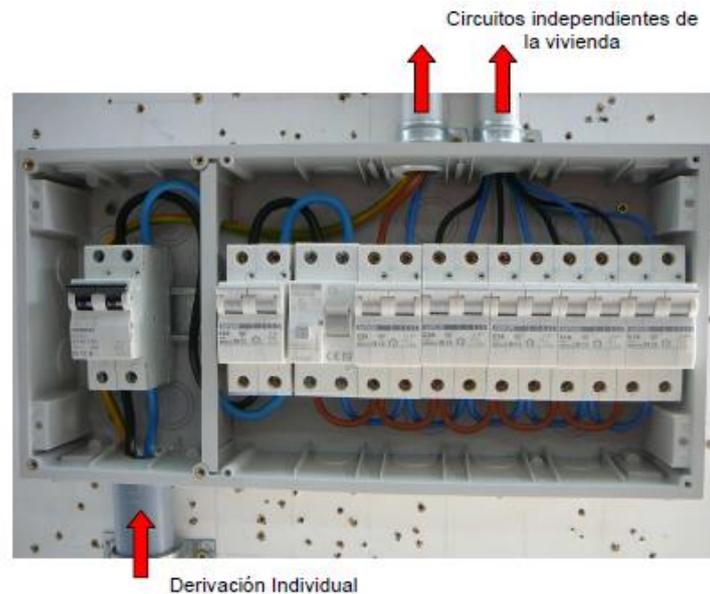
Nuestra tensión de contacto máxima será de 10,05 V, un valor por debajo de los 24V máximos permitidos. Por lo tanto no será necesario el uso de picas aunque se colocan para transmitir la energía al terreno ya que nuestra estructura es de muro de piedra material.

Podemos decir que la instalación de puesta a tierra cumple toda la normativa y es completamente segura.

3.5 CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN (CGMP)

El suministro monofásico a la vivienda llega desde la Derivación Individual al Cuadro General de Mando y Protección (CGMP), inicio de la instalación eléctrica interior de la vivienda.

Del CGMP parten los circuitos independientes que configuran la instalación interior (alumbrado, tomas de corriente genéricas, tomas de cocina y horno, tomas de lavadora y lavavajillas, y tomas de los cuartos de baño).



Se sitúa en la entrada de la vivienda, y aloja todos los dispositivos de seguridad y protección de la instalación interior de la vivienda:

- Interruptor de Control de Potencia (ICP).
- Interruptor General (IG).
- Interruptor Diferencial (ID).
- Pequeños Interruptores Automáticos (PIAs).

3.5.1 Interruptor de Control de Potencia (ICP).

El Interruptor de Control de Potencia (también llamado ICP o limitador) es un interruptor que instala la compañía eléctrica. Sirve para limitar el consumo de energía del cliente a la potencia que se ha contratado. Se conecta a los conductores que llegan de la Derivación Individual, de forma que si la potencia consumida por los aparatos eléctricos conectados en la vivienda es superior a la contratada, interrumpe el suministro.

El ICP suele ubicarse en el Cuadro General de Mando y Protección, ya en el interior de la vivienda, en un compartimento independiente y precintado (para evitar su manipulación).

3.5.2 Interruptor General (IG).

Es un interruptor magnetotérmico encargado de proteger frente sobrecargas o cortocircuitos la instalación interior de la vivienda al completo. El Interruptor General (IG) corta la corriente de forma automática cuando se detecta un gran aumento en la intensidad de corriente circulante. El IG también permite su activación de forma manual, en caso de reparaciones, ausencias prolongadas, etc.

3.5.3 Interruptor diferencial (ID).

Se trata de un interruptor de protección de los usuarios de la instalación frente posibles contactos accidentales con aparatos eléctricos metálicos cargados con tensión, debido a una fuga de corriente en la instalación.

3.5.4 Pequeños Interruptores Automáticos (PIAs).

Los PIAs son interruptores automáticos magnetotérmicos cuya función es proteger cada uno de los circuitos independientes de la instalación interior de la vivienda, frente posibles fallos en la instalación:

-Sobrecargas: un exceso de consumo eléctrico en una vivienda puede provocar que la intensidad de corriente circulante se haga mayor que la intensidad de corriente máxima que soportan los conductores del circuito independiente.

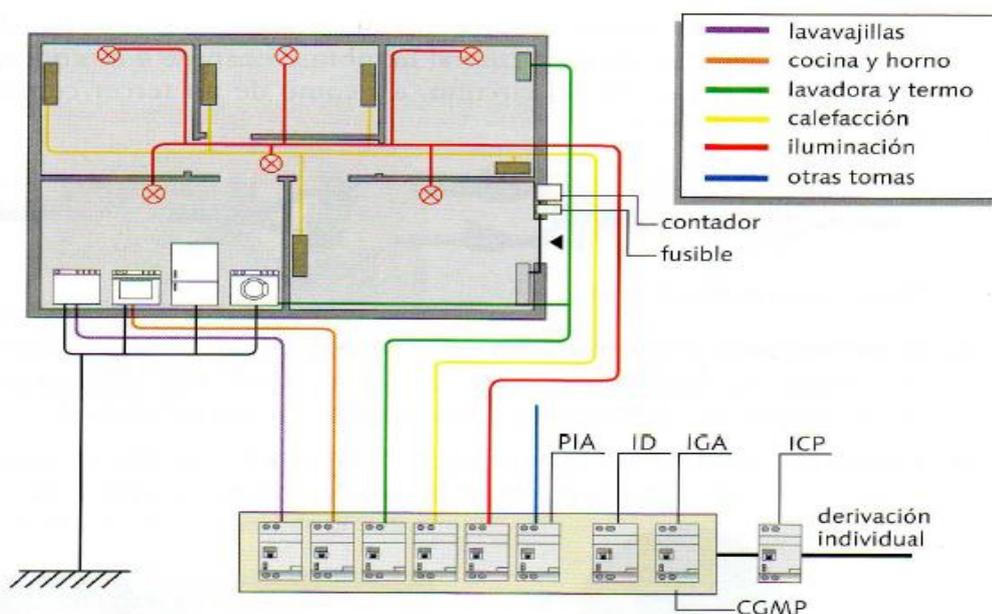
-Cortocircuitos: sobreintensidades provocadas por contacto directo accidental entre fase y neutro (debido al deterioro en los aislantes de los cables, presencia de agua, etc.).

Un interruptor magnetotérmico ofrece una doble protección:

1) Protección térmica: lámina bimetálica que se deforma ante una sobrecarga. La deformación de la lámina actúa en el contacto del interruptor y desconecta el circuito.

2) Protección magnética: se basa en una bobina que, al ser atravesada por una corriente de cortocircuito, atrae una pieza metálica que produce la apertura de los contactos del interruptor, desconectando el circuito.

En el CGMP se instala un PIA por circuito independiente de la vivienda, que protegerá de forma individual el circuito independiente que tiene conectado.





Los dispositivos de protección que se instalaran en nuestra CGPM serán:

1. Un ICP-M (2P) de intensidad nominal 40 A, con un poder de corte de 6 kA y una protección magnética de 5 veces la regulación térmica, actuando en un tiempo inferior a 0.02 segundos.
2. Un Interruptor General Automático (IGA) (2P) de 40 A con protector de sobretensiones permanentes y transitorias.
3. Un interruptor diferencial (ID) de 40 A (2P), con una intensidad residual de 30m A, que protegerá los circuitos C1, C2, C3, C4.1, C4.2, y C5.
4. Un interruptor diferencial (ID) de 40 A (2P), con una intensidad residual de 30 mA, que protegerá los circuitos C6, C8, C10, C7.1, C7.2 y C7.3.
5. Un interruptor automático de 10 A (2P), que protegerá al circuito C1.
6. Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C2.
7. Un interruptor automático de 25 A (2P), que protegerá al circuito C3.
8. Un interruptor automático de 20 A (2P), que protegerá al circuito C4.1.
9. Un interruptor automático de 20 A (2P), que protegerá al circuito C4.2.
10. Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C5.
11. Un interruptor automático de 10 A (2P), que protegerá al circuito C6.
12. Un interruptor automático de 25 A (2P), que protegerá al circuito C8.
13. Un interruptor automático de 20 A (2P), que protegerá al circuito C10.
14. Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C7.1.
15. Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C7.2.
16. Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C7.3.

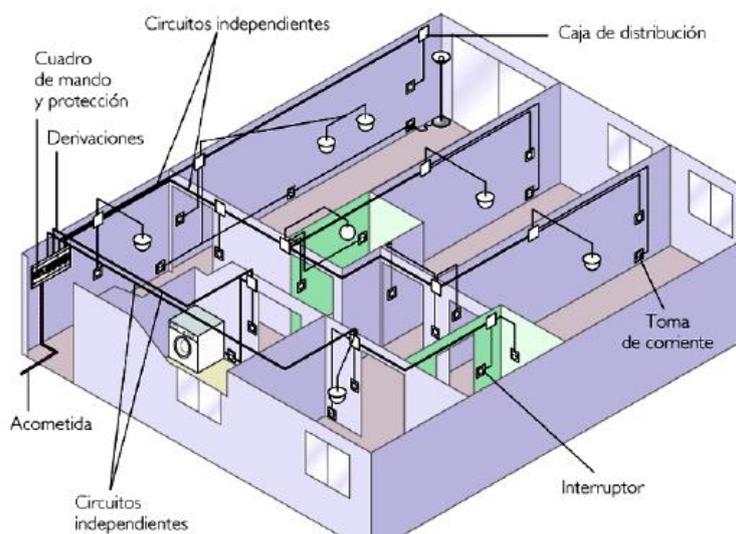
3.6 INSTALACIÓN INTERIOR DE LA VIVIENDA

La instalación interior de la vivienda comprende los distintos circuitos independientes del hogar, que parten de los PIAs del Cuadro General de Mando y Protección.

Los circuitos independientes de la vivienda son el conjunto de circuitos eléctricos que configuran la instalación eléctrica interior de la vivienda, y que alimentan los distintos receptores instalados (puntos de luz y tomas de corriente).

En nuestra vivienda tenemos 9 circuitos independientes:

- Circuito C1 – Iluminación
- Circuito C2 – Corriente de uso general
- Circuito C3 – Horno y vitrocerámica
- Circuito C4.1 – Lavadora
- Circuito C4.2 – Lavavajillas
- Circuito C5 – Tomas de baño y cocina
- Circuito C6 – Iluminación exterior
- Circuito C7.1 – Bombas agua potable
- Circuito C7.2 – Bomba agua riego
- Circuito C7.3 – Bomba ACS
- Circuito C8 – Previsión A/A
- Circuito C10 – Secadora

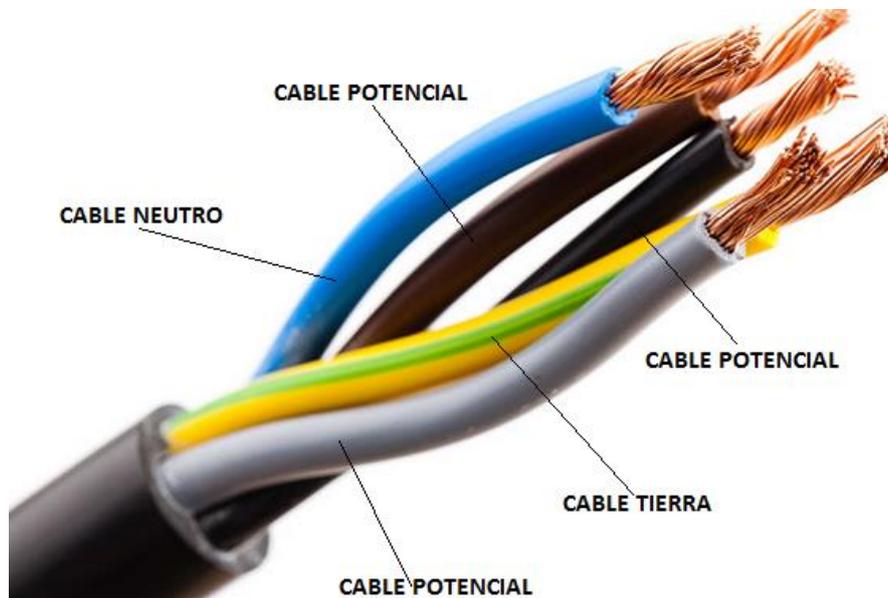


3.6.1 Cableado

Todos los circuitos independientes de la vivienda se alimentan mediante dos conductores (fase y neutro), que transportan una corriente alterna monofásica a baja tensión (230V). A ellos se les añade el conductor de conexión a la red de tierra del edificio. Estos conductores son de cobre con un aislamiento de plástico.

-Conductor de fase: Es el conductor activo que lleva la corriente desde el cuadro eléctrico a los distintos puntos de luz y tomas de corriente de la instalación. El color de su aislamiento puede ser marrón, negro o gris.

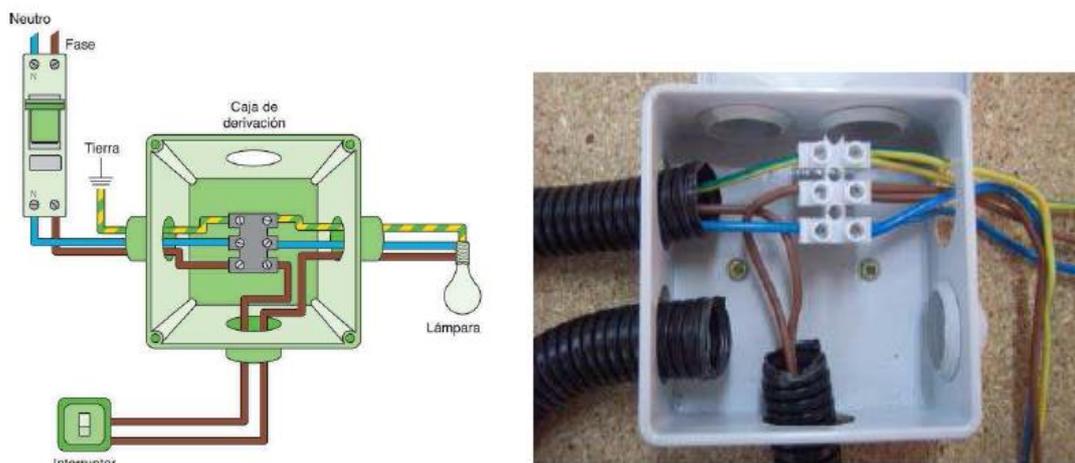
- Conductor neutro: es el conductor de retorno que cierra el circuito, permitiendo la vuelta de la corriente desde los puntos de luz y tomas de corriente. El color de su aislamiento es siempre azul.
- Conductor de tierra: conductor que normalmente no lleva corriente si el circuito funciona bien. Está conectado a la red de tierra del edificio, y sirve para desalojar posibles fugas o derivaciones de corriente hacia los electrodos de tierra. Su aislamiento presenta color amarillo y verde.



Los conductores de cada circuito independiente parten de su correspondiente PIA en el cuadro eléctrico, y recorren la vivienda alojados en el interior tubos corrugados de PVC empotrados en la pared.

A lo largo del recorrido, la alimentación de cada receptor (puntos de luz y tomas de corriente) se realiza por derivación de los conductores principales del circuito independiente, en cajas de registro. Las cajas de registro (cajas de derivación) son cajas de plástico donde se realizan conexiones y empalmes de los cables eléctricos.

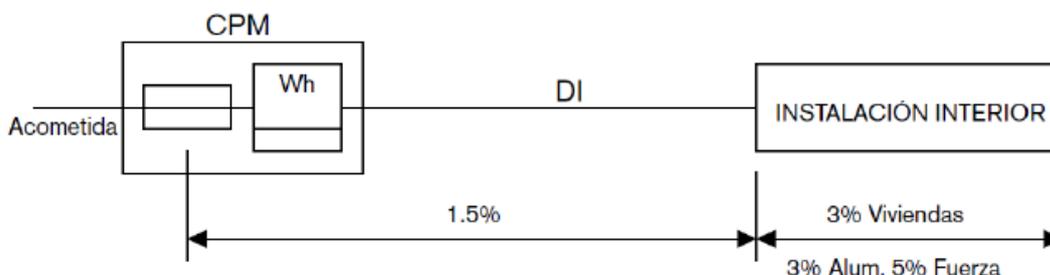
Para que el empalme se haga correctamente, se deben utilizar regletas o clemas de conexión.



3.6.2 Elección de cableado y tubos según RBT (ITC-BT-19, ITC-BT-21)

Para la elección del tipo de conductor se tendrán en cuenta dos parámetros fundamentales: la caída de tensión, la intensidad máxima admisible y el tipo de montaje. (Su cumplimiento se refleja en la tabla de cálculos)

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.



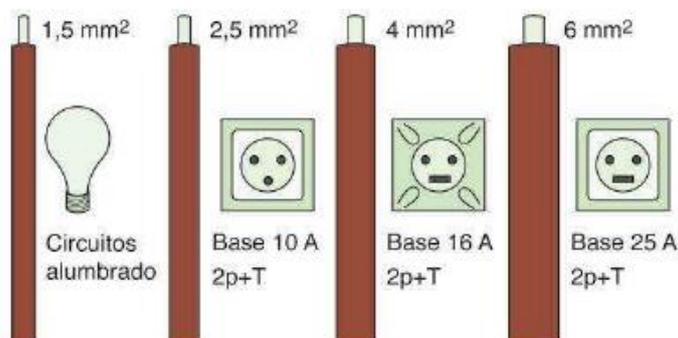
Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

En la tabla 1 del ITC-BT-19 se indican las intensidades admisibles para una temperatura ambiente del aire de 40 °C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cables.

Tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40 °C. N.º de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre*. Distancia a la pared no inferior a 0,3 D ¹					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo*. Distancia a la pared no inferior a D ¹						3x PVC				3x XLPE o EPR ¹	
G		Cables unipolares separados mínimo D ¹								3x PVC ¹		3x XLPE o EPR	
		mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	—	18	21	24	—
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	—	25	29	33	—
		4	20	21	23	24	27	30	—	34	38	45	—
		6	25	27	30	32	36	37	—	44	49	57	—
		10	34	37	40	44	50	52	—	60	68	76	—
		16	45	49	54	59	66	70	—	80	91	105	—
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	180	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
	120				208	225	240	267	284	314	348	455	
	150				236	260	278	310	338	363	404	525	
	185				268	297	317	354	386	415	464	601	
	240				315	350	374	419	455	490	552	711	
	300				360	404	423	484	524	565	640	821	

La sección de los cables conductores depende de cada circuito. Como se ve en la imagen, el circuito independiente C1 destinado a iluminación requiere de cables de sección mínima 1,5 mm², mientras que el circuito independiente C3 que alimenta las tomas de cocina y horno requiere de conductores de sección mínima 6 mm². A mayor intensidad, mayor es la sección del cable.



Para los conductores de protección se aplicará lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-54 en su apartado 543. Como ejemplo, para los conductores de protección que estén constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares, tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla 2 del ITC-BT-19.

Tabla 2

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	$S^{(*)}$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

(*) Con un mínimo de:

- 2,5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.
- 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

Los cables serán del tipo RV-K, serán con conductor de cobre, de tensión nominal 0.6/1 kV y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). La temperatura máxima en el conductor es de 90°C en servicio permanente y una tensión de ensayo de 3500V en AC. Se trata de un cable flexible, no propagador de llama, con una reducida emisión de halógenos, resistente a la absorción del agua, resistente a los rayos ultravioleta, y al frío.

En todos los casos se usará un conductor unipolar por fase, neutro y conductor de protección.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles y sus características mínimas se describen en la tabla 3 del ITC-BT-21 para tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

Tabla 3. Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción y canales protectoras de obra

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60 °C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D > 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 5 del ITC-BT-21 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Tabla 5. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	—
150	50	63	75	—	—
185	50	75	—	—	—
240	63	75	—	—	—



3.7 LOCALES QUE CONTIENEN UNA BAÑERA O DUCHA (ITC-BT 27)

3.7.1 Clasificación de los volúmenes

Para las instalaciones de estos locales se tendrán en cuenta los cuatro volúmenes 0, 1, 2 y 3 que se definen a continuación.

- VOLUMEN 0

Comprende el interior de la bañera o ducha.

- VOLUMEN 1

Está limitado por:

a) El plano horizontal superior al volumen 0 y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo

b) El plano vertical alrededor de la bañera o ducha y que incluye el espacio por debajo de los mismos, cuanto este espacio es accesible sin el uso de una herramienta

- VOLUMEN 2

Está limitado por:

a) El plano vertical exterior al volumen 1 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m

b) El suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 1 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 2.

- VOLUMEN 3

Está limitado por:

a) El plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 m

b) El suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo

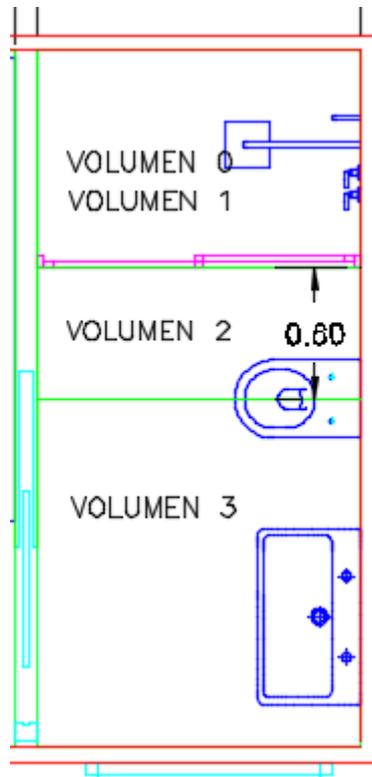
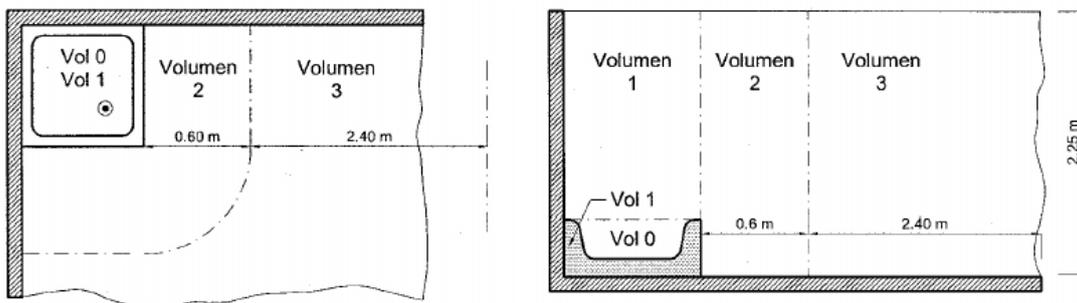
Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 2 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 3.

El volumen 3 comprende cualquier espacio por debajo de la bañera o ducha que sea

accesible sólo mediante el uso de una herramienta siempre que el cierre de dicho volumen garantice una protección como mínimo IP X4. Esta clasificación no es aplicable al espacio situado por debajo de las bañeras de hidromasaje y cabinas.

- FIGURAS DE CLASIFICACIÓN DE LOS VOLÚMENES

Figura 3. Ducha





3.7.2 Medidas de protección para garantizar la seguridad

En el Volumen 3, que comprende el resto del cuarto de baño, se pueden instalar bases de enchufe, siempre y cuando se protejan también con un diferencial un diferencial de no más de 30 mA. Todas las instalaciones del cuarto de baño deben estar dotadas de conexión a tierra y hay que evitar el uso de portalámparas metálicos o, en general, de cualquier mecanismo sensible a la humedad. Si no existe posibilidad de disponer de una conexión a tierra, habrá que realizar las instalaciones protegiéndolas con un transformador de aislamiento o utilizar mecanismos de MBTS (que se alimentan por corriente de muy poco voltaje).

Instalaremos todos los mecanismos y aparatos en el volumen 3 ya que la distribución de nuestro baño nos lo permite y así cumplir más fácilmente el ITC-BT-27.

3.8 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

3.8.1 Protección contra sobre intensidades (ITC BT-22)

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobre intensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobre intensidades previsibles.

Las sobre intensidades pueden estar motivadas por:

1. Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
2. Cortocircuitos.
3. Descargas eléctricas atmosféricas

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión.

Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.



3.8.2 Protección contra sobre tensiones (ITC BT-23)

Esta instrucción trata de la protección de las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

Cuando se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en una instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad), se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos que se indica en la Tabla 1 del ITC BT-23 y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

3.8.3 Protección contra contactos directos (ITC BT-24)

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la Norma UNE 20.460-4-41, que son habitualmente:

1. Protección por aislamiento de las partes activas.
2. Protección por medio de barreras o envolventes.
3. Protección por medio de obstáculos.
4. Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
5. Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Nuestra instalación tiene instalado dispositivo de corriente diferencial residual (diferenciales).

3.8.4 Protección contra contactos indirectos (ITC BT-24)

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la ITC-BT-08 y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la norma UNE 20572-1.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo, 24 V.



3.8.4.1 ESQUEMAS TT.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, esta prescripción se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

El punto neutro de cada generador o transformador, o si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U_o$$

Dónde:

R_a : es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a : es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

U_o : es la tensión de contacto límite convencional (50, 24 V u otras, según los casos).

En el esquema TT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

1. Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
2. Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos. Estos dispositivos solamente son aplicables cuando la resistencia " R_a " tiene un valor muy bajo.



DERIVACION INDIVIDUAL											
temp. amb =		25 ° C		ICP = 40 A		I. Gen = 40 A		cos g = 1		Caida tensión máx derivación= 1,5 %	
								Conductivitat= 56,57 m/(Oh*mm2)			
línea	maquinaria	P (W)	I (A)	L (m)	S mm2	I max	Pmax (l)	Pmax (%)	Pmax (IG)	Caida tensión %	P contr
L1	Derivació monf	9200	40,0	30	16	40,00	9200,0	11969,6	9200,0	1,15	9200

CUADRO GENERAL																
										Caida tensión máx instalación interior = 3%						
1 DIFERENCIAL 1		40 A/0,03		mA		cond=		53,5 monof. =		230 V		cos g =		1		
línea	maquinaria	Ud	pot/ud	P instalada	Tipo toma	Interruptor automático	factor S	factor U	P prevista	I (A)	Long.(m)	S mm2	Caida tensión %	Tub mm	Intensidad máxima conductores	Intensidad máxima permitida
C1	ALUMBRADO 1	11	60	660	Punto luz	10	0,75	0,5	248	1,1	20	1,5	0,62	20	2,87	16
C2	TOMAS USO GENERAL	11	500	5500	Base 16 A 2p+T	16	0,2	0,25	275	1,2	19	4	1,85	20	23,91	30
C3	HORNO, VITROCERÁMICA	2	2200	4400	Base 25 A 2p+T	25	0,5	0,75	1650	7,2	16	6	0,83	25	19,13	37
C4.1	LAVADORA	1	2200	2200	Base 16 A 2p+T	20	0,66	0,75	1089	4,7	16	4	0,62	25	9,57	30
C4.2	LAVAVAJILLAS	1	2200	2200	Base 16 A 2p+T	20	0,66	0,75	1089	4,7	16	4	0,62	25	9,57	30
C5	BAÑO, COCINA	5	500	2500	Base 16 A 2p+T	16	0,4	0,4	400	1,7	20	2,5	1,41	20	10,87	22
TOTAL				17460					4751	20,65						
2 DIFERENCIAL 2		40 A/0,03		mA		cond=		53,5 monof. =		230 V		cos g =		1		
línea	maquinaria	Ud	pot/ud	P instalada	Tipo toma	Interruptor automático	factor S	factor U	P prevista	I (A)	Long.(m)	S mm2	Caida tensión %	Tub mm	Intensidad máxima conductores	Intensidad máxima permitida
C6	ALUMBRADO EXTERIOR	7	200	1400	Punto luz	10	0,75	0,5	525	2,3	15	1,5	0,99	20	6,09	16
C8	RESERVA A/A	1	3000	3000	Base 16 A 2p+T	25	0,6	0,65	1170	5,1	15	6	0,53	25	13,04	37
C10	SECADORA	1	2200	2200	Base 16 A 2p+T	20	1	0,75	1650	7,2	16	2,5	1,00	20	9,57	22
C7.1	BOMBAS AGUA POTABLE	2	550	1100	Base 16 A 2p+T	16	0,75	0,75	619	2,7	10	2,5	0,31	20	4,78	22
C7.2	BOMBA AGUA RIEGO	1	550	550	Base 16 A 2p+T	16	0,75	0,75	309	1,3	10	2,5	0,16	20	2,39	22
C 7.3	BOMBA ACS	1	180	180	Base 16 A 2p+T	16	0,75	0,75	101	0,4	15	2,5	0,08	20	0,78	22
TOTAL				8430					4374	19,02						

TOTAL	INSTALADA	25890	
	PREVISTA	9125	39,67





CAPÍTULO 14. CUMPLIMIENTO DECRETO 145/1997

HABITABILIDAD

1. INTRODUCCIÓN

El presente anexo pretende la cumplimentación del Decreto 145/97 de la Conselleria de Fomento, sobre condiciones de habitabilidad en los edificios y en concreto en las condiciones mínimas de dimensionamiento, de higiene y de instalaciones para el diseño y la habitabilidad de una vivienda unifamiliar.

2. CUMPLIMIENTO ARTICULADO

ARTÍCULO 4. Condiciones a cumplir

4.1. Las viviendas que sean resultantes de obras de nueva planta, de ampliación o de un cambio de uso, deberán cumplir las condiciones del anexo I.

Cuando, en una vivienda existente, se realicen obras que afecten a su distribución en un porcentaje de su superficie útil igual o superior al 60% de sus superficie útil, sea modificándola o sea reconstruyéndola, deberán cumplirse las condiciones del cuadro del punto a) del apartado III del anexo I, pudiendo aceptarse las alturas libres existentes siempre que no sean inferiores a las establecidas como mínimas en el cuadro del punto a) del apartado III del anexo II.

Nuestra propuesta afecta a más de un 60% de la superficie útil de la vivienda por lo que tendremos que cumplir las condiciones del cuadro del anexo I que mostraremos más adelante.

ARTÍCULO 5. Ocupantes

El número de ocupantes de una vivienda se determinará de acuerdo con los siguientes criterios:

1. El número de ocupantes será igual a la totalidad de plazas ubicadas en los dormitorios que cumplan las condiciones establecidas en el anexo correspondiente.
2. Se computarán dos plazas para un dormitorio de superficie útil igual o mayor a 10 m² y una plaza para un dormitorio de superficie útil igual o mayor de 6 m² y menor de 10 m², en el caso de viviendas para las que se presentan alguna de las circunstancias descritas en el apartado 4.1 del artículo anterior.

Tenemos 1 dormitorio de 12 m² de superficie = 2 PLAZAS.



ARTÍCULO 6. Requisitos de los proyectos

6.1. En la memoria de los proyectos deberá constar lo siguiente:

1. La expresión de las dependencias, según la clasificación y los parámetros establecidos en los anexos, en el caso de viviendas. En otros casos se describirán conforme a la reglamentación específica.
2. El número de plazas de ocupantes según lo establecido en el artículo 5.

6.2. En los planos del proyecto se detallarán las superficies útiles de cada dependencia, así como de las respectivas superficies previstas para su iluminación y ventilación, de conformidad, en el caso de viviendas, con lo dispuesto en los anexos de este Decreto y en otros casos de acuerdo con su reglamentación específica.

3. CUMPLIMIENTO DEL ANEXO I

1. Clasificación y descripción de dependencias

1. ESTAR (E). Dependencia o habitación destinada primordialmente a desarrollar la vida familiar o en común de sus moradores. Su superficie útil mínima para un programa de hasta 4 ocupantes es la indicada en el cuadro del punto a) del apartado III de este anexo y será obligatorio su incremento en un mínimo de 1 m² por cada ocupante suplementario hasta un máximo de 10 ocupantes.

Según el Decreto 145/1997 sería necesario como mínimo 12 m²

2. COMEDOR (C). Dependencia destinada a la función específica que su nombre indica, no susceptible del uso definido para la dependencia anterior y por consiguiente complementaria de la misma. Su inclusión en el conjunto de la vivienda no tiene en ningún caso el carácter de obligatorio. Su superficie útil mínima para un programa de hasta 4 ocupantes es la indicada en el cuadro del punto a) del apartado III de este anexo y será obligatorio su incremento en un mínimo de 0,80 m² por cada ocupante suplementario hasta un máximo de 10 ocupantes.

Según el Decreto 145/1997 sería necesario como mínimo 6 m²

3. COCINA (K). Dependencia destinada exclusivamente a la preparación, almacenaje y conservación de alimentos. Su forma será tal que permita la correcta situación, instalación y uso del equipo de cocina que constará como mínimo de los siguientes elementos:

- Mesa o placa de dos fuegos
- Fregadero de un seno
- Plano o mesa de trabajo con una longitud mínima de 0,45 m
- Espacio para recipiente de recogida de basura



- Espacio para frigorífico o almacenaje de alimentos.

Según el Decreto 145/1997 sería necesario como mínimo 5 m²

En nuestra propuesta la cocina tiene una superficie de 14.80 m² y presenta todos los elementos mencionados en la lista anterior.

Las anteriores dependencias podrán combinarse entre ellas de la siguiente manera

ESTAR-COMEDOR (E-C). Su superficie útil mínima para un programa de hasta 4 ocupantes es la indicada en el cuadro del punto a) del apartado III de este anexo y será obligatorio su incremento en un mínimo de 1,20 m² por cada ocupante suplementario hasta un máximo de 10 ocupantes.

Según el Decreto 145/1997 sería necesario como mínimo 14 m²

En nuestra propuesta el estar-comedor tiene una superficie de 25.09 m²

4. DORMITORIO (D). Dependencia destinada al reposo o descanso de los moradores de la vivienda.

Según el Decreto 145/1997 sería necesario como mínimo 10.00 m²

En nuestra propuesta el dormitorio doble tiene una superficie de 12.00 m²

5. CUARTO HIGIENICO. Dependencia destinada al aseo e higiene corporal. Se puede clasificar a su vez en las siguientes dependencias:

- BAÑO (B). Dependencia que debe contener como mínimo los siguientes aparatos sanitarios: ducha, lavabo e inodoro.

Según el Decreto 145/1997 sería necesario como mínimo 2.00 m²

En nuestra propuesta el baño tiene una superficie de 4.58 m²

Su acceso no deberá realizarse directamente desde las dependencias E, C, K, E-C, C-K, E-C-K y D (**salvo en el caso de vivienda de un solo dormitorio, donde se permite dicho acceso desde esta dependencia**) ni desde un espacio abierto al aire libre sino a través de un distribuidor o de una zona de las dependencias señaladas acondicionada para impedir la visión directa sobre dicho acceso.

3. Condiciones superficiales y dimensionales

a) En el cuadro que se acompaña se especifican para cada dependencia sus condiciones superficiales y dimensionales mínimas. Las superficies útiles mínimas de las dependencias

sufrirán los incrementos que, en su caso, se especifican en el apartado 1 “Clasificación y descripción de dependencias”

Dependencia mínima	Superficie útil mínima (m ²)	Diámetro mínimo Inscribible	Altura libre (m)
Estar (E)	12	2,40	2,50
Comedor (C)	6	2,40	2,50
Cocina (K)	5	1,30	2,50
Comedor-cocina (C-K)	10	2,40	2,50
Estar-Comedor (E-C)	14	2,40	2,50
Estar-Comedor-Cocina (E-C-K)	18	2,40	2,50
Dormitorio doble (D2)	10	2,40	2,50
Dormitorio sencillo (D1)	6	1,80	2,50
Baño (B)	2	1,40	2,20
Aseo (A)	1	0,80	2,20
Distribuidor (Di)	-	0,80	2,20
Trastero (Tr)	-	-	1,50

b) El ancho útil mínimo de hueco de paso será como mínimo el siguiente:

- Para puerta de acceso: 0,80 m (Nuestra puerta 1,00 m)
- Para puerta de paso entre dependencias: 0,70 m. (Nuestras puertas 0,80 m)

Nuestra propuesta de rehabilitación cumple ambos puntos.

5. CONDICIONES DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN

Toda dependencia con función de estar, comedor, estar-comedor, comedor-cocina, estar-comedor-cocina y dormitorio deberá tener una superficie de iluminación natural no inferior a 1/10 de su superficie útil ni a 0,80 m², con un ancho mínimo no inferior a 0,50 m.

La superficie de ventilación al aire libre de las citadas dependencias podrá limitarse a 1/3 de su superficie de iluminación.

La ventilación de las dependencias podrá realizarse mediante sistema de aire acondicionado y climatización, garantizado mediante el cumplimiento de las condiciones específicas contenidas en las disposiciones vigentes dictadas por los Organismos competentes. En este caso y como complemento se dispondrá en las plantas situadas sobre rasante de uno o varios huecos al aire libre, cuya superficie totalice en conjunto como mínimo un 5% de la superficie útil de la dependencia.

DEPENDENCIA	SUPERFICIE (m2)	ILUMINACION (m2)	MÍNIMO ILUMINACIÓN DEC. 145/1997 (m2)	VENTILACIÓN (m2)	MÍNIMO VENTILACIÓN DEC. 145/1997 (m2)
DORMITORIO	12,00	1,20	1,20	1,20	0,40
COCINA	14,80	3,44	1,48	3,44	1,15
ESTAR-COMEDOR	25,09	2,75	2,51	1,84	0,92

Toda dependencia con función de cocina o de cuarto higiénico deberá tener ventilación al aire libre directa mediante una abertura de 0,25 m2 de superficie mínima o a través de un conducto de 112 cm 2 de sección mínima en el cual se active mecánicamente la ventilación. Si el conducto es vertical puede ser activada estáticamente mediante sistemas homologados. En las cocinas debe preverse la extracción de humos. En caso de tener éstas ventilación forzada, la extracción de humos debe ser independiente de esta última.

En la cocina tenemos una superficie de ventilación al aire libre directa de 3,44 m2, mayor que los 0,25 m2 que se nos exigen.

Por otra parte también tenemos extracción de humos independiente.

7. CONDICIONES DE LOS SERVICIOS

Se consideran servicios mínimos y por consiguiente preceptivos en todo edificio los siguientes:

1. Instalación de electricidad para alumbrado y usos domésticos.
2. Instalación de agua fría y caliente en todos los aparatos excepto inodoro, urinario y vertedero donde sólo se exige la llegada de agua fría. En caso de no existir red pública de suministro, debe preverse un depósito de 400 litros por habitante (previsión de dos días).
3. Saneamiento, para aguas pluviales y aguas residuales, recogidas en redes independientes. La red interior de recogida de aguas residuales acometerá a los albañales que conducirán dichas aguas a su ulterior evacuación a la red pública o a su tratamiento. El sistema de recogida de aguas pluviales no deberá verter en caída libre sobre la vía pública ni sobre espacios ajenos.
4. Previsión para telefonía.
5. Previsión para audiovisuales: TV y FM.

Las instalaciones que tengan por objeto dotar a las viviendas de los citados servicios, deberán cumplir con lo establecido en las Normas Básicas y Reglamentos respectivos vigentes.



En cualquier caso, en aquellos servicios dependientes de empresas suministradoras, deberán tenerse en cuenta las especificaciones técnicas legales dictadas por las mismas.

9. CONDICIONES DE PROGRAMA

En toda vivienda deberá poder realizarse las funciones de estar, comer y cocinar en una o varias dependencias así como deberá existir como mínimo un dormitorio con una superficie útil mínima de 10 m² y un baño, debiendo cumplir todas las dependencias los requisitos establecidos en el apartado 1.





CAPÍTULO 15. CUMPLIMIENTO DECRETO 110/2010 **ACCESIBILIDAD**

El proyecto consiste en las obras de rehabilitación de una vivienda unifamiliar en la parcela 254 del polígono 1 de la urbanización Can Gallina en Mancor de la Vall.

Al ser vivienda unifamiliar sin elementos comunes de uso público, ni espacios exteriores, ni servidumbres públicas, no se requiere el cumplimiento del decreto 110/2010 de 15 de octubre, de la Conselleria d'habitatge i Obres Públiques.





CONCLUSIONES

Considero que las rehabilitaciones de edificios una pieza fundamental en el ámbito de la construcción y sobretodo en la profesión a la que me quiero dedicar; por eso tenía bastante claro el tema sobre el que quería realizar el TFG.

Esta propuesta ha sido lo más similar a un Proyecto de edificación real que he realizado hasta la fecha y de manera individual.

Desde el principio ha sido un desafío debido a la falta de experiencia, pero considero que este trabajo me ha ayudado a poner en práctica, ordenar y recordar todos los conocimientos aprendidos durante estos años en el grado.

He medido una vivienda, haciendo su levantamiento. He realizado una propuesta de distribución, he desarrollado el estado reformado en su totalidad, calculando desde la estructura y las instalaciones hasta las mediciones y el presupuesto. Y Finalmente unas imágenes renderizadas de la propuesta.

Creo que el TFG me ha servido para ampliar mis conocimientos en rehabilitación y construcción en general y como se debe abordar un proyecto de rehabilitación real. Estoy seguro que en mis próximos proyectos pondré en práctica lo aprendió y trabajaré de manera mucho más eficiente.

Finalmente, decir que me encuentro satisfecho con este trabajo y termino la carrera con un buen recuerdo y con ganas de empezar a ejercer la profesión.



BIBLIOGRAFÍA

1. NORMATIVA

- Decreto 110/2010, de 15 de octubre, por el cual se aprueba el Reglamento para la mejora de la accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas.
- Decreto 145/1997, de 21 de noviembre que regula las condiciones de dimensionamiento, de higiene y de instalaciones para el diseño y la habitabilidad y la expedición de cédulas de habitabilidad.
- Adaptación de las normas subsidiarias (NNSS) del municipio de Mancor de la Vall al Plan Territorial de Mallorca (PTM) – Mayo 2010.
- Normas de ordenación del Plan Territorial Insular de Mallorca. Texto consolidado. Febrero 2011.
- Ley 6/1997, 8 de julio, del Suelo Rústico de las Islas Baleares.
- Decreto ley 1/2016, de 12 de enero, de medidas urgentes en materia urbanística.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad (CTE DB.SUA)
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y Documentos básicos
- Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión (REBT) e instrucciones técnicas complementarias (ITC).
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Normativa UNE de aplicación.



2. FUENTES ELECTRÓNICAS

- Carpintería "Forster". <https://www.forster-spain.es>
- Sistema solera ventilada "Daliforma". <http://www.daliforma.com>
- Sistema aislante de "Tecnol". <http://www.tecnol.es>
- Sistema trasdosados "Knauf". <http://www.knauf.es>
- Puerta entrada "Hormann". <http://www.hormann.es>
- Cubierta "Onduline". <https://es.onduline.com>
- Instalación solar "Viessmann". <https://www.viessmann.es>
- Caldera "Junkers". <https://www.junkers.es>
- Estufa pellet "Arce". <http://www.arcestufe.com>
- Aire acondicionado "Mitsubishi". <http://www.mitsubishielectric.es>
- Ventilación "S&P" y "Siber". <http://www.solerpalau.es/> , <https://www.siberzone.es/>
- Baldosas "Porcelanosa". <http://www.porcelanosa.com>
- Sanitarios "Roca". <http://www.roca.es>

3. SOFTWARE

- AutoCAD. Autodesk (versión 2016).
- Presto 8.8 .
- CE3x 2.1.
- eCondensa2.
- BeSolar 2.1.
- Revit Autodesk (versión 2016).
- Lumion 6.0
- Office Word. Microsoft Corporation (versión 2007).
- Office Excel. Microsoft Corporation (versión 2007).

