



**Universitat de les  
Illes Balears**

Facultat de Ciències

**Memoria del Trabajo Final de Grado**

# ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA ENTRE MEDIANERAS C/ CANTÓ D'ES CARRITX, 12 - CAMPANET

**Arnau Pons Reus**

**EPSU0675**

**Grado en Edificación**

Any acadèmic 2015-16

DNI: 43182589 C

Trabajo tutelado por Joan Muñoz Gomila

EPS – Escuela Politécnica Superior

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	

Palabras claves del trabajo:

Rehabilitación, vivienda entre medianeras, cumplimiento normativa, Campanet...

## ÍNDICE

1.	RESUMEN .....	3
2.	INTRODUCCIÓN y OBJETIVOS.....	4
3.	MEMORIA DESCRIPTIVA ESTADO ACTUAL.....	6
3.1.	Información previa .....	6
3.1.1.	Situación y emplazamiento .....	6
3.1.2.	Entorno físico .....	6
3.1.3.	Marco normativo.....	7
3.1.4.	Normativa urbanística.....	7
3.2.	Descripción de la edificación actual.....	7
3.2.1.	Descripción arquitectónica.....	7
3.2.2.	Descripción constructiva .....	8
4.	MEMORIA CONSTRUCTIVA .....	17
4.1.	Demolición .....	17
4.2.	Cimentación .....	18
4.3.	Pavimento en contacto con el terreno .....	19
4.4.	Muros estructurales.....	20
4.5.	Forjados y cubierta.....	21
4.6.	Acabados .....	24
4.7.	Tabiquería .....	27
4.8.	Instalaciones.....	28
4.8.1.	Fontanería .....	28
4.8.2.	Electricidad.....	29
4.8.3.	Saneamiento .....	30
4.8.4.	Renovación aire interior.....	30
4.8.5.	Telecomunicaciones.....	32
4.8.6.	Calefacción .....	32
4.9.	Carpintería de madera .....	33
4.10.	Carpintería de acero.....	34
5.	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVAS.....	36
6.	ANEJO I: MEMORIA DE CÁLCULO .....	38
6.1.	Instalación fontanería .....	38

6.2.	Instalación eléctrica.....	44
6.2.1.	Esquema de distribución.....	45
6.2.2.	Dimensionado de la instalación eléctrica.....	46
6.3.	Instalación de evacuación de aguas.....	55
6.3.1.	Aguas Residuales.....	56
6.3.2.	Aguas Pluviales.....	59
6.4.	Instalación renovación de aire interior.....	63
6.5.	Instalación aporte solar.....	65
6.6.	Instalación Calefacción.....	70
6.7.	Estructura.....	72
6.7.1.	Cimentación.....	73
6.7.2.	Viga forjado techo planta baja.....	79
6.7.3.	Viga forjado techo planta piso.....	92
6.7.4.	Jácena forjado techo planta baja.....	106
6.7.5.	Jácena forjado techo planta piso.....	113
6.7.6.	Pilar metálico.....	120

DOCUMENTOS ANEXOS:

ANEJO II: CERTIFICACION ENERGÉTICA

ANEJO III: DOCUMENTACIÓN GRÁFICA (PLANOS)

ANEJO IV: ESTUDIO SOLAR

ANEJO V: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

ANEJO VI: FICHA URBANÍSTICA

ANEJO VII: TRABAJOS REALIZADOS e INFORMACIÓN ADICIONAL



## 1. RESUMEN

El Trabajo Final de Grado (TFG) ha sido realizado para demostrar los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera, en este caso, Grado en Edificación. Como temática de este trabajo, se ha escogido realizar un estudio de rehabilitación de una vivienda unifamiliar entre medianeras, situada en el camino "Cantó d'es Carritx", número 12, del municipio de Campanet, de la comunidad autónoma de las Islas Baleares.

Este trabajo ha sido elaborado durante el curso 2015-2016, y se han llevado a cabo los apartados o capítulos pertinentes, aprendidos durante el estudio de la carrera, para poder realizar el estudio de rehabilitación.

Los conocimientos plasmados en el trabajo son lo aprendido sobre construcción (historia, nomenclatura, sistemas constructivos...), estructura, instalaciones, mediciones y presupuestos, seguridad y salud...

## 2. INTRODUCCIÓN y OBJETIVOS

El objetivo de este estudio es realizar una rehabilitación de una vivienda unifamiliar entre medianeras situada en el centro del núcleo urbano del municipio de Campanet, de las Islas Baleares.

Se ha propuesto conseguir una vivienda totalmente adaptada a las necesidades actuales, a partir del estado actual en el que se encuentra. Para ello, se han seguido las mínimas exigencias de la normativa vigente, además de algunas correcciones o adaptaciones auto-escojidas. Se ha intentado respetar el máximo posible el medio ambiente, para que esta vivienda, también sea enérgicamente eficiente.

Al tratarse de una vivienda construida aproximadamente en inicios del siglo XX, deberá realizarse una actuación importante en referencia a la estructura. Cabe destacar, que la fachada colindante con el vial está catalogada, por lo que deberá recibir la menor actuación posible.

Además, deberán preverse la ubicación de las instalaciones, ya que no presenta prácticamente ningún tipo de instalación, es decir, ni para suministro de agua, ni para evacuación de aguas. Referente a la electricidad, presenta lo básico de hace aproximadamente cincuenta años.

Para conseguir los objetivos de este estudio de rehabilitación, se intentaran realizar las siguientes medidas:

- Analizar el estado actual de la edificación para aprovechar al máximo sus recursos energéticos y sus sistemas constructivos
- Estudiar los espacios de la vivienda teniendo en cuenta la funcionalidad, el diseño y la racionalidad.
- Proponer soluciones constructivas para adoptar la más adecuada para su funcionalidad.
- Utilizar materiales que respeten el medio ambiente, reduciendo su recorrido de suministro, utilizando materiales reciclables, así como reutilizables.
- Proporcionar el mayor estado de confort para el cliente, garantizando un buen nivel de bienestar.
- Recurrir a instalaciones energéticas eficientes, promoviendo los sistemas de producción de energía renovable.
- Proteger la envolvente de la edificación, para reducir las pérdidas de calor/frío que sean necesarias, garantizando una buena calidad de vida y un ahorro de dinero.



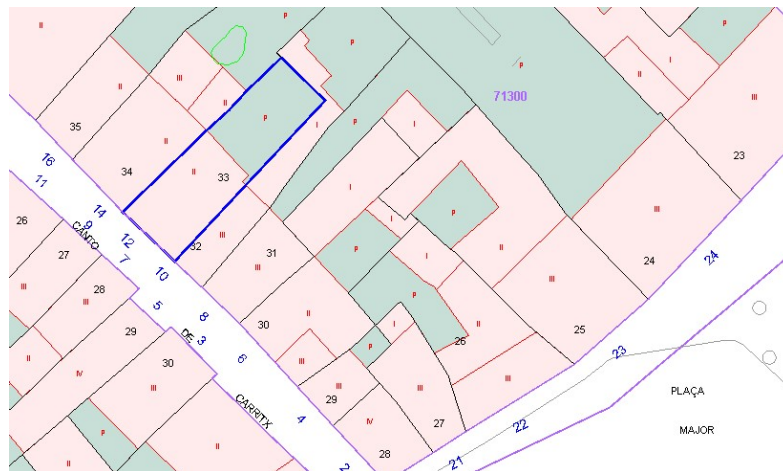
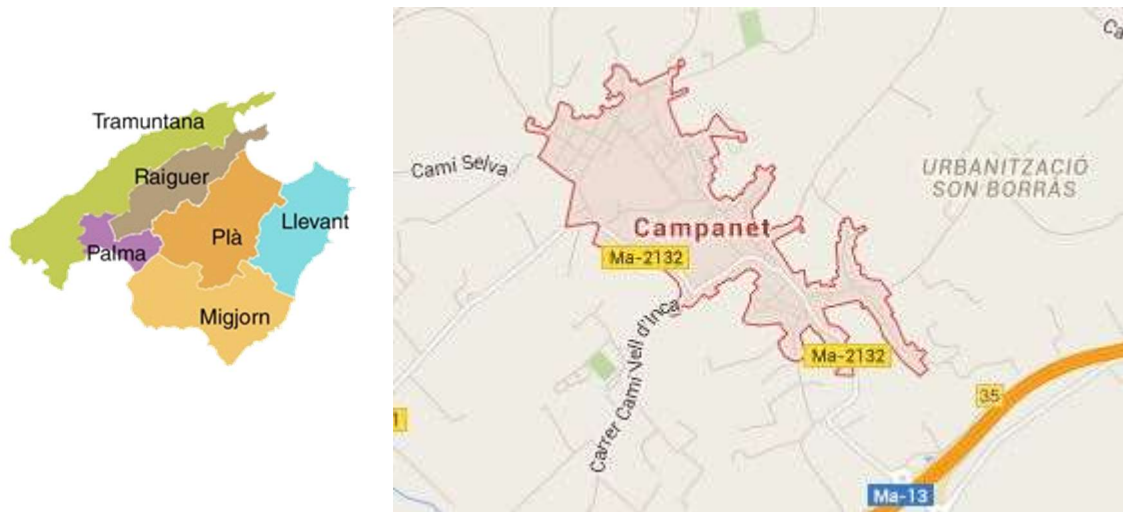
- Realizar un estudio de necesidades en referencia a la tipología de la vivienda, a su ubicación, y a su superficie de actuación.

### 3. MEMORIA DESCRIPTIVA ESTADO ACTUAL

#### 3.1. Información previa

##### 3.1.1. Situación y emplazamiento

La edificación se encuentra situada en el camino "Cantó d'es Carritx", número 12, en el municipio de Campanet (Islas Baleares), más concretamente en la zona del "Raiguer" de Mallorca.



##### 3.1.2. Entorno físico

La vivienda se encuentra en el centro del municipio, más concretamente cerca del nuevo ayuntamiento, que está situado en la plaza mayor, epicentro del pueblo. La zona de aparcamiento es escasa, pero se encuentra cerca de todos los comercios de los que dispone el municipio de Campanet.

El vial, que afecta a la vivienda, se encuentra asfaltado, no dispone de aceras y presenta una pendiente aproximada del 3%. Además, dispone de los servicios básicos de iluminación pública, alcantarillado, suministro de electricidad y de agua potable.

### 3.1.3. Marco normativo

Las normativas que hay que tener en cuenta y que son de aplicación para el estudio de rehabilitación de nuestra edificación son las siguientes:

- Código Técnico de la Edificación (CTE): RD 314/2006, del 17 de Marzo; RD 1371/2007, del 19 de Octubre; RD 1675/2008, del 17 de Octubre; RD 137/2010, del 19 de Febrero; y RD 410/2010, del 31 de Marzo.
- Real Decreto Legislativo 2/2008, del 20 de Junio, texto refundido de la Ley del Suelo.
- Ley 38/1999, del 5 de Noviembre, Ordenación de la Edificación.
- Normativa Sectorial de aplicación en los trabajos de edificación.

### 3.1.4. Normativa urbanística

Serán de aplicación, las normas subsidiarias de planeamiento urbanístico del municipio de Campanet, además de otros documentos exigidos como algunos artículos de la modificación de las normas subsidiarias para su adaptación al plan territorial, de Junio del 2008.

Las normas subsidiarias son de aplicación tanto para las condiciones generales, como para las particularidades de la zona y ubicación de la parcela.

## 3.2. Descripción de la edificación actual

### 3.2.1. Descripción arquitectónica

La edificación fue construida en el año 1900 con un estilo tradicional de la arquitectura mallorquina. Presenta una superficie construida de 50m<sup>2</sup> en una parcela de 119 m<sup>2</sup>. La parcela tiene forma rectangular aproximadamente, aunque no coinciden las dimensiones del catastro con las dimensiones actuales de la parcela.

El antiguo uso de la edificación también era de residencial y para acceder a la vivienda se deben subir cuatro escalones, por lo que el desnivel respecto al vial es aproximadamente de 80cm.

La geometría de la casa, al ser entre medianeras, está formada por la vivienda con una terraza y una zona para jardín, que se encuentra el excusado. El cuerpo de la casa ocupada toda la fachada con una profundidad aproximada de 10m. De la casa, se accede a la terraza interior y mediante una escalonada se accede a la zona del jardín.

La planta baja está compuesta por una entrada principal para acceder a un vestíbulo, del cual se pasa a la sala de estar, de la cual puedes ir hacia la habitación, subiendo dos escalones; a la cocina; a la despensa, situada bajo la escalera; y un pasillo para salir a la terraza.



Además, hay una escalera que arranca en el vestíbulo para acceder al piso superior. La iluminación de la vivienda es bastante escasa, ya que los huecos que presenta son bastante pequeños.

La planta piso está formada por un pasillo, al finalizar el recorrido de la escalera, del cual se puede acceder a tres habitaciones diferentes. Una presenta un hueco en la fachada principal; y las otras dos, tienen apertura a la fachada posterior de la vivienda, que dan a la terraza y jardín. La habitación de la planta piso ubicada sobre la habitación de la planta baja, también se tienen que subir dos escalones para acceder a ella.

La terraza solo es accesible por la planta baja, y presenta una cisterna y otra dependencia destinada a los animales, que en aquellos tiempos se cuidaban. La terraza no presenta ningún tipo de cubierta.

El jardín se encuentra a un desnivel aproximado de 60cm. No tiene pavimento, es todo tierra. Existe un excusado, típico de aquella época, en el fondo de la parcela pero sin ningún tipo de instalación para la evacuación de aguas residuales, ni para el suministro de agua potable.

ESPACIOS DE LA EDIFICACIÓN	SUPERFICIE ÚTIL (m <sup>2</sup> )
<b>PLANTA BAJA</b>	
COCINA	07.81
DISTRIBUIDOR	03.40
VESTÍBULO	11.03
SALA DE ESTAR	11.94
DORMITORIO 1	19.22
COLADURÍA	06.15
TERRAZA	08.09
JARDÍN	27.95
<b>PLANTA PISO</b>	
DISTRIBUIDOR	06.91
DORMITORIO 2	16.75
DORMITORIO 3	19.22
DORMITORIO 4	12.10

### 3.2.2. Descripción constructiva

- **Cimentación**

La edificación data construida desde el año 1900, por lo que no se puede apreciar exactamente la tipología de cimentación. Se ha llegado a la conclusión, tras varias consultas, que los muros de carga tienen una profundidad suficiente, hasta un encontrar terreno fuerte, llegando a estar enterrados hasta un metro de profundidad. El ancho del muro está formado por piedras en ambos lados y con mezcla de cal y grava para que éstas estén fijadas de manera que no se muevan. Una vez se llegaba a la cota de superficie y rellanado los lados del muro, se empezaba a levantar la pared.

La excavación fue realizada de manera manual, según información obtenida de la vivienda, y por la época de construcción. Una vez realizado el desbroce del terreno mediante herramientas de excavación, hasta llegar a una capa fuerte, que pudiera soportar el peso del muro y fuese rígida. La presencia de rocas durante la excavación no era un problema, porque se limpiaban y ayudaban a la resistencia del muro. Estas paredes reciben el nombre mallorquín de “paret verda”, como manera tradicional de realizar la construcción de edificación en aquella época.

Por lo tanto, determinaremos que la cimentación fue realizada de manera tradicional, debido a la complicación de realizar comprobaciones para determinar su tipología. El ancho de esta cimentación oscilaba entre diferentes dimensiones según las dimensiones que debían presentar los muros de carga.

- **Estructura Vertical**

La estructura vertical que envuelve la edificación está formada por muros de 60cm de ancho, llamados muros de “paret verda”. Este sistema tradicional era típico de la época, que consistía en dos caras exteriores de piedras colocadas de manera geométrica y fijadas con pasta de barro y tierra roja. Y en el centro, una mezcla de piedras de tamaño reducido, para ocupar más volumen, y barro. Dicha información ha sido obtenida por un trabajador típico de la época y que participo en muchas construcciones del municipio. Aun así, es difícil determinar los materiales exactos utilizados para levantar el muro.

Una vez levantado el muro, se le dará planeidad a ambas caras mediante un enfoscado de mezcla de grava y cal. En la parte exterior del muro, en contacto con el exterior, se dejara de manera vista; no obstante, la parte interior será cubierta con un enlucido de yeso para su posterior pintado.

Esta tipología de muros de carga trabaja por gravedad por lo que destaca su alta resistencia y durabilidad, pudiendo llegar a tener grosores elevados de los muros para resistir los esfuerzos a los que están sometidos.



Los muros actuaran como un buen aislante térmico, debido a la gran inercia térmica que presentan los materiales utilizados, incluso el barro actuará como un buen aislante térmico. Además, no presentaran puentes térmicos a causa de su homogeneidad y uniformidad entre todo el muro.

Los huecos presentes en los muros de carga exteriores (fachadas) serán mínimos, y serán reforzados en sus perímetros por piezas de mares.

No obstante, los muros de carga interiores, serán reforzados con madera resistente, debido a su escaso valor económico comparado con el marés.

- **Estructura Horizontal**

La estructura horizontal se compone de dos partes, el forjado del techo de la planta baja, y el forjado del techo de la planta piso, es decir, la cubierta.

El forjado del techo de la planta baja, está formado por vigas de madera de pino con una sección rectangular aproximada de 8x20cm. Sobre las vigas están colocados bovedillas cerámicas con un canto aproximado de 3cm, y sobre éstas, una capa de mortero, haciendo la función de solado de la planta superior.



Las vigas, del forjado del techo de la planta baja, están dispuestas de manera perpendicular a los muros de carga, teniendo en cuenta que las fachadas actúan como muros de carga. Las bovedillas presentan un enlucido en la zona inferior, entre vigas, y están pintadas de color blanco.

Para poder salvar la zona de la escalera, se ha dispuesto un elemento de madera incrustado en la pared medianera y que sobresale lo justo en la sala de estar, para soportar el pilar en el cual apoya la jácena de madera que ayuda al soporte de las viguetas de madera que presentan una gran luz.



Sobre el soporte de madera fijado en la pared medianera y bajo la escalera, se dispone una especie de pilar de madera que se aguanta sobre dicho soporte, y en el cual está apoyada la jácena superior para soportar las viguetas que van desde la fachada principal (muro de carga), hasta el muro de carga que separa la cocina.

Por otro lado, tenemos el forjado de la planta piso, es decir, la cubierta, formada por diferentes tipologías en cada zona de la planta piso. La habitación situada más al norte, más alejada de la escalera, está formada por



viguetas de madera de diferente sección, cañas que actúan como rastreles, y por consiguiente, la colocación de las tejas.

Desde el interior se puede ver el cielo a causa de la falta de algunas tejas, que se han roto o se han movida, ya que el sistema tradicional utilizado para la construcción de la cubierta no es muy eficiente a día de hoy.

En la habitación situada a norte pero más cercana a la escalera, está formada por vigas de madera de sección 8x20cm, con bovedilla cerámica encima para dar planeidad a la cubierta, con una capa de mortero y la posterior colocación de las tejas.



Es la zona mejor construida en cuanto al resto de la cubierta. No presenta ni aislante térmico ni impermeabilización. Por esta habitación, pasa la chimenea de la cocina.

Por otro lado, tenemos la habitación situada al sur, que presenta la misma tipología que la habitación anterior, es decir, vigas de madera de sección 8x20cm, entrevigado de bovedilla cerámica, capa de mortero y teja cerámica. Las vigas de madera están soportadas por el muro de carga de la fachada principal, una jácena intermedia apoyada en las paredes medianeras, y otra jácena ubicada en el distribuidor, apoyada también sobre las medianeras.



La jácena intermedia se ha desprendido debido a su estado y los años que presenta, y ha tenido que ser intervenida con un puntal y ser reforzada con un mecanismo realizado por el propio dueño de la vivienda.

Dicho puntal está apoyado sobre tableros de madera colocados directamente sobre el solado.

Para finalizar, tenemos el distribuidor de la planta piso, que presenta una tipología de cubierta igual a la primera habitación mencionada, pero en lugar de tener caña sobre las viguetas, directamente ponen rastreles de madera, pero se encuentra en un estado muy deplorable por lo que en época de lluvias y viento, la vivienda se ve afectada por las condiciones climatológicas.

Como soporte de las viguetas, aparece una jácena de madera con una sección difícil de determinar debido a su poca uniformidad.



- **Cisterna**



La vivienda dispone de una cisterna, la cual era utilizada como suministro de agua potable, obtenida a partir de la recogida de aguas pluviales de la cubierta. Ahora mismo se encuentra en mal estado, con escombros dentro y al parecer sufre pérdidas de agua porque aun teniendo la bajante de aguas pluviales no aparece agua en su interior.

Se encuentra situada en la terraza interior de la parcela, justo en la salida a ésta. Estaba construida con una sola pieza de piedra natural. Dispone de gancho anclado al muro de carga y una polea para la obtención de agua de su interior mediante un cubo atado a una cuerda.

- **Particiones interiores**

Las particiones interiores de la vivienda están formadas por pequeñas piezas de mares de 6-7cm de espesor. Se encuentran enlucidas y encaladas.



- **Chimenea y fregadero**

La chimenea, en mallorquín “escalfapanxes”, se encuentra ubicada dentro de la cocina, en el muro de carga interior. Está formada por piezas de piedra natural y la salida de humos va por un conducto pegado por la pared hacia la cubierta, pasando por la habitación situada justo encima de la cocina.

El fregadero de la cocina merece también especial mención, al ser una pieza de piedra natural incluida en el muro de carga y con una ventana situada encima para poder dar iluminación a la cocina.



- **Huecos en fachadas**

Las fachadas no presentan una gran cantidad de huecos, ya que son muros de carga y a mayor número de huecos menor resistencia presentan. La fachada principal está formada por una puerta de entrada de grandes dimensiones y que tuvo que ser ampliada a causa del descenso del vial durante los años llegando a añadir dos escalones más para acceder a la vivienda. También presenta una ventana de pequeñas dimensiones para dar iluminación a la habitación situada al sur de la planta piso.

No obstante, la fachada posterior presenta una puerta en la planta para el acceso a la terraza. La cocina también tiene una ventana de dimensiones más normalizadas para dar claridad en el interior. Pero, la habitación de la planta baja solo tiene una ventana de pequeñas dimensiones, a causa de la coladuría situada en la terraza, que no permitía la abertura de una ventana de mayores dimensiones.

Por otro lado, también en la fachada posterior, en la planta piso, presenta dos ventanas, una para cada habitación de dimensiones suficientes para poder disponer el hueco ya que la altura libre entre el solado y la cubierta puede ser menor a un metro en algunos puntos.



- **Pavimentos**

Los pavimentos del interior de la casa son todos iguales. No presentan ningún tipo de baldosa, sino que directamente la capa de mortero era utilizada de pavimento. Esta solución es adoptada tanto en la planta baja como en la planta piso.

No obstante, el solado de la terraza tiene un acabado de hormigón y el jardín es directamente una capa de tierra vegetal, de la cual se desconoce su profundidad.

- **Carpintería**

La tipología de la carpintería de la edificación es de madera tanto en puertas como en ventanas. Algunos huecos presentan ventana y persiana de tipología mallorquina, pero otros huecos, solo presentan ventana con hierros anclados en el muro como forma de no permitir el acceso a través del hueco.

Las puertas interiores tienen escasa altura, aproximadamente 1.70m. No obstante, la puerta de entrada tiene una altura bastante grande para el paso de personas, debido al rebaje producido en el vial y el aumento del hueco.

- **Instalaciones**

Las instalaciones de la vivienda pueden considerarse casi nulas. No tienen instalación de suministro de agua, ni instalación de evacuación de aguas. Si presenta instalación eléctrica, pero no homologada para la normativa actual.

Como suministro de agua potable, utilizaban la cisterna y se auto-abastecían del agua de lluvia que caía en la cubierta, transportándola con un canalón y una bajante de metal hasta la cisterna.

Por otro lado, la evacuación de aguas residuales no existía en aquella época por lo que se disponía una fosa común donde las aguas residuales quedaban enterradas.

- **Edificaciones existentes**

Además de la vivienda, también aparece una edificación situada justa al salir a la terraza entre el jardín y la habitación de la planta baja, con función de coladuría; y otra, para fosa séptica, situada al fondo de la parcela, en el jardín.

La coladuría, está formada por un muro de carga de "pared verda", explicado anteriormente, y una cubierta con tejas sobre una capa de mortero, bovedilla cerámica, y viguetas de madera apoyadas en la medianera y el muro de carga.

Por otro lado, el excusado está formado por muros de piezas de marés hasta 1.50m, posteriormente están piezas de marés que actúan de pilares y una cubierta, con una mínima pendiente, de uralita colocada sobre rastreles, para proteger la edificación.





## 4. MEMORIA CONSTRUCTIVA

La memoria constructiva describirá de manera constructiva los elementos que componen la vivienda unifamiliar entre medianeras, indicando las pautas a seguir y los materiales que se van a utilizar.

### 4.1. Demolición

Para empezar con la descripción de la fase de demolición que se deberá realizar, se mencionara que a partir del estado actual en el que se encuentra la vivienda, se decide realizar la demolición de los dos forjados existentes, así como algunos muros de carga de la vivienda, la tabiquería interior, casetas existentes...

Como se ha mencionado anteriormente, al no encontrarse en muy buen estado la vivienda, se demolerán gran parte de los elementos constructivos para posteriormente construir unos nuevos de características similares, que se explicaran en los capítulos posteriores de esta memoria. Los escombros serán llevados a un contenedor dispuesto en la vía pública para su posterior transporte al vertedero. Excepto para de escombros limpios, es decir, hormigones, piedras naturales, marés, etc., que se dispondrán gran parte dentro de la cisterna para taponarla y dejarla inservible de manera que el agujero quede tapado y no nos proporcione ningún peligro de accidente.

Para comenzar con la demolición, se retiraran las tejas de la cubierta con una vertiente a dos aguas de manera manual, para ello, se deberán respetar las normas de seguridad para realizar este trabajo y todas las de la obra. Posteriormente, las viguetas de madera serán aserradas con una motosierra. Para la retirada de escombros de la cubierta, se colocara bajante de PVC para bajar los escombros hasta la terraza, y otro hacia la vía pública, para depositarlos en el contenedor.

Una vez realizada la demolición de la cubierta, con la seguridad pertinente, se procederá a la demolición de la tabiquería interior de la planta piso, con un espesor aproximado de 7cm, depositando los escombros en el contenedor. Se utilizarán las bajantes de escombros para su transporte de la planta piso hasta el contenedor.

El forjado intermedio será demolido, una vez limpiada la planta piso de elementos estructurales, de la misma manera que la cubierta, al presentar características similares, y sus escombros serán transportados al contenedor de la vía pública de manera manual. Posteriormente, se eliminaran los tabiques interiores de la planta baja, que presentan el mismo espesor que los de la planta piso, y la escalera de hormigón armado.

Además, se demolerá un muro de carga, de 60cm de espesor, colocado en la segunda crujía de la vivienda de manera perpendicular a la fachada, que separa la habitación del pasillo que lleva a la terraza de la vivienda, el cual no realiza ninguna función, sino que pertenecía a la vivienda colindante, pero que ahora forma parte de nuestra parcela. Posteriormente, se demolerá el muro que separa la cocina del pasillo que lleva al jardín de la vivienda, para disponer de mayor espacio en la vivienda. El espesor que presenta este muro es de 20cm aproximadamente.

En este capítulo, también reflejamos la abertura de huecos en las fachadas, tanto principal como posterior, debido al cumplimiento de la normativa para la iluminación de la vivienda. Además, se arrancaran todas las persianas, puertas y marcos de la vivienda con su posterior deposición en el contenedor.

Referente al terreno en contacto con el suelo, se utilizará un martillo neumático para demoler todo el solado de la vivienda, además de la terraza. Se desconoce el espesor de dicho solado, pero se quitara hasta llegar a la capa del terreno.

Una vez explicado las demoliciones que se van a realizar en la vivienda, se realizarán también la demolición de la coladuría y excusado existentes de la edificación. Ambos situados en el jardín de la vivienda. Se demolerán de manera que se dejara el terreno limpio de escombros para su posterior utilización como zonas de acopio o de trabajo. Todo lo explicado en este capítulo, está reflejado en la documentación gráfica anexa en el *"Anejo III: Documentación gráfica"*, que aporta este estudio de rehabilitación de vivienda unifamiliar entre medianera.

#### 4.2. Cimentación

La cimentación de la vivienda, se realizara una vez terminada la fase de demolición y la limpieza del solar. Para ello, se rebajara el nivel en el que se encuentra la vivienda, con una cota negativa aproximada de 40cm, desde el punto en el que se encuentra actualmente. De manera que al acceder a la vivienda desde el portal, no deba subirse ningún escalón más.

La excavación se realizara con medios mecánicos de tamaño reducido debido a la dificultad del acceso de una maquina más grande. El tiempo de excavación se verá aumentado debido a las condiciones actuales en las que se encuentra la vivienda. Para realizar el perímetro de las paredes, se utilizaran medios manuales para no dañar los muros de cargas, ya que serán utilizadas como soporte de la edificación.

Los escombros de tierras serán transportados con medios mecánicos siempre que se pueda, hasta un contenedor colocado en la vía pública, para posteriormente ser transportados hasta el vertedero. Una vez realizada la nivelación del terreno, se procederá a la excavación de la cimentación de la vivienda.

Cabe mencionar, que se utilizaran los mismos muros de carga existentes, los cuales no presentan cimentación sino que están dispuestos de manera empotrada en el terreno. No obstante, deberemos disponer de alguna zapata adicional de diferente tipología para soportar algunos elementos estructurales estudiados. Por lo tanto, deberán realizarse unas excavaciones en el terreno, para la colocación de una zapata aislada, una base para la losa de la escalera, y una zapata corrida bajo muro de carga.

Se dispondrá una zapata aislada, con unas dimensiones de 50x50cm y un canto de 30cm, de hormigón armado. Dicha zapata deberá ser el soporte sobre el terreno de un pilar metálico que se deberá disponer en la primera crujía para soportar la jácena de madera laminada encolada que sostiene el parte del forjado de techo planta baja. La jácena no puede ir empotrada en ambos lados porque atravesaría la escalera y no nos permitiría el acceso por la escalera a la planta piso. Por lo tanto, se realizara una excavación con medios mecánicos para una zapata de 50x50x40cm, teniendo en cuenta ya el hormigón de limpieza.

Dicha zapata será realizada con un hormigón armado, transportado desde central, con una resistencia característica de  $25 \text{ N/mm}^2$ , una consistencia blanda,  $20\text{mm}^2$ , como tamaño máximo del árido, y expuesta a un ambiente IIa. Por otra parte, el armado a utilizar será del tipo B500S. Dichos datos se han tenido en cuenta para la realización de los cálculos.

Por otra parte, se dispondrá una zapata corrida bajo un muro de carga de ladrillo cerámico, tipo H-20, que deberá soportar una pequeña jácena de madera laminada encolada, la cual había que colocarla para poder salvar la luz de una vigueta del forjado intermedio. La zapata corrida tendrá unas dimensiones de 50cm de ancho, 4.30m de longitud, que es la misma que el muro, y un canto de 30cm. La tipología del hormigón y del acero a utilizar para la construcción de la zapata corrida, será la misma que la utilizada para la zapata aislada. Por lo tanto, se realizara una excavación con medios mecánicos para una zapata de 430x50x40cm, teniendo en cuenta ya el hormigón de limpieza.

Finalmente, se deberá disponer una zapata aislada como base de la losa de escaleras, para poder soportar los esfuerzos. Dicha zapata tendrá un ancho de 50cm, una longitud de 115cm y un canto de 40cm.

Los cálculos se han realizados a partir de la resistencia del terreno, a partir del informe geotécnico, llegando a la determinación de una resistencia de  $3\text{Kg/cm}^2$ . Por lo que, los planteamientos para el diseño y dimensionado de la cimentación se considera válido.

#### 4.3. Pavimento en contacto con el terreno

El pavimento en contacto con el terreno, estará situado, como se ha mencionado anteriormente, a partir de una cota negativa de 40cm respecto el pavimento actual, por lo que se colocara sobre el terreno natural compactado.

Sobre la capa del terreno, irán diferentes capas para formar el solado de la vivienda. Estas capas están formadas por: una primera capa de machaca con un espesor de 15cm; y otra de grava, de 10cm de espesor, para evitar el ascenso por capilaridad de la humedad que hay en el terreno, y evitar así futuros problemas en la edificación.

Una vez colocadas las dos primeras capas, se dispondrá una capa separadora anti-punzonante, para colocar la lámina impermeable. Evitando así el contacto de la lámina impermeable con la capa de gravas y producir así su desgarro o punzonamiento.

Justo encima de la lámina impermeabilizante, se colocará un aislante térmico de 7cm de espesor, previa disposición de lámina separadora, para evitar incompatibilidades entre materiales. El aislante térmico actuara como base de la solera y producirá que el ambiente de la vivienda sufra pérdidas.

La solera de la vivienda está formada por una capa de compresión de hormigón armado, HA-25/B/20/IIa, de 5cm de espesor. El armado estará formado por una malla electrosoldada. Una vez tenemos dispuesta la solera, se dispondrán diferentes tipologías de baldosa en la vivienda para las estancias, mediante cemento cola.

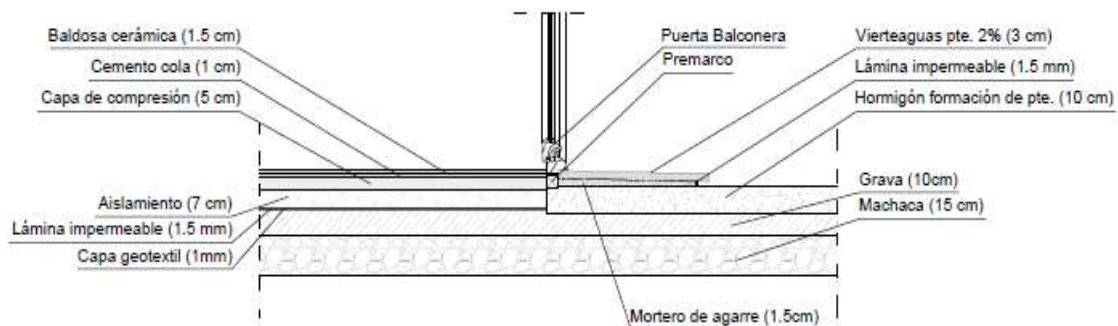
La vivienda estará formada por baldosas de gres porcelanito, con unas dimensiones de 30x30cm, y serán tomadas con un doble encolada de cemento cola tipo C2 y rejuntadas con lechada de cemento y arena tipo CG2, colocadas sobre la solera. El color de las baldosas será a elegir por el cliente.

No obstante, el solado de los baños de la planta piso y la planta baja de la vivienda, estarán formados por baldosa cerámica de baldosín catalán, con unas dimensiones de 20x20cm, tomadas con cemento cola tipo C1, y rejuntadas con lechada de cemento y arena tipo CG1, colocadas directamente sobre la solera, en el caso del baño de la planta baja. El color de las baldosas será a elegir por el cliente.

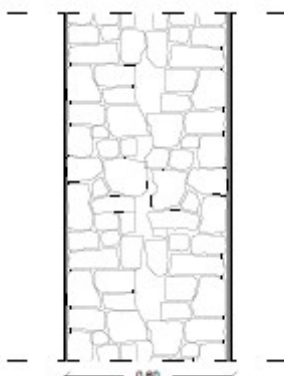
Para el pavimento de la terraza, se dispondrán las mismas capas que el pavimento de la vivienda, a excepción del aislante térmico, ya que no es de interés aislar el solado de una terraza descubierta. Para ello, se colocará una capa de hormigón aligerado con formación de pendientes y evacuar el agua, con una pendiente de 1.5%. La capa de hormigón será el acabado de la terraza.

Por otro lado, el jardín no presentara pavimento, por lo que se dejara la misma capa de tierra vegetal que aparece actualmente, realizando una limpieza del terreno.

Los detalles de construcción se verán reflejados en la documentación gráfica anexa en el "Anejo III: Documentación gráfica", que aporta este estudio de rehabilitación de vivienda unifamiliar entre medianera. No obstante, se dispone detalle del pavimento en contacto con el terreno:



#### 4.4. Muros estructurales



Los muros de carga a utilizar serán los mismos que aparecen actualmente. Éstos presentan un espesor de 60 cm, con un acabado exterior visto y un acabado interior enlucido y encalado. Estos son llamados muros de "paret verda". Están constituidos por dos capas verticales de piedra natural con un espesor cercano a los 30 cm, tomados con barro y tierra roja, y una zona intermedia, para juntar ambas capas, formada por barro, de manera que quede un bloque estructural rígido y resistente.

Al presentar un estado deteriorado, se realizará una reparación de la fachada principal y la fachada posterior de la vivienda, mediante

un picoteado y posterior relleno de los huecos entre las piedras que hayan quedado vacíos para darle más rigidez y estabilidad a las fachadas, ya que actúan de muros de carga. Estos huecos o desconches del muro se rellenarán con mortero transpirable, para que el agua que pueda absorber el muro por capilaridad, no se transforme en humedad y pueda transpirar hacia el exterior.

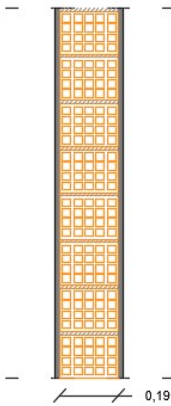
Por otro lado, el interior de la vivienda al estar enlucido y encalado con cal blanca, se deberá realizar un picoteado de toda la vivienda hasta llegar al muro.

Una vez realizado el picoteado y limpiado la zona de actuación, se realizará un enfoscado maestreado con mortero de cemento Portland y arena, que sea transpirable, al igual que la capa de pintura blanca al silicato, produciendo la transpiración del muro para reducir los problemas de humedad, ya presentes actualmente.

Como nuevo elemento constructivo, referente a muros de carga, se dispondrá un nuevo muro que separará la cocina de la sala de estar. Como se ha mencionado anteriormente, la zapata corrida deberá soportar los esfuerzos producidos por un muro de carga.

Este nuevo muro de carga estará formado por ladrillos cerámicos tipo H-20, con un espesor de 19cm, recibido con mortero de cemento Portland y arena con una dosificación de 1:4. Tendrá unos tres metros de altura y un acabado por ambas caras de un enfoscado maestreado con mortero de cemento Portland y arena, transpirable, y pintura blanca al silicato.

La longitud del muro irá en función del hueco a cubrir, que en este caso son 4.30m aproximadamente. Dicho muro debe ejercer de apoyo de una



jácena de madera laminada encolada donde descansan unas viguetas de madera que forman el forjado intermedio, es decir, el techo de la planta baja.

Cabe destacar que las zonas a tapiar de las fachadas, principal y posterior, se realizarán con la misma tipología del muro existente, es decir, del muro llamado "paret verda". Para ello, se deberán respetar los materiales utilizados en aquella época, y se utilizarán los aprovechados de alguna zona de demolición para apertura de un hueco, o se utilizarán de la misma tipología, para que no se aprecien distintos materiales, ya que las caras exteriores de la fachada son vistas.

#### 4.5. Forjados y cubierta

El forjado intermedio y la cubierta de este proyecto se van a demoler, por lo que se construirán de nuevo con unas características similares pero cumpliendo con la normativa vigente, y garantizando su estanqueidad, resistencia y rigidez, así como su estética y diseño.

La cubierta inclinada, forjado techo planta piso, tendrá una pendiente del 25%, que equivale a unos 15°. Su vertiente es a dos aguas, transportando el agua, entre las tejas, perpendicularmente a las fachadas.

La cubierta estará formada por viguetas de madera laminada encolada tipo GL24h, con una sección de 12x24cm, y tendrán la misma inclinación que debe llevar la cubierta. Éstas descansan sobre los muros de carga o sobre jácenas de madera laminada encolada de diferente sección a las viguetas. El encabezado de las viguetas, que descansen sobre los muros de carga, estarán protegidos por una lámina impermeable para que no estén en contacto con la humedad y sufran pérdidas de resistencia al ser dañadas por el agua.

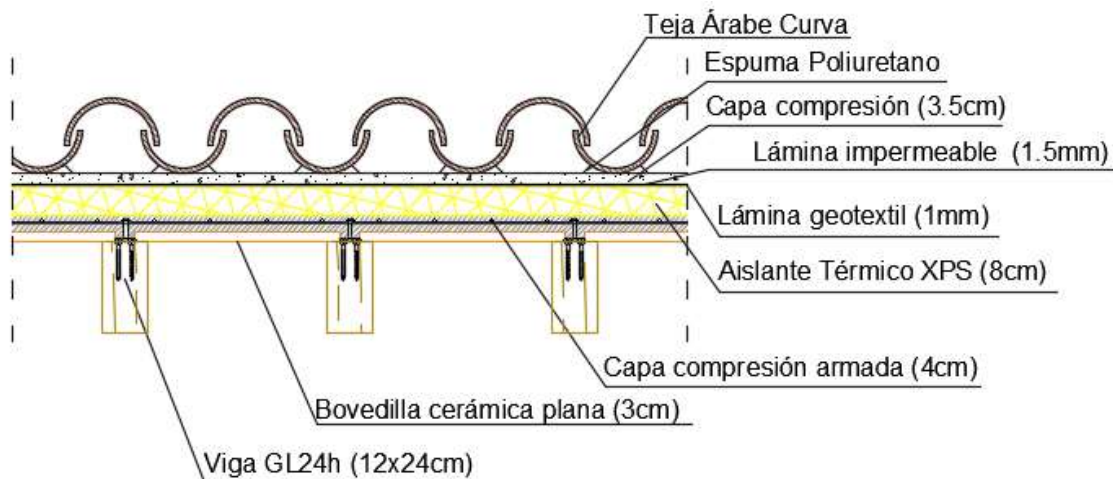
Una vez colocadas las viguetas, se colocaran bovedillas cerámicas planas machihembradas entre las viguetas, que presentan un intereje de 60cm. Posteriormente, se realizará una capa de compresión de hormigón armado de 4cm, a la que previamente se habrán colocado unos conectores para fijar las capas a las viguetas de madera, como punto de unión entre capas.

Cuando la capa de compresión haya cogido suficiente rigidez, se colocara una capa de aislante térmica de poliestireno extruido, con un espesor de 8cm. Sobre la capa de aislante, se dispondrá una capa separadora, geotextil, de 1mm de espesor para separar el aislante térmico de la lámina impermeable, evitando así su incompatibilidad química como materiales de construcción. La lamina impermeable, de 1.5mm de espesor, será una lámina asfáltica de betún elastómero y se dispondrá una vez colocada la capa separadora.

Posteriormente, sobre la lámina impermeabilizante, se colocara otra capa separadora, geotextil, para colocar una capa de compresión de hormigón con fibra para darle rigidez, homogeneidad y planeidad a la estructura. Esta capa de hormigón con fibra, tendrá un espesor de 3.50cm.

Una vez la capa de compresión de hormigón ligero tenga suficiente rigidez, se realizará la colocación de tejas fijadas con espuma de poliuretano. Las tejas serán cerámicas curvas, de tipología árabe, y con unas dimensiones de 50x22cm. También se realizará la colocación de tejas cumbreira y limahoyas, con las mismas dimensiones que las demás.

El detalle, en sección, de la cubierta está reflejada en el anejo III "Documentación gráfica", y los cálculos realizados están en el anejo I "Memoria de cálculos", en el cual se ha comprobado el cumplimiento de estados límites últimos y de servicio, y su resistencia al fuego.



El forjado intermedio, forjado techo planta baja, y tendrá la misma tipología de viguetas que la cubierta. Es decir, viguetas de madera laminada encolada, con una sección de 12x24cm, tipo GL24h. Éstas descansan sobre los muros de carga o sobre jácenas de madera laminada encolada de diferente sección a las viguetas.

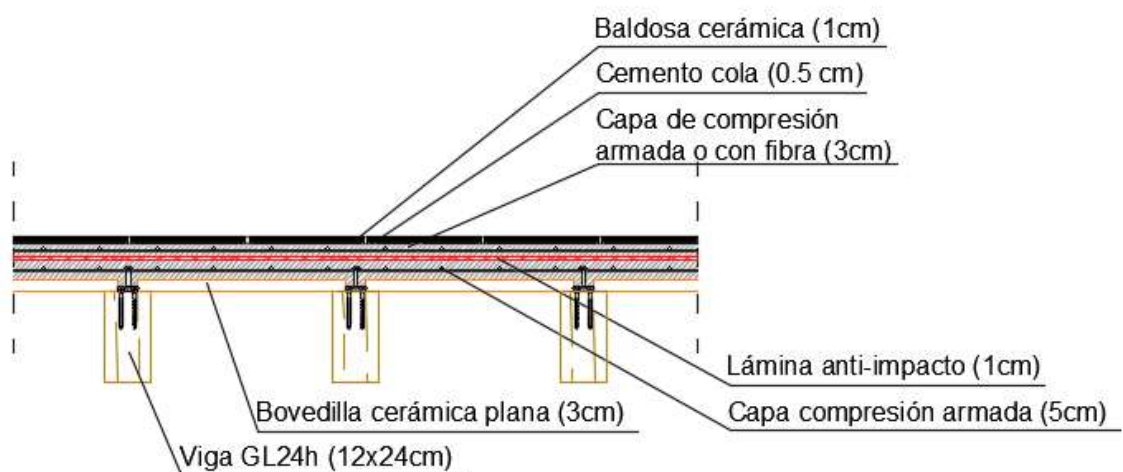
El encabezado de las viguetas, que descansen sobre los muros de carga, estarán protegidos por una lámina impermeable, al igual que las viguetas de la cubierta inclinada. También se dispondrá una capa de bovedillas cerámicas planas machihembradas sobre las viguetas, y tendrán el mismo interese que el de la cubierta, es decir, de 60cm.

Posteriormente, se realizará una capa de compresión de hormigón armado de 5cm, a la que previamente se habrán colocado unos conectores para fijar las capas a las viguetas de madera, como punto de unión entre capas.

Sobre la capa de compresión de hormigón armado, se colocará una lamina anti-impacto de 1cm de espesor, para reducir el ruido que se pueda producir entre plantas, aumentando así el confort en la vivienda. Una vez dispuesta la lamina anti-impacto, se realizara una nueva capa de compresión armado o con fibra, con un espesor de 3cm, para dar rigidez, homogeneidad y planeidad a la estructura.

Posteriormente, y una vez realizada la capa de compresión, y haya cogido rigidez, se dispondrá el solado de la planta piso, que en nuestro caso, será de baldosas cerámicas de gres porcelánico para toda la vivienda, excepto en los baños que serán de baldosas cerámicas de baldosín catalán, ambas tomadas con cemento cola, con un espesor de 0.50cm. Por otro lado, el espesor de las baldosas cerámicas será de 1cm.

El detalle, en sección, del forjado intermedio está reflejada en el anejo III "Documentación gráfica", y los cálculos realizados están en el anejo I "Memoria de cálculos", en el cual se ha comprobado el cumplimiento de estados límites últimos y de servicio, y su resistencia al fuego.





Una vez explicadas cada una de las capas que formaran el forjado techo de la planta piso (cubierta) y el forjado techo planta baja (forjado intermedio), se especifica que las jácenas de madera laminada encolada, tipo GL24h, dispuestas en la planta baja tendrán una sección de 25x30cm, e irán empotrados en uno de sus extremos, y apoyado en el extremo opuesto.

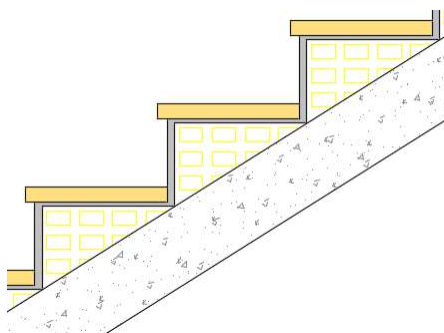
En la planta baja se dispondrán dos jácenas. Una se situara en la primera crujía, con una luz de 3.46m, e irá empotrada en una extremo y apoyada sobre un pilar metálico en el otro. La otra jácena, de 1.10m de luz, se dispondrá apoyada sobre un muro de carga de ladrillo cerámico, tipo H-20, y el extremo opuesto, estará empotrado en el muro de carga existente, formado de "pared verda".

No obstante, la jácena que forma parte de la planta piso, será de madera laminada encolada, tipo GL24h, y deberá tener una sección diferente, según los cálculos, debido a las cargas que debe soportar. La jácena tendrá una sección de 25x35cm, y una luz de 4.68m. Ésta jácena ira empotrada en ambos extremos en los muros medianeros y será donde apoyaran las viguetas de madera en su extremo más elevado.

El detalle, en planta, del forjado intermedio y de la cubierta están reflejados en el anejo III "Documentación gráfica", y los cálculos realizados están en el anejo I "Memoria de cálculos", en el cual se ha comprobado el cumplimiento de estados límites últimos y de servicio, y su resistencia al fuego, de todas las jácenas de la vivienda.

Por último, determinamos la construcción de una nueva escalera. Estará ubicada en el mismo lugar que la anterior, es decir, tendrá su salida en el vestíbulo de la planta baja, y dará acceso al distribuidor de la planta piso.

La escalera estará formada por una losa de hormigón armado, con un espesor de 15cm, vendrá fabricado de central y el acero tendrá una tipología B500S. El peldaño, no obstante, será de ladrillos cerámicos huecos. Las huellas tendrán una longitud de 28cm, y la contrahuella, de 17.77cm.



El ancho de la escalera será de 90cm y tendrá dos tramos y un descansillo. Esto es debido al poco espacio que quedaba entre la pared y el primer peldaño de la escalera, para hacerla de un solo tramo. Para ello, se ha dispuesto un tramo con peldaños de 90cm de ancho y una longitud de 6m, y otro tramo con peldaños de 1.15cm de ancho y una longitud de 0.50m. El descansillo tendrá unas dimensiones de 90x115cm.

#### 4.6. Acabados

Los acabados actuales de la vivienda unifamiliar son muy primarios, es decir, el solado tiene un acabado de hormigón prácticamente plano, y las paredes están enlucidas y encaladas, de manera que es un acabado homogéneo para toda la edificación. No obstante, las paredes exteriores tienen el acabado visto de la "paret verda".

Para la rehabilitación, se ha propuesto para el solado de la vivienda, un acabado de baldosa cerámico de gres porcelánico, de la serie Abadía (Grespania), con un acabado mate, y color a elegir por el propietario. Las baldosas se tomarán, mediante un doble encolado, con cemento cola, tipo C2, de color gris. Presentan unas dimensiones de 30x30x1cm. Las juntas entre baldosas serán abiertas y se realizarán con una lechada de cemento y arena, de la misma tonalidad que el color de la pieza.

Además, en las habitaciones o estancias que estén embaldosadas con gres porcelánico, se colocará un rodapié cerámico de la misma tipología que la baldosa, de 7cm de altura. Se tomará, al igual que la baldosa, con cemento cola, tipo C2, de color gris. Y, se realizarán las juntas con mortero de juntas tipo CG2, para una junta mínima, y de la misma tonalidad que la pieza.

No obstante, en los baños de la planta piso y la planta baja, se colocarán unas baldosas diferentes al resto de la vivienda. Estas baldosas serán cerámicas de baldosín catalán, con unas dimensiones de 20x20x1cm. Serán tomadas con cemento cola, tipo C1, de color gris. Las juntas entre baldosas serán abiertas y se realizarán con una lechada de cemento y arena, de la misma tonalidad que el color de la pieza.

Referente al acabado de los baños, se realizará un alicatado con baldosas de gres esmaltado, con unas dimensiones de 20x30x1cm. Éstas irán colocadas sobre una superficie previamente enfoscada, mediante cemento cola, tipo C2, de color blanco. Las juntas entre baldosas serán abiertas y se realizarán con mortero de juntas, tipo CG2, de la misma tonalidad que el color de la pieza.

Para la realización de las juntas, se utilizarán cruces, de manera que una vez haya secado el cemento cola de las baldosas, se procederá a la retirada de las cruces, que nos permiten que se mantengan las juntas abiertas, y se realizarán las juntas tanto del solado como del alicatado. El tipo de baldosa y el color serán elegidos por el propietario de manera que pueda variar la manera de colocación de las baldosas, pero no modificará el proceso de construcción, ya que solo cambiará el tamaño de la baldosa, y el color de las juntas y las baldosas.

Por otro lado, tenemos el acabado de los paramentos verticales de la vivienda, aun no mencionados, excepto el de los baños. Para realizar el acabado de las paredes interiores, se realizará un enfoscado maestreado con un acabado superficial fratasado, mediante un mortero de cemento Portland y arena, con una dosificación 1:4. Este mortero tendrá la característica de ser transpirable, ya que se aplicará sobre muros de carga de "pared verda" y de ladrillo hueco. El enfoscado se aplicará en todas las paredes interiores de la vivienda, incluidos los baños.

Posteriormente, sobre las paredes enfoscadas, sin tener en cuenta los baños que irán alicatados, se aplicará un enlucido de yeso para dar planeidad a las paredes, previa colocación de mallatex para cambio de material, y se pintarán con pintura al silicato de color blanco, con un acabado liso. La pintura se aplicará mediante brocha o rodillo sobre el enlucido. Al ser al silicato, nos proporciona transpiración a las paredes, previniendo los desconchones por humedad que puedan aparecer.

En cuanto a paramentos horizontales, se realizarán falsos techos de placas nervadas de escayola, con unas dimensiones de 100x60cm. Estarán colgadas del techo mediante estopadas, y tendrán el canto recto y un acabado liso. Las habitaciones donde se van a disponer las placas

serán la cocina, la despensa, el distribuidor de la planta baja, el baño de la planta piso, y el baño de la planta baja.

Además, se deberá prever, al realizar la construcción del falso techo, la colocación de una junta elástica perimetral con cinta de papel y una banda de poliestireno, entre las placas y el paramento vertical, dejando así una distancia aproximada de 5mm entre placa y paramento.

El acabado de los paramentos horizontales, se igual que el de los paramentos verticales, es decir, con una pintura al silicato de color blanco sobre un enlucido de yeso, previa colocación de mallatex para cambio de material. No obstante, las estancias o habitaciones que no tengan falso techo, deberá realizarse una enfoscado a buena vista entre las viguetas de madera, de mortero de cemento Portland y arena, con una dosificación 1:4, y con un acabado superficial fratasado, de manera que puedan ser enlucidas y pintadas posteriormente.

Se tendrá especial cuidado a no pintar las viguetas ni mancharlas con material de construcción. Y se realizará una limpieza general por la suciedad que puede provocar el pintado y el enyesado de la vivienda. Las viguetas recibirán un tratado de autoclave antes de ser colocadas de manera que no se vean afectadas por insectos, humedad, o alguna patología que pueda existir.

En cuanto a la escalera, tendrá los peldaños revestidos mediante un forrado de piezas cerámicas de barro cocido, tipo bocel, con unas dimensiones iguales al tamaño de cada peldaño. Irán tomadas con mortero de cemento Portland y arena, con una dosificación 1:6. No obstante, la tabica, o contrahuella, del peldaño ira enlucida y pintada como las paredes de la vivienda.

Por otro lado, las ventanas dispondrán de vierteaguas de piedra Santanyi, con unas dimensiones de cada pieza de 25x3cm. Por lo que algunas piezas irán cortadas a medida, ya que el muro de carga tiene un ancho de 60cm. Además, las piezas llevaran una cierta inclinación, para expulsar hacia el exterior el agua que pueda caer sobre ellas, irán provistas de goterón.

No obstante, las puertas irán provista de umbrales de piedra Santanyi, con unas dimensiones de 25x3cm, cada pieza. Por lo que algunas piezas irán cortadas a medida, ya que el muro de carga tiene un ancho de 60cm.

Como acabado de la encimera de la cocina, se colocara una pieza de granito Sudáfrica color negro, con unas dimensiones de 510x60x2cm. Llevará una faja en el borde inferior de 7cm pegada con un canto biselado y rodapié. En cuanto a la encimera de los baños, serán de mármol color marfil, con unas dimensiones de 100x60x3cm. Incluirá rodapié. Ambas encimeras, llevaran los agujeros del fregadero, en el de la cocina, y el del lavabo, en el de los baños, desde fábrica.

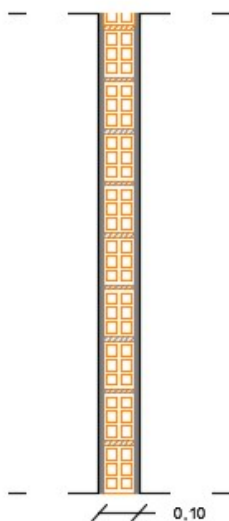
Referente al acabado exterior, se mantendrá el acabado actual, es decir, los muros de carga de las fachadas quedaran a cara vista, la zona exterior. Este acabado, será de piedras naturales colocadas entre sí, y tomadas con mortero de cemento Portland y arena, de manera que tendrá una acabado rustico como el que presenta actualmente. Estas paredes serán reparadas al tener varios desconchones en los huecos entre las piedras, y evitar así que éstas puedan desprenderse del muro.

Las paredes medianeras exteriores, del jardín y terraza, tendrán el acabado actual. Algunas presentan un acabado de marés visto, y otras son de "paret verda" como los muros de carga de la vivienda. En cuanto al solado, la terraza tendrá un acabado de hormigón, ya explicado anteriormente. Y el jardín tendrá la misma capa de tierra vegetal que presenta actualmente.

Para más información del estado actual, puede consultarse el anejo de "Fotos de Estado Actual" que presenta este estudio de rehabilitación de vivienda unifamiliar entre medianeras.

#### 4.7. Tabiquería

La tabiquería actual de la vivienda es de piezas de marés muy delgadas, con un acabado enlucido y encalado. Pero como se ha mencionado en el apartado de demoliciones, se retiran todos los tabiques existentes de la edificación y sus escombros serán llevados al contenedor.



La nueva construcción de tabiques se realizará con piezas de ladrillo cerámico hueco doble, tipo súper H-6. Serán tomadas con mortero de cemento Portland y arena, con una dosificación de 1:4. Estos ladrillos tendrán unas dimensiones de 33x19cm, y un espesor de 8cm. Los tabiques tienen la función de separar estancias dentro de una edificación.

El acabado de los tabiques, como ya se ha dicho, será de un enfoscado maestreado, colocación de mallatex y posteriormente enlucido y pintados, por ambas caras, excepto en la de los baños que irán alicatadas. Su espesor final será aproximadamente de 10cm, teniendo en cuenta todas las capas aplicadas sobre el ladrillo hueco.

El método de construcción de la tabiquería, será colocando una banda perimetral en los laterales y en el suelo, sobre la capa de compresión, donde se empezará la construcción del tabique replanteado anteriormente. Esta banda perimetral sobresaldrá un centímetro por cada lado del ladrillo, y esta banda es colocada para absorber las dilataciones del tabique, y que no produzca grietas por no tener espacio de dilatación.

Una vez colocada la banda perimetral, se comenzará a levantar el tabique con una capa de mortero y una hilada de ladrillos. Los ladrillos se irán colocando mediante traba entre hileras, respetando la plomada del tabique, para que al llegar hasta el techo, no se encuentre desviado del punto de partida del tabique.

Los ladrillos no llegarán completamente hasta el techo sino que se dejara un pequeño espacio, de entre 1 y 1.5cm, para que si el forjado superior descendiera o flechara un poco, no descansara sobre el tabique produciendo un agrietamiento en éste. Para finalizar el espacio entre forjado y tabique, se utilizará una banda de papel para que posteriormente quede tapada con la capa de enlucido.

Una vez realizado el tabique, y secado el mortero, se limpiarán las juntas para que queden lisas y se puedan realizar las capas pertinentes de cada tabique, explicadas anteriormente.

#### 4.8. Instalaciones

Las instalaciones actuales de la vivienda pueden considerarse nulas. Para ello, se ha estudiado la posibilidad de disponer una nueva instalación, cumpliendo con los requisitos exigidos por el Código Técnico (CTE), de manera que su instalación sea viable. Los cálculos, de cada instalación, realizados para para ello se pueden ver reflejados y explicados en el anejo I: *"Memoria de cálculo"*.

##### 4.8.1. Fontanería

La edificación entre medianeras a estudiar, no presenta ningún tipo de red de agua sanitaria. Las habitaciones húmedas de la vivienda, es decir, la cocina y el excusado exterior, no tienen ningún elemento por el cual se le pueda suministrar agua potable. Además, tampoco cuenta con ningún sistema de calentamiento de agua, por lo que se supone inexistente.

Por lo tanto, una vez realizado el dimensionado de la instalación de suministro de agua, se abastecerá a la vivienda desde la red de distribución pública que aparece en el vial de la fachada principal. Cabe destacar, que la red pública reúne las condiciones suficientes de caudal y presión para la nueva instalación de suministro de agua dimensionada, haciendo innecesaria la colocación de un grupo de presión.

Siguiendo las pautas generadas por la normativa (CTE), más concretamente, el apartado 3 del documento básico de salubridad, apartado 4, suministro de agua; se ha previsto el suministro de agua mediante una acometida con un contador individual del cual saldrá una derivación individual hacia el interior de la vivienda, y que distribuirá el agua mediante ramales hasta sus destinos asignados.

La instalación de la red general de distribución hasta el contador, y la red de agua caliente sanitaria así como la de agua fría sanitaria, se realizara con tubos de polietileno, con un diámetro especificado en los cálculos del anejo I. Las tuberías interiores transcurrirán por los falsos techos de las habitaciones húmedas. En el caso del baño de la planta piso, transcurrirán por un patinillo realizado a propósito para las bajantes situado en la cocina, ya que se encuentra a una altura aproximada de 3m. Para el descenso de la tubería hasta el elemento sanitario se realizaran regatas en los muros y colocarán de manera que haya los menores cruces posibles entre ellos.

Se colocará una llave de paso general de la vivienda, así como una llave de paso en cada habitación húmeda y antes de cada aparato sanitario. Todo se verá reflejado en el anejo III: *"Documentación gráfica"*, de este estudio de rehabilitación.

La producción de agua caliente sanitaria, se realizara mediante la colocación de dos placas solares en la cubierta, calentando el agua de un depósito de 100L, junto con un termo eléctrico situado en el baño de la planta baja, debajo la losa de la escalera.

Se ha estudiado la posibilidad de realizar una pequeña estancia en la terraza, y sustituir el termo eléctrico por una caldera estándar, de gasoil para potenciar más la calefacción y el agua caliente de la vivienda, y reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ayudando a una rehabilitación energética de la vivienda.

Referente a los aparatos sanitarios de la vivienda, al no presentar ninguna la del estado actual, se proporcionarían aparatos estándares, pudiendo ser cambiados por el propietario, dentro de las posibles modificaciones que pueda sufrir este estudio, en cuanto a cálculos.

#### 4.8.2. Electricidad

La instalación eléctrica existente en la vivienda está realizada mediante un cable eléctrico aéreo, que transcurre por la fachada principal hasta el interior de la vivienda. Actualmente, no aparece contador en la vivienda y la instalación se encuentra en mal estado, además de no cumplir con la normativa de aplicación actual, el REBT. El cableado interior está dispuesto de manera vista, y solo algunas estancias de la vivienda presentan un punto de luz para su iluminación, aunque no haya corriente actualmente.

La normativa vigente, es decir, el Reglamento Electrónico de Baja Tensión (REBT), nos indica que se deben cumplir unos mínimos para obtener electricidad de la empresa suministradora. Para ello, se debe realizar una instalación eléctrica para iluminación y tomas de corriente para los aparatos de las diferentes estancias de la vivienda.

Se ha proyectado un grado de electrificación elevado, para contratar una potencia de 9200W con un voltaje de 230V. Se ha determinado este tipo de electrificación, porque siguiendo las pautas del REBT, una electrificación básica solo puede tener cinco circuitos básicos, y en nuestro caso tenemos diez circuitos.

La instalación eléctrica esta formada por una acometida que vendrá conectada de manera subterránea, siguiendo lo reflejado en el ITC-BT-11: *“Redes de distribución de energía eléctrica”*. Después viene la caja general de protección (CGP), que ira conectada a la red de distribución de la compañía eléctrica y se colocara en el exterior de la vivienda, más concretamente en una hornacina en la fachada principal, determinado por la ITCBT-13: *“Cajas Generales de Protección”*.

Posteriormente, viene la fase de derivación individual, que será la conexión de enlace entre la CGP y los dispositivos individuales y generales. Esta derivación estará formada por conductos aislados en el interior de tubos enterrados, llevando los cables hasta los diferenciales. Todo viene determinado en la ITC-BT-15: *“Derivaciones Individuales”*. Las canalizaciones a utilizar serán cables unipolares de cobre, aislados con tubos protectores de PVC, y con una tensión asignada de 450/750V.

Los dispositivos generales e individuales, junto con el interruptor de control de potencia, se ubicaran detrás de la puerta de la fachada principal, en el muro medianero. De aquí se dispondrá los diez circuitos separados y transportados por tubos diferentes, formados por un cable neutro, uno de fase y uno de protección. Partiendo del cuadro general de distribución, alimentan cada uno de los puntos de utilización de energía eléctrica.

La instalación eléctrica se realizara con tubos flexibles de PVC, y los cables estarán preparados para no propagar el fuego en caso de incendio y con emisión de humos. Se cumplirán las condiciones determinadas en la ITC-BT-27: *"Instalaciones interiores en viviendas"*, en el cual, para baños y lavabos habrá una clasificación de volumen, elección e instalación de materiales eléctricos.

Toda masa metálica importante estará conectada a la toma tierra. Las masas eléctricas accesibles de los aparatos eléctricos serán receptores de la toma a tierra. Todos los calculos y verificaciones están reflejados en el anejo I: *"Memoria de cálculo"*.

#### 4.8.3. Saneamiento

La instalación de evacuación de aguas residuales es inexistente en la vivienda actual. No aparece ninguna instalación conectada a la red general, y además, no cuenta con ninguna fosa séptica para depositar las aguas fecales. La vivienda actual tampoco presenta ningún baño dentro de la vivienda, sino que aparece un excusado situado al final de la parcela en una edificación existente pero sin estar conectada a ninguna evacuación.

La instalación de evacuación de aguas residuales se realizara mediante tubos enterrados en zanjas, para transportar las aguas fecales hasta la red de evacuación pública. Los colectores horizontales tendrán una pendiente aproximada del 2%, cumpliendo así con la normativa vigente, es decir, el apartado 3 del documento básico de salubridad del CTE: *"Evacuación de aguas"*.

Por otra parte, la vivienda presenta una evacuación de aguas pluviales, realizada con canalones y bajantes de PVC. En el caso de evacuación de la vertiente hacia la zona trasera de la parcela, el agua iba directa a la cisterna. La otra vertiente, llevaba el agua por la bajante hasta el vial, expulsándola sobre él.

La nueva instalación de evacuación de aguas pluviales, estará realizada con piezas de barro cocido, al igual que las bajantes. La vertiente de la fachada principal transportará el agua hasta el canalón, y la bajante la expulsará sobre el vial. La bajante ira empotrada en el muro de carga desde una altura de dos metros hasta su evacuación sobre el vial.

No obstante, la vertiente de la fachada posterior, recogerá el agua para llevarla hasta el canalón, y la bajante la expulsara sobre la terraza, que mediante su pendiente, el agua se ira por los dos sumideros, y será transportada mediante un colector hasta evacuarla sobre el vial. Los colectores horizontales tendrán una pendiente aproximada del 2%, cumpliendo así con la normativa vigente, es decir, el apartado 3 del documento básico de salubridad del CTE: *"Evacuación de aguas"*.

#### 4.8.4. Renovación aire interior

La vivienda actual no presenta ningún tipo de refrigeración ni las condiciones establecidas, por la normativa vigente (CTE), en cuanto a una ventilación continua. Para ello, se han realizado los cálculos pertinentes, según CTE, de las necesidades de admisión y extracción del aire interior. Los cálculos pueden verse reflejados en el anejo I: *"Memoria de cálculo"*.

Cabe destacar, que será necesaria la ayuda del propietario o cliente para realizar una ventilación puntual de la vivienda para que el aire interior se renueve y prevenir la aparición de humedades en el interior.

La normativa nos establece un mínimo para la ventilación de viviendas para evitar la acumulación de los contaminantes que se producen de manera habitual, garantizando unas buenas condiciones de confort y evitando el deterioro de la edificación. Se utilizarán los cálculos establecidos por el CTE para dimensionar los conductos y aperturas, para garantizar la extracción del aire contaminado.

El sistema elegido para la ventilación de la vivienda será un sistema híbrido. Este sistema funciona como ventilación mecánica en condiciones adversas y ventilación natural en condiciones favorables.

En el caso de la ventilación natural, el transcurso del aire es producido por la temperatura y el viento. El primero provoca que la diferencia entre temperaturas exteriores e interiores, el transcurso del aire caliente suba hacia arriba, y el aire frío se coloque en la zona baja, debido a su densidad. No obstante, el viento produce una diferencia de presión entre la zona de expulsión y la fachada, provocando el movimiento del aire natural.

Para las aperturas de admisión de aire, se utilizarán aperturas fijas en la carpintería de madera porque deben estar comunicadas con el aire exterior. Se colocará un sistema de manera en la carpintería en contacto con el exterior de manera que deje transcurrir el aire, pero sea estancos al agua, al polvo y a los insectos. En el caso de las habitaciones, las aperturas serán menores que las demás pero también dejarán transcurrir el aire exterior hacia el interior para renovarlo.

Las aperturas de paso, permitirán la circulación del aire entre las diferentes estancias de la vivienda. Para ello, se prevé dejar un hueco entre el preñarlo y el marco, el cual quedará oculto por los tapajuntas, para posibilitar la circulación del aire. En nuestro caso, se dejará una holgura entre las puertas y el pavimento de 3mm aproximadamente, y 1mm en todo el perímetro de la hoja de la puerta.

Para las aperturas de extracción del aire, se han colocado o dimensionado unos shunts, realizados con ladrillos cerámicos y aislante térmico hasta llegar a la cubierta para expulsar el aire. Irán colocados de manera que no interceptarán ninguna parte de la estructura, sino que dejando un par de bovedillas cerámicas planas sin colocar, de manera que el conducto vaya desde la estancia pertinente hasta la cubierta, saliendo un metro por encima del nivel de las tejas.

El baño de la planta estará dotado con una apertura de extracción, la cual tendrá una apertura en el falso techo y en otro lado dispondrá de un mecanismo de ventilación forzado silencioso para ayudar a la extracción del aire en caso de una condición adversa. Dicho aparato electrónico se pondrá en marcha al encender la luz del baño, pudiendo desconectarse en caso de querer el propietario.



El baño de la planta piso también tendrá una apertura de extracción, con una apertura en el falso techo, y también un mecanismo de ventilación forzado. No obstante, este baño dispone de una ventana de 80cm<sup>2</sup>, y el baño de la planta baja no, lo que nos produce que ambas ventilaciones estén perfectamente cubiertas.

La cocina debe disponer de un extractor adicional específico para la ventilación con extracción mecánica para los vapores de la cocción. Los extractores deben estar dimensionados de acuerdo con el caudal mínimo exigido por el CTE, que es de 50 L/s. Previo a los extractores de la cocina se ha dispuesto un filtro de grasa y aceites, que deberá limpiarse cada cierto tiempo.

Todos los elementos y ubicación de los conductos pueden verse reflejados en el anejo III: *"Documentación gráfica"*.

#### 4.8.5. Telecomunicaciones

Como es normal, la vivienda a estudiar no presenta ningún tipo de instalación de telecomunicaciones, por lo que se dotara de un dimensionado para una instalación para poder tener tanto televisión como teléfono en cualquier punto de la vivienda.

Para ello, se ha previsto su instalación reflejado en los planos en el anejo III: *"Documentación gráfica"*.

#### 4.8.6. Calefacción

La vivienda actual no dispone de ninguna instalación para calentar la edificación. Solo disponen de una chimenea, de la cual debían realizar fuego para poder tener calefacción y poder cocinar.

Como el municipio de Campanet no dispone de instalación pública de gas natural, se ha optado por utilizar otros recursos para realizar los cálculos de calefacción de la vivienda. Se ha determinado que la cocina tendrá vitrocerámica, y que la producción de agua caliente se utilice una caldera o un termo eléctrico.

Para ello, se han realizado cálculos si ha estudiado tres posibilidades para dotar a la vivienda de calefacción. Uno de los sistemas calculados es disponer radiadores eléctricos en sala de estar y en los dormitorios, y una caldera mixta eléctrica.

Otro sistema estudiado para la calefacción de la vivienda, es disponer radiadores pero suministrados por una caldera estándar de butano. Lo cual nos obligaría a realizar una caseta en la terraza para disponer la caldera, y que expulsara los vapores que produzca. Y si se realizara, se contemplaría disponer el termo de gas butano también dentro de la caseta.

Y como último recurso, se contempla la opción de disponer splits en las estancias anteriormente mencionadas, para la calentar las habitaciones y además tendríamos la opción de poder refrigerarlas.

Todas las opciones tienen el inconveniente que para cubrir correctamente la estancia de calor, se deben utilizar máquinas de mucha potencia. En el caso de radiadores tienen que ser muy grandes y no garantizan la cobertura de calefacción. En el caso de los splits, tendrían que disponerse varios y de mucha potencia, además de tener el problema de la habitación 1 que se deberían llevar los conductos hasta la fachada posterior. Los cálculos pueden verse reflejados en el anejo I: *"Memoria de cálculo"*.

#### 4.9. Carpintería de madera

La carpintería de la vivienda es de madera lacada con el color natural del propio material. Presenta dos puertas de acceso, puertas de paso, cuatro ventanas y persianas, de tipología mallorquina, en algunas ventanas. Todos los huecos cubiertos por carpintería de madera son de diferentes dimensiones.

La puerta principal, situada en la fachada principal para acceder a la vivienda, es la que presenta mayores dimensiones, 1.58x2.90cm. La otra puerta de acceso, está situada en la fachada posterior de la vivienda, con unas dimensiones de 0.92x2.10cm, da acceso al jardín de la vivienda. Ambas puertas son de madera lacada y serán sustituidas por unas nuevas del mismo material pero de diferente tipología.

La puerta principal tendrá las mismas dimensiones, pero tendrá dos hojas de tablero aglomerado, chapadas con pino país y con la moldura recta. Los galces serán de MDF rechapados de pino país y el precerco de pino país. No obstante, la puerta de acceso al jardín, será de madera de pino país barnizada, y preparada para un doble acristalamiento con vidrio estándar, de 4/8/6.

Las ventanas actuales serán sustituidas por otras con diferentes dimensiones y diferente tipología de material. Las actuales presentan unas dimensiones muy pequeñas que provocan la escasa luz dentro de la vivienda, y cumpliendo con la normativa vigente, se aumentan el número de huecos y sus dimensiones.

La ventana de la sala de estar, se sustituye por una puerta practicable de dos hojas, con unas dimensiones de 2.10x1.50m, de madera de pino país barnizada, y preparada para un doble acristalamiento con vidrio estándar, de 4/8/6.

La ventana de la cocina, se sustituye por una ventana practicable de dos hojas, con unas dimensiones de 1.00x1.20m, de madera de pinos país barnizada, y preparada para un doble acristalamiento con vidrio estándar, de 4/8/6.

La ventana del dormitorio 1 de la planta piso, se sustituye por una ventana practicable de dos hojas, con unas dimensiones de 1.00x1.10m, además de disponer otra de iguales dimensiones. Ambas serán de madera de pinos país barnizada, y preparadas para un doble acristalamiento con vidrio estándar, de 4/8/6.

En el dormitorio 2 de la planta piso, no aparece ninguna ventana del estado actual, por lo que se realizara el hueco pertinente, con unas dimensiones de 0.80x1.00m. Se dispondrá una ventana practicable de dos hojas, de madera de pinos país barnizada, y preparada para un doble acristalamiento con vidrio estándar, de 4/8/6.

La ventana del dormitorio 3 de la planta piso, se sustituye por una puerta practicable de dos hojas, con unas dimensiones de 2.00x1.50m, de madera de pino país barnizada, y preparada para un doble acristalamiento con vidrio estándar, de 4/8/6.

La ventana del baño de la planta piso, se sustituye por una ventana practicable de dos hojas, con unas dimensiones de 0.80x1.00m, de madera de pinos país barnizada, y preparada para un doble acristalamiento con vidrio estándar, de 4/8/6.

Por otro lado, las puertas de paso dispuestas en el interior de la vivienda, serán ciegas, tipología castellana, y con las dimensiones de cada hueco que deban cubrir. La mayoría son practicables, a excepción del baño de la planta baja que será corredera. Todas serán de madera maciza de pino melis y barnizadas, con precerco, galces macizos, y tapajuntas macizos de madera pino país.

Las contraventanas, serán persianas tipo mallorquinas, con unas dimensiones iguales a la ventana a proteger, barnizadas y con lamas fijas de manera que pueda pasar el aire y la claridad y no la luz solar.

Todas las ventanas, puertas y persianas estarán dispuestas de herrajes de cierre y herrajes de colgar. El material de los herrajes será de acero y serán tratados con un sistema de protección para evitar la posible aparición de oxidación.

#### 4.10. Carpintería de acero

La estructura de acero que se va a disponer en la vivienda será mínima. El único elemento constructivo que se va a disponer va a ser un pilar metálico tipo HEB100, según los cálculos realizados en el anejo I: *"Memoria de cálculo"*.

El pilar metálico va estar anclado a un zapata aislada mediante una pletina como punto de unión. Es decir, sobre la zapata se atornillará una pletina de acero con cuatro puntos de anclaje. Esta pletina tendrá unas dimensiones de 20x20cm y un espesor de 12mm. Sin embargo, el pilar ira soldado a la pletina, prácticamente en todo su perímetro.

El pilar, que tendrá aproximadamente 3 metros de altura, dispondrá de un perfil UPN en su cabeza para que la jácena de madera laminada, apoye sobre el perfil y se atornille por ambas partes.

El acabado del pilar podrá ser visto, pintado con una pintura antioxidante, en toda su longitud, o podrá quedar oculto mediante un encajonado, según prefiera el propietario. Incluso se puede disponer una acabado imitación madera para que no tenga un impacto visual con el estilo rustico que se intentará mantener en la vivienda.

Por otro lado, se dispondrán dos tipos de barandillas de acero. La primera irá de forma inclinada para proteger parte de la escalera que no tiene muro. Ésta empezará desde el peldaño de arrancada de escalera y seguirá su transcurso hasta llegar al muro que separa la escalera del baño de la planta baja. Ira provista de barrotes y un pasamanos redondo, cumpliendo con las dimensiones exigidas por el CTE.



Y la otra barandilla o barrera de protección, estará situada entre la ventana y persiana mallorquina de la habitación 3 de la planta piso, para evitar la caída de altura de cualquier persona, ya que la altura es considerablemente importante para provocar algún accidente grave. También ira provista de barrotes, con un pasamanos redondo, además de ir anclada en ambos lados al muro de carga de manera que no haya la opción de desprendimiento de ésta.

## 5. CUMPLIMIENTO DE NORMATIVAS

**CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN:** A continuación se citan los documentos básicos, cuyas prestaciones se tienen en cuenta en este proyecto.

- DB SE: Documento básico de seguridad estructural
  - o SE – AE: Acciones en la edificación
  - o SE – C: Cimientos
  - o SE – A: Acero
  - o SE – F: Fábrica
  - o SE – M: Madera
  
- DB SI: Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio
  
- DB SUA: Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad
  
- DB HS: Documento Básico de Salubridad
  - o HS – 1: Protección frente a la humedad
  - o HS – 2: Recogida y evacuación de residuos
  - o HS – 3: Calidad del aire interior
  - o HS – 4: Suministro de agua
  - o HS – 5: Evacuación de aguas
  
- DB HE: Documento Básico de Ahorro de Energía
  
- DB HR: Documento Básico de Protección frente al Ruido

**INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE-08):** Con comentarios de los miembros de la comisión permanente del hormigón.

### **NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE (NCSE-02)**

**REGLAMENTO ELECTROTECNICO DE BAJA TENSION (REBT) – RD 842/2002:** Cumplimiento de las prescripciones del reglamento electrotécnico de baja tensión y las instrucciones técnicas complementarias ITC.

**REGLAMENTO DE INSTALACIONES TERMICAS (RITE) – RD 1027/2007:** Cumplimiento de las prescripciones del reglamento de instalaciones térmicas y las instrucciones técnicas complementarias ITC.



**REAL DECRETO DE TELECOMUNICACIONES (RD 346/2011)**: Cumplimiento de las prescripciones de la ley de infraestructuras comunes de los edificios para acceso a los servicios de telecomunicaciones.

**REAL DECRETO DE HABITABILIDAD (RD 145/1997)**

**REAL DECRETO DE ACCESIBILIDAD Y SUPRESIÓN DE BARRERAS ARQUITECTÓNICAS (RD 110/2010)**

**REAL DECRETO LEGISLATIVO (RD 2/2008)**: Texto refundido de la Ley del Suelo

**LEY 38/1999**: Ordenación de la Edificación

**NORMATIVA SECTORIAL DE APLICACIÓN EN LOS TRABAJOS DE EDIFICACIÓN**

**NORMAS SUBSIDIARIAS DEL MUNICIPIO DE CAMPANET**

## 6. ANEJO I: MEMORIA DE CÁLCULO

### 6.1. Instalación fontanería

Los cálculos de la instalación de agua fría sanitaria y agua caliente sanitaria se realizarán a partir de las exigencias del Código Técnico de la Edificación, en el apartado de Salubridad, suministro de agua.

Para el cálculo de la presión necesaria que necesita la vivienda procederemos a determinar el caudal que consume cada elemento y determinando así el tipo de caudal instalado:

Caudal instantáneo mínimo ( $Q_i$ )

Aparato	Caudal (l/s)	
Cisterna WC	0,10	
Lavabo	0,10	Baño PB
Ducha	0,20	
Bidet	0,10	
Lavadora	0,20	Despensa
Fregadero	0,20	Cocina
Lavavajillas	0,15	
Cisterna WC	0,10	Baño PP
Lavabo	0,10	
Ducha	0,20	
Bidet	0,10	
Termo	0,30	Termo
Grifo Aislado	0,15	Jardín

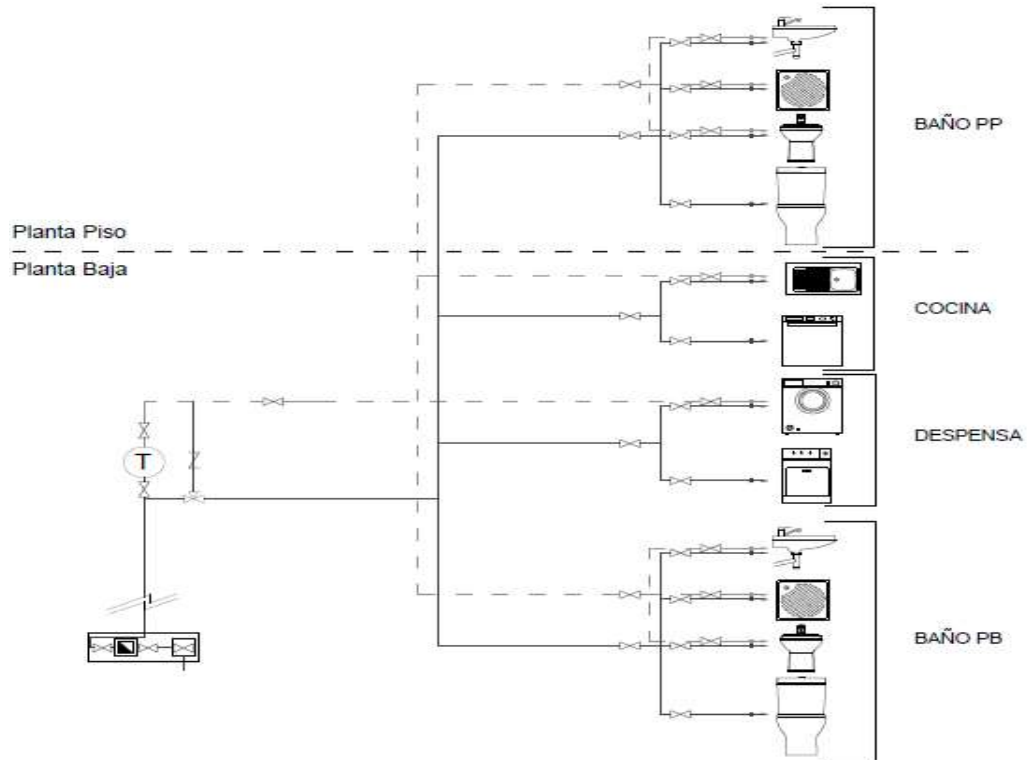
Tipo	Caudal instalado
<b>A</b>	$Q < 0,6 \text{ l/s}$
<b>B</b>	$0,6 \text{ l/s} \leq Q < 1 \text{ l/s}$
<b>C</b>	$1 \text{ l/s} \leq Q < 1,5 \text{ l/s}$
<b>D</b>	$1,5 \text{ l/s} \leq Q < 2 \text{ l/s}$
<b>E</b>	$2 \text{ l/s} \leq Q < 3 \text{ l/s}$

Total caudal                      2,00

Por lo tanto, según la cantidad de elementos que tengamos en la vivienda y el caudal que nos exige cada uno de los elementos, determinaremos el tipo de vivienda que tenemos. En nuestro caso, tenemos un caudal de 2,00 L/s, por lo tanto, trabajaremos con una vivienda tipo E ( $2,0 \text{ L/s} \leq Q < 3,0 \text{ L/s}$ ).

Para la obtención del caudal instantáneo, deberemos hacer el producto entre el caudal obtenido por el número de elementos y el coeficiente de simultaneidad. Cabe mencionar, que el cálculo se ha realizado a partir de una presión final de 10 atm, que es lo que necesita el contador para poder tener una presión suficiente en el último grifo de la instalación teniendo todos los demás en funcionamiento. Por lo tanto:

$$Q_V = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \cdot Q_{INST}$$



Para comenzar a calcular los caudales y las presiones necesarias en cada punto, primera realizaremos los cálculos de los caudales por tramos, empezando por el final para ver que presión necesitamos a partir del contador.

TRAMO D – E: Este tramo corresponde al baño de la planta piso formado por un bidet, un urinario, un lavabo, y un plato de ducha ( $Q_{INST} = 0.50 \text{ L/s}$ ).

$$Q_V = \frac{1}{\sqrt{4 - 1}} \cdot 0.50 = 0.29 \text{ L/s}$$

TRAMO C - D: Este tramo corresponde a la cocina formado por un lavavajillas y un fregadero. A todo esto, cabe tener en cuenta la altura que debe subir la instalación para llegar al baño de la planta piso, por lo que necesitara más presión. En este caso, se deberán sumar 3 unidades de presión que es la altura que hay para llegar a dicha instalación. Además, al contar el número de elementos se contarán tantos los de la cocina como los del baño de la planta piso. El grifo del jardín se añadirá en este tramo para calcular la presión necesaria de la instalación.

$$Q_V = \frac{1}{\sqrt{7 - 1}} \cdot (0.50 + 0.50) = 0.41 \text{ L/s}$$



TRAMO B - C: Este tramo corresponde a la despensa formado por una lavadora. Además, al contar el número de elementos se contarán tantos los de la cocina como los del baño de la planta piso, como los de la despensa.

$$Q_V = \frac{1}{\sqrt{8} - 1} \cdot (0.50 + 0.50 + 0.20) = 0.45 \text{ L/s}$$

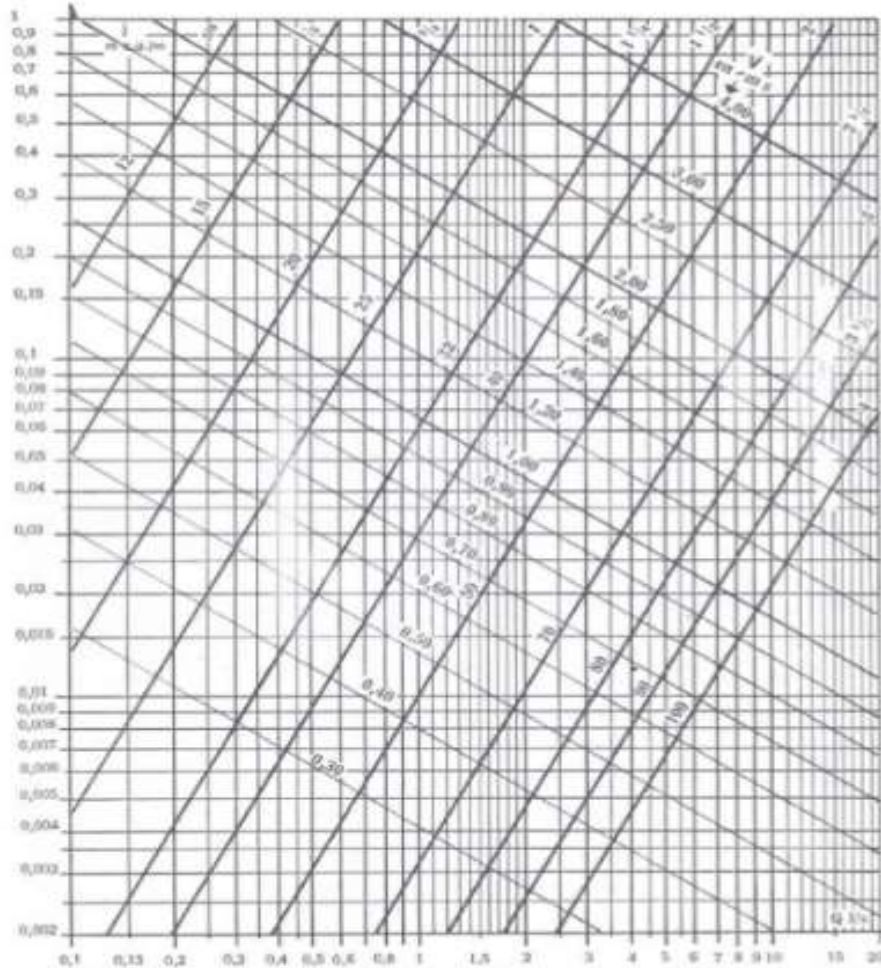
TRAMO A - B: Este tramo corresponde al baño de la planta baja formado por un bidet, un urinario, un lavabo, y un plato de ducha. Además, al contar el número de elementos se contarán los de la cocina, los del baño de la planta piso, los de la despensa y los del baño de la planta baja.

$$Q_V = \frac{1}{\sqrt{12} - 1} \cdot (0.50 + 0.50 + 0.20 + 0.50) = 0.51 \text{ L/s}$$

TRAMO 0 - A: Por último, el tramo corresponde termo eléctrico, situado en el baño de la planta baja pero que debe recibir un caudal suficiente desde la instalación de la calle. Se tendrán en cuenta todos los elementos de la instalación de la vivienda, porque desde el termo debe salir con una presión suficiente para que en el último elemento de la instalación llegue una presión mínima de 10 metros por columna de agua, que es la mínima exigida por el CTE























$$Q_V = \frac{1}{\sqrt{13} - 1} \cdot (0.50 + 0.50 + 0.20 + 0.50 + 0.30) = 0.58 \text{ L/s}$$

Una vez determinado el caudal necesario para cada tramo de la instalación, deberemos determinar el diámetro adecuado a cada tramo, la velocidad adecuada a la que circulara el agua por las tuberías, y la pérdida de carga por metro de columna de agua. Todos estos datos podemos obtenerlos de ábaco de agua siguiente:



*Ábaco universal de las conducciones de agua fría*

Una vez determinados los diámetros, las velocidades y las pérdidas de carga, procedemos a calcular las pérdidas de carga debido a los accesorios que disponemos en la vivienda. Ya sea debido por llaves de paso, codos, uniones en te... Dichas perdidas de carga las obtenemos de la siguiente tabla:

Clase de resistencia aislada	Diámetros nominales de las tuberías	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100
 manguito de unión		0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15
 cono de reducción		0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00
 codo o curva de 45°		0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25
 curva de 90°		0,18	0,33	0,45	0,50	0,64	0,96	1,27	1,48	1,54	1,97
 codo de 90°		0,38	0,50	0,63	0,78	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21
 "te" de 45°		1,02	0,84	0,90	0,96	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70
 "te" arqueada o de curvas ("pantalones")		1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40
 "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
 "te" derivación a ramal		1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50	6,20	6,90
 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
 válvula retención paso de escuadra		1,33	1,70	2,32	2,85	3,72	4,67	5,75	6,91	8,40	11,1
 válvula de compuerta abierta		5,10	5,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	25,0	36,0
 válvula de paso recto y asiento inclinado		0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81	1,06
 válvula de globo		1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,53	5,51	6,69	8,80
 válvula de escuadra o ángulo (abierta)		4,06	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0
 válvula de asiento de paso recto		1,90	2,55	3,35	4,30	5,60	6,85	8,60	11,1	13,7	17,1
 intercambiador		-	3,40	3,60	4,50	5,65	8,10	9,00	-	-	-
 radiador		-	-	-	2,1	5	12,5	13,2	14,2	25	-
 radiador con valvulería		2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50
 caldera		3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,10	11,40	12,70
 caldera con valvulería		2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50
 contador	general individual o divisorio				4,5 m.c.a. 10 m.c.a.						

Una vez tenemos la tabla y sabemos que los diámetros de la instalación son de 20 mm, excepto el tramo que llega hasta el termo que tendrá un diámetro de 25mm.

TRAMO D – E: En este tramo, el diámetro de las tuberías es de 20mm y las pérdidas que aparecen son debido a una llave de paso, un codo y una unión en forma de "te".

$$\text{Perdidas Tramo D – E} = 1.74 + 0.63 + 0.20 = 2.57 \text{ m}$$

TRAMO C - D: En este tramo, el diámetro de las tuberías es de 20mm y las pérdidas que aparecen son debido a una llave de paso y una unión en forma de "te".

$$\text{Perdidas Tramo C - D} = 1.74 + 0.20 = 1.94 \text{ m}$$

TRAMO B - C: En este tramo, el diámetro de las tuberías es de 20mm y las pérdidas que aparecen son debido a una llave de paso.

$$\text{Perdidas Tramo B - C} = 1.74 \text{ m}$$

TRAMO A- B: En este tramo, el diámetro de las tuberías es de 20mm y las pérdidas que aparecen son debido a una llave de paso.

$$\text{Perdidas Tramo A - B} = 1.74 \text{ m}$$

TRAMO 0 - A: En este tramo, el diámetro de las tuberías es de 25mm y las pérdidas que aparecen son debido a una llave de paso y dos codos.

$$\text{Perdidas Tramo 0 - A} = 2.28 + 2 \cdot 0.76 = 3.80 \text{ m}$$

Una vez tenemos las pérdidas de cada tramo producido por los accesorios, se realizará una tabla con los datos necesarios para determinar cuál será la mínima presión que necesitamos para que en todos los puntos llegue una presión adecuada para utilizar dicho elemento. A continuación esta la tabla, además de una breve explicación de cada columna:

- a) Tramo: Tramo que se está analizando
- b) Caudal (Q): Caudal calculado anteriormente para cada tramo que forman la instalación de agua fría sanitaria de la vivienda.
- c) Diámetro ( $\varnothing$ ): Longitud de la circunferencia que forma la tubería obtenida del Abaco anteriormente expuesto y obtenido a partir del diámetro y el caudal necesario en cada tramo.
- d) Velocidad (V): Metros por segundo con el que transcurrirá el agua por las tuberías obtenidas del Abaco anteriormente expuesto, a partir del diámetro y el caudal.
- e) Pérdida de carga por metro lineal (j): Nos indica las pérdidas por metro de columna de agua por cada metro lineal en cada tramo, obtenido mediante el Abaco en función del caudal.
- f) Longitud del tramo (L): Es la distancia total de cada tramo y que debe recorrer el agua para llegar al siguiente tramo.
- g) Longitud equivalente ( $L_{eq}$ ): Suma de la longitud de cada tramo y la longitud obtenida por las pérdidas por los accesorios.
- h) Pérdida de Carga (J): Es la pérdida de la carga que presenta cada tramo, obtenida a partir del producto entre la longitud equivalente y la pérdida de carga por metro lineal.
- i) Presión inicial ( $P_i$ ): Presión inicial que llega a cada tramo, partiendo de una presión final siempre superior a 10 m.c.a.
- j) Presión final ( $P_f$ ): Diferencia entre la pérdida de carga de cada tramo y la presión que le llega del tramo anterior.

Por lo tanto, la tabla quedará de la siguiente forma, teniendo en cuenta que nos basamos en que la mínima presión final que debe llegar a cada tramo debe ser de 10 m.c.a., por lo que el resultado obtenido en dicha tabla será la mínima necesaria por la instalación de agua fría de esta vivienda.

TRAMO	Q (L/s)	D (mm)	V (m/s)	j (m.c.a./m)	L (m)	L <sub>eq</sub> (m)	L <sub>et</sub> (m)	J (m.c.a.)	P <sub>i</sub> (m.c.a.)	P <sub>f</sub> (m.c.a.)
O - A	0.58	25	1.00	0.09	7.70	3.80	11.50	1.04	16.38	15.34
A - B	0.51	20	1.40	0.20	1.40	1.94	3.34	0.67	15.34	14.67
B - C	0.45	20	1.20	0.16	3.20	1.74	4.94	0.79	14.67	13.88
C - D	0.41	20	1.00	0.12	1.50	1.74	3.24	0.39	13.88	13.49
D - E	0.29	20	0.80	0.08	3.50	2.57	6.07	0.49	13.49*	10

\*Dicha presión ha sido aumentado con 3 metros por columna de agua más debido a que dicha instalación debe subir hasta la planta piso, por lo que perderá presión.

Por lo tanto, al tener una presión mínima inicial de 16.38 metros por columna de agua en el tramo de entrada de la instalación de agua a la vivienda, será suficiente con que llegue una presión superior a la indicada, es decir, superior a 16.38 m.c.a.

## 6.2. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica de la edificación de la calle "Cantó d'es Carritx" numero 12, tendrá un sistema monofásico de electrificación elevada. Y se realizará a partir de las siguientes fórmulas:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \quad (\text{Intensidad})$$

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot S} \quad (\text{Caída de Tensión})$$

Donde:

$\gamma$ , es la conductividad, que tiene un valor de 56 para el cobre y de 35 para aluminio.

$e$ , es la caída de tensión medida en Voltios, desde el principio hasta el final de la línea eléctrica.

$I$ , es la intensidad en la línea medida en Amperios.

$L$ , es la longitud de la línea en metros.

S, es la sección de los conductores en milímetros cuadrados.

V, es la tensión en Voltios, que en este caso, al ser monofásica tiene un valor de 230V.+P, es la potencia que transporta la línea en Vatios.

La corriente eléctrica de la vivienda será suministrada por una acometida aérea que ira por la fachada principal, y será conectada en la caja general de protección. Los cables y conductores estarán aislados por cobre en todo momento, cumpliendo con la normativa reguladora, que en este caso es el Reglamento de Baja Tensión (REBT).

Al tratarse de una vivienda unifamiliar entre medianeras, y pertenecer a un único usuario, la instalación eléctrica de enlace es reducida en cuanto a lo que nos refleja el CTE. Por lo tanto, dicha instalación de enlace está formada por una caja de protección general con fusibles de protección, el contador y los dispositivos de discriminación horaria.

La instalación eléctrica, según normativa, se instalara preferentemente en fachadas exteriores, en lugares permanentemente accesibles, y los dispositivos de lectura estarán instalados a una altura comprendida entre 70cm y 180cm, para facilitar la toma de datos.

Cuando le suministro de electricidad a partir de las derivaciones individuales son para un único usuario, es decir, que no existe línea general de alimentación, la caída de tensión no podrá superar el 1.5% de la tensión suministrada.

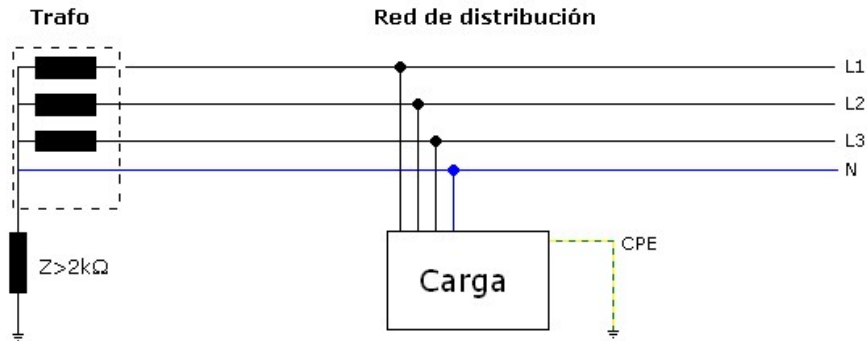
Las canalizaciones irán entubadas, por lo que se evitaran los cambios de dirección de éstos. Para facilitar la manipulación de cables, se dispondrán cajas de registro con tapas. Según REBT, para facilitar la instalación de los tubos, en tramos rectos se instalaran cajas de registro intermedias cada 40 metros, que en nuestro caso será innecesario.

La canalización eléctrica se colocara sobre la instalación de agua sanitaria, dejando una separación entre ambos de 20cm como mínimo. En el caso de la instalación de aguas residuales, la instalación eléctrica debe ir por encima pero no nos afectará porque la instalación de saneamiento irá por el suelo.

#### 6.2.1. Esquema de distribución

Para determinar las medidas de protección cuando se produzcan subidas de tensión y choques eléctricos en caso de defectos en la instalación eléctrica, se establecerán unas conexiones a tierra de la red de distribución, por una parte, i de las masas de la instalación receptora pro otra.

El cable neutro, que es el punto de alimentación, ira conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación están conectadas a una toma tierra separada de la toma tierra de la alimentación, como se ve en el siguiente esquema:



### 6.2.2. Dimensionado de la instalación eléctrica

La edificación presentará una electrificación elevada ya que nuestra instalación está formada por más de cinco circuitos. Para realizar los cálculos del dimensionado de la instalación, seguiremos lo reflejado en la normativa ITC-BT. En este caso, seguiremos el apartado de la normativa número 25 (Instalaciones interiores en vivienda).

$$P_{Cx} = n \cdot P \cdot F_s \cdot F_u$$

Donde:

P, es la potencia de cada punto de luz o toma de corriente.

n, es el número de puntos de luz o tomas de corriente que tiene ese circuito.

F<sub>s</sub>, es el factor de simultaneidad indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-25.

F<sub>u</sub>, es el factor de utilización indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-25.

Tabla 1. Características eléctricas de los circuitos<sup>(1)</sup>

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad F <sub>s</sub>	Factor utilización F <sub>u</sub>	Tipo de toma <sup>(7)</sup>	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm <sup>2</sup> <sup>(8)</sup>	Tubo o conducto Diámetro mm <sup>(3)</sup>
C <sub>1</sub> Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz <sup>(9)</sup>	10	30	1,5	16
C <sub>2</sub> Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C <sub>3</sub> Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C <sub>4</sub> Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A <sup>(8)</sup>	20	3	4 <sup>(6)</sup>	20
C <sub>5</sub> Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	2,5	20
C <sub>8</sub> Calefacción	<sup>(2)</sup>	---	---	---	25	---	6	25
C <sub>9</sub> Aire acondicionado	<sup>(2)</sup>	---	---	---	25	---	6	25
C <sub>10</sub> Secadora	3.450	1	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	2,5	20
C <sub>11</sub> Automatización	<sup>(4)</sup>	---	---	---	10	---	1,5	16

<sup>(1)</sup> La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.

<sup>(2)</sup> La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W

<sup>(3)</sup> Diámetros externos según ITC-BT 19

<sup>(4)</sup> La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W

<sup>(5)</sup> Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT-19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación

<sup>(6)</sup> En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm<sup>2</sup> que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm<sup>2</sup>.

<sup>(7)</sup> Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A, ambas de la norma UNE 20315.

<sup>(8)</sup> Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito. el desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional.

<sup>(9)</sup> El punto de luz incluirá conductor de protección.

- CIRCUITO 1: Iluminación

$$P_{Cx} = n \cdot P \cdot F_s \cdot F_u = 21 \cdot 200 \cdot 0.75 \cdot 0.50 = 1575 \text{ W}$$

$$P = 200 \text{ W} \quad F_s = 0.75$$

$$n = 21 \quad F_u = 0.50$$

- CIRCUITO 2: Tomas de corriente PB

$$P_{Cx} = n \cdot P \cdot F_s \cdot F_u = 11 \cdot 3450 \cdot 0.20 \cdot 0.25 = 1897.50 \text{ W}$$

$$P = 3450 \text{ W} \quad F_s = 0.20$$

$$n = 11 \quad F_u = 0.25$$

- CIRCUITO 3: Cocina y Horno

$$P_{Cx} = n \cdot P \cdot F_s \cdot F_u = 2 \cdot 5400 \cdot 0.50 \cdot 0.75 = 4050 \text{ W}$$

$$P = 5400 \text{ W} \quad F_s = 0.50$$

$$n = 2 \quad F_u = 0.75$$

- CIRCUITO 4: Lavadora, Lavavajillas y Termo Eléctrico

$$P_{Cx} = n \cdot P \cdot F_s \cdot F_u = 3 \cdot 3450 \cdot 0.66 \cdot 0.75 = 5123.25 \text{ W}$$

$$P = 3450 \text{ W} \quad F_s = 0.66$$

$$n = 3 \quad F_u = 0.75$$

- CIRCUITO 5: Tomas de corriente de Baños y Cocina

$$P_{Cx} = n \cdot P \cdot F_s \cdot F_u = 6 \cdot 3450 \cdot 0.40 \cdot 0.50 = 4140 \text{ W}$$

$$P = 3450 \text{ W} \quad F_s = 0.40$$

$$n = 6 \quad F_u = 0.50$$

- CIRCUITO 7: Tomas de corriente PP

$$P_{Cx} = n \cdot P \cdot F_s \cdot F_u = 10 \cdot 3450 \cdot 0.20 \cdot 0.25 = 1725 \text{ W}$$

$$P = 3450 \text{ W} \quad F_s = 0.20$$

$$n = 10 \quad F_u = 0.25$$



- CIRCUITO 8: Calefacción

$$P_{Cx} = n \cdot P \cdot F_s \cdot F_u = 1 \cdot 5750 \cdot 0.50 \cdot 0.50 = 1437.50 \text{ W}$$

$$P = 5750 \text{ W} \quad F_s = 0.50$$

$$n = 1 \quad F_u = 0.50$$

- CIRCUITO 9: Aire Acondicionado

$$P_{Cx} = n \cdot P \cdot F_s \cdot F_u = 1 \cdot 5750 \cdot 0.50 \cdot 0.50 = 1437.50 \text{ W}$$

$$P = 5750 \text{ W} \quad F_s = 0.50$$

$$n = 1 \quad F_u = 0.50$$

- CIRCUITO 10: Secadora

$$P_{Cx} = n \cdot P \cdot F_s \cdot F_u = 1 \cdot 3450 \cdot 1.00 \cdot 0.75 = 2587.50 \text{ W}$$

$$P = 3450 \text{ W} \quad F_s = 1.00$$

$$n = 1 \quad F_u = 0.75$$

Cabe destacar, que se ha tenido que separa el circuito de las tomas de corriente en dos (C2 y C7) debido a que se superaba el máxima de tomas de corriente por circuito.

Una vez calculada la potencia de cada circuito, se calculara la intensidad y la caída de tensión de cada uno de ellos y también la del interruptor de control de potencia, correspondiente a la derivación individual.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{9200}{230 \cdot 0.80} = 50A$$

Por lo tanto, el interruptor de control de potencia deberá poder soportar una intensidad de 50 Amperios, por lo que se colocara un interruptor de 63 Amperios, según nos refleja la normativa. Al tener la intensidad capaz de resistir en la derivación individual, procederemos a calcular la intensidad de cada circuito, además de la caída de tensión máxima determinada a partir de la normativa.

- CIRCUITO 1: Iluminación

$$V = 230 \text{ V} \quad \cos \rho = 1 \quad \lambda = 56$$

$$L = 15 \text{ m} \quad P = 1575 \text{ W} \quad S = 1.50 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{1575}{230 \cdot 1} = 6.85 \text{ A}$$

Por lo tanto, se dispondrá un magneto bipolar de 10 A como protección térmica del circuito 1. En cuanto a la caída de tensión, según la normativa, no podrá ser mayor que el 1.5% del voltaje, que en este caso, al ser un sistema monofásico, será de 230 V.

$$e_{\max} = 1.5\% \text{ de } 230 \text{ V} = 3.45 \text{ V}$$

Por lo tanto, la caída de tensión será igual a:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{2 \cdot 1575 \cdot 15}{56 \cdot 1.50 \cdot 230} = 2.45 \text{ V} < 3.45 \text{ V}$$

Al no superar la caída de tensión máxima, se optara por disponer una canalización de 2x1.50 + TT de 1.50 mm<sup>2</sup> de cobre.

- CIRCUITO 2: Tomas de corriente de PB

$$V = 230 \text{ V}$$

$$\cos \rho = 0.80$$

$$\lambda = 56$$

$$L = 10.40 \text{ m}$$

$$P = 1897.50 \text{ W}$$

$$S = 2.50 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{1897.50}{230 \cdot 0.80} = 10.31 \text{ A}$$

Por lo tanto, se dispondrá un magneto bipolar de 16 A como protección térmica del circuito 2. En cuanto a la caída de tensión, según la normativa, no podrá ser mayor que el 1.5% del voltaje, que en este caso, al ser un sistema monofásico, será de 230 V.

$$e_{\max} = 1.5\% \text{ de } 230 \text{ V} = 3.45 \text{ V}$$

Por lo tanto, la caída de tensión será igual a:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{2 \cdot 1897.50 \cdot 10.40}{56 \cdot 2.50 \cdot 230} = 1.26 \text{ V} < 3.45 \text{ V}$$

Al no superar la caída de tensión máxima, se optara por disponer una canalización de 2x2.50 + TT de 2.50 mm<sup>2</sup> de cobre.

- CIRCUITO 3: Cocina y Horno

$$V = 230 \text{ V}$$

$$\cos \rho = 0.80$$

$$\lambda = 56$$

$$L = 9.50 \text{ m}$$

$$P = 4050 \text{ W}$$

$$S = 6 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{4050}{230 \cdot 0.80} = 22.01 \text{ A}$$

Por lo tanto, se dispondrá un magneto bipolar de 25 A como protección térmica del circuito 3. En cuanto a la caída de tensión, según la normativa, no podrá ser mayor que el 1.5% del voltaje, que en este caso, al ser un sistema monofásico, será de 230 V.

$$e_{\max} = 1.5\% \text{ de } 230 \text{ V} = 3.45 \text{ V}$$

Por lo tanto, la caída de tensión será igual a:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{2 \cdot 4050 \cdot 9.50}{56 \cdot 6 \cdot 230} = 1.00 \text{ V} < 3.45 \text{ V}$$

Al no superar la caída de tensión máxima, se optara por disponer una canalización de 2x6+TT de 6 mm<sup>2</sup> de cobre.

- CIRCUITO 4: Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico

$$V = 230 \text{ V}$$

$$\cos \rho = 0.80$$

$$\lambda = 56$$

$$L = 9.60 \text{ m}$$

$$P = 5123.25 \text{ W}$$

$$S = 4 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{5123.25}{230 \cdot 0.80} = 27.84 \text{ A}$$

Por lo tanto, se dispondrá un magneto bipolar de 30 A como protección térmica del circuito 2. En cuanto a la caída de tensión, según la normativa, no podrá ser mayor que el 1.5% del voltaje, que en este caso, al ser un sistema monofásico, será de 230 V.

$$e_{\max} = 1.5\% \text{ de } 230 \text{ V} = 3.45 \text{ V}$$

Por lo tanto, la caída de tensión será igual a:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{2 \cdot 5123.25 \cdot 9.60}{56 \cdot 4 \cdot 230} = 1.91 \text{ V} < 3.45 \text{ V}$$

Al no superar la caída de tensión máxima, se optara por disponer una canalización de 2x4+TT de 4 mm<sup>2</sup> de cobre.

- CIRCUITO 5: Tomas de corriente cocina y baños

$$\begin{array}{lll} V = 230 \text{ V} & \cos \rho = 0.80 & \lambda = 56 \\ L = 10.75 \text{ m} & P = 4140 \text{ W} & S = 2.50 \text{ mm}^2 \end{array}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{4140}{230 \cdot 0.80} = 22.50 \text{ A}$$

Por lo tanto, se dispondrá un magneto bipolar de 25 A como protección térmica del circuito 2. En cuanto a la caída de tensión, según la normativa, no podrá ser mayor que el 1.5% del voltaje, que en este caso, al ser un sistema monofásico, será de 230 V.

$$e_{\max} = 1.5\% \text{ de } 230 \text{ V} = 3.45 \text{ V}$$

Por lo tanto, la caída de tensión será igual a:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{2 \cdot 4140 \cdot 9.60}{56 \cdot 2.50 \cdot 230} = 2.76 \text{ V} < 3.45 \text{ V}$$

Al no superar la caída de tensión máxima, se optara por disponer una canalización de 2x2.50 + TT de 2.50 mm<sup>2</sup> de cobre.

- CIRCUITO 7: Tomas de corriente de PP

$$\begin{array}{lll} V = 230 \text{ V} & \cos \rho = 0.80 & \lambda = 56 \\ L = 13.50 \text{ m} & P = 1725 \text{ W} & S = 2.50 \text{ mm}^2 \end{array}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{1725}{230 \cdot 0.80} = 9.375 \text{ A}$$

Por lo tanto, se dispondrá un magneto bipolar de 10 A como protección térmica del circuito 2. En cuanto a la caída de tensión, según la normativa, no podrá ser mayor que el 1.5% del voltaje, que en este caso, al ser un sistema monofásico, será de 230 V.

$$e_{\max} = 1.5\% \text{ de } 230 \text{ V} = 3.45 \text{ V}$$

Por lo tanto, la caída de tensión será igual a:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{2 \cdot 1725 \cdot 13.50}{56 \cdot 2.50 \cdot 230} = 1.45 \text{ V} < 3.45 \text{ V}$$

Al no superar la caída de tensión máxima, se optara por disponer una canalización de 2 x 2.50 + TT de 2.50 mm<sup>2</sup> de cobre.

- CIRCUITO 8: Calefacción

$$\begin{array}{lll} V = 230 \text{ V} & \cos \rho = 0.80 & \lambda = 56 \\ L = 14.30 \text{ m} & P = 1437.50 \text{ W} & S = 6 \text{ mm}^2 \end{array}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{1437.50}{230 \cdot 0.80} = 7.81 \text{ A}$$

Por lo tanto, se dispondrá un magneto bipolar de 10 A como protección térmica del circuito 2. En cuanto a la caída de tensión, según la normativa, no podrá ser mayor que el 1.5% del voltaje, que en este caso, al ser un sistema monofásico, será de 230 V.

$$e_{\max} = 1.5\% \text{ de } 230 \text{ V} = 3.45 \text{ V}$$

Por lo tanto, la caída de tensión será igual a:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{2 \cdot 1437.50 \cdot 14.30}{56 \cdot 6 \cdot 230} = 0.53 \text{ V} < 3.45 \text{ V}$$

Al no superar la caída de tensión máxima, se optara por disponer una canalización de 2x6+TT de 6 mm<sup>2</sup> de cobre.

- CIRCUITO 9: Aire Acondicionado

$$\begin{array}{lll} V = 230 \text{ V} & \cos \rho = 0.80 & \lambda = 56 \\ L = 14.30 \text{ m} & P = 1437.50 \text{ W} & S = 6 \text{ mm}^2 \end{array}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{1437.50}{230 \cdot 0.80} = 7.81 \text{ A}$$

Por lo tanto, se dispondrá un magneto bipolar de 10 A como protección térmica del circuito 2. En cuanto a la caída de tensión, según la normativa, no podrá ser mayor que el 1.5% del voltaje, que en este caso, al ser un sistema monofásico, será de 230 V.

$$e_{\max} = 1.5\% \text{ de } 230 \text{ V} = 3.45 \text{ V}$$

Por lo tanto, la caída de tensión será igual a:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{2 \cdot 1437.50 \cdot 14.30}{56 \cdot 6 \cdot 230} = 0.53 \text{ V} < 3.45 \text{ V}$$

Al no superar la caída de tensión máxima, se optara por disponer una canalización de 2x6+TT de 6 mm<sup>2</sup> de cobre.

- CIRCUITO 10: Secadora

$$V = 230 \text{ V}$$

$$\cos \rho = 0.80$$

$$\lambda = 56$$

$$L = 8 \text{ m}$$

$$P = 2587.50 \text{ W}$$

$$S = 2.50 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{2587.50}{230 \cdot 0.80} = 14.06 \text{ A}$$

Por lo tanto, se dispondrá un magneto bipolar de 16 A como protección térmica del circuito 2. En cuanto a la caída de tensión, según la normativa, no podrá ser mayor que el 1.5% del voltaje, que en este caso, al ser un sistema monofásico, será de 230 V.

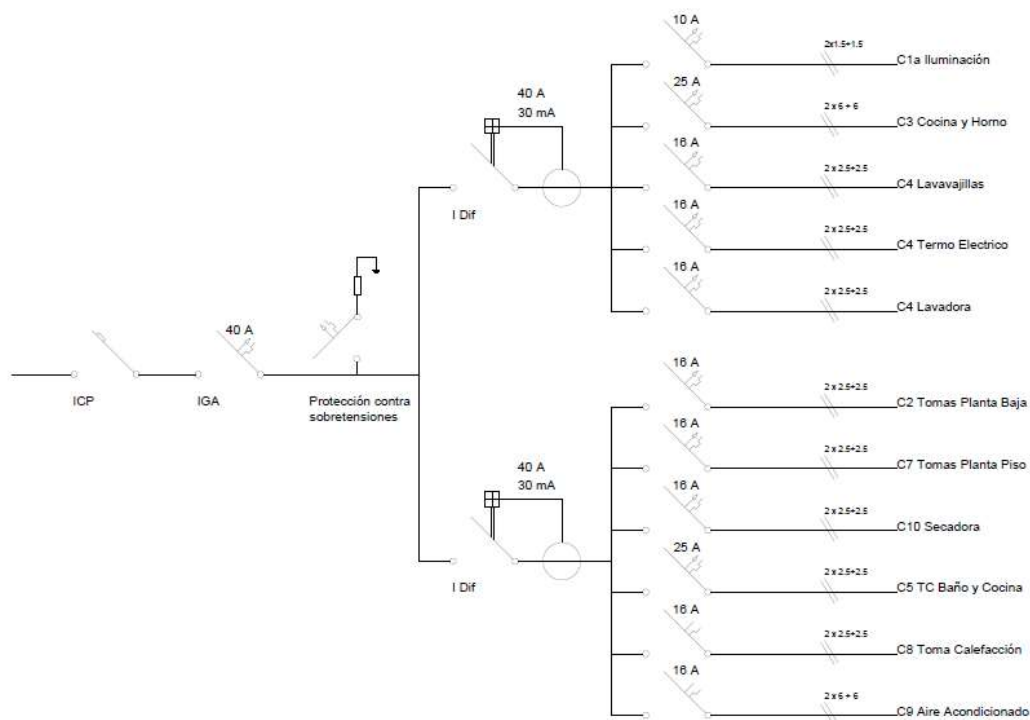
$$e_{\max} = 1.5\% \text{ de } 230 \text{ V} = 3.45 \text{ V}$$

Por lo tanto, la caída de tensión será igual a:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{2 \cdot 2587.50 \cdot 8}{56 \cdot 2.50 \cdot 230} = 1.29 \text{ V} < 3.45 \text{ V}$$

Al no superar la caída de tensión máxima, se optara por disponer una canalización de 2 x 2.50 + TT de 2.50 mm<sup>2</sup> de cobre.

Por lo tanto, el esquema de electrificación elevada de la vivienda unifamiliar queda de la siguiente manera:



Como se puede ver, algunos circuitos que es suficiente disponer un magneto bipolar de 10A se ha puesto de 16A, es el caso del circuito de calefacción y aire acondicionado, debido a que es solo una preinstalación y si posteriormente se hace la instalación completa, deba necesitar más resistencia a la intensidad del circuito. Además, las tomas de corriente del circuito 4 se ha dividido en 3, uno para cada enchufe, y en lugar de disponer cables con una sección de 4 mm<sup>2</sup>, se ha dispuesto de 2.50 mm<sup>2</sup>, siguiendo la normativa ITC-BT-25.

Por otra parte, la sección exterior de cada circuito será la siguiente, según nos determina la normativa ITC-BT-25.

CIRCUITO	ELEMENTO	SECCION CABLEADO (mm <sup>2</sup> )	DIAMETRO EXTERIOR (mm)
C1	Puntos de luz	1.50	16
C2	Tomas de corriente (Planta Baja)	2.50	20
C3	Tomas de corriente Cocina y Horno	6	25
C4	Tomas de Corriente Lavadora, lavavajillas Y termo eléctrico	4	20

<i>CIRCUITO</i>	<b>ELEMENTO</b>	<b>SECCION CABLEADO (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>DIAMETRO EXTERIOR (mm)</b>
<i>C5</i>	Tomas de corriente Baños y Cocina	2.50	20
<i>C7</i>	Tomas de corriente (Planta Piso)	2.50	20
<i>C8</i>	Calefacción	6	25
<i>C9</i>	Aire Acondicionado	6	25
<i>C10</i>	Tomas de corriente Secadora	2.50	20

Las canalizaciones serán de cables unipolares de cobre, aislados con tubos protectores de PVC, y con una tensión asignada de 450/750 V.

### 6.3. Instalación de evacuación de aguas

La evacuación de aguas, tanto residuales como pluviales, de la vivienda actual se realizarán conforme la normativa. Dicha normativa viene reflejada en el CTE, en el apartado número 5 de salubridad, donde nos determina cuales son las pautas a seguir para a evacuación de aguas. En nuestro caso, la instalación de aguas residuales en la vivienda actual no existe, por lo que deberemos basarnos desde el principio en el CTE-DB-HS5. No obstante, la evacuación de aguas pluviales sí que es existente, pero debido a su estado, también se realizara siguiendo las exigencias de la normativa.

Para la instalación de evacuación de aguas, se utilizaran sistemas separados, es decir, un sistema para la evacuación de aguas residuales, y otra para la evacuación de aguas pluviales. Se deberá tener en cuenta, que la evacuación de aguas pluviales transcurrirá por el mismo lugar que las existentes. Los canalones y bajantes que llevaban las aguas de la fachada posterior al interior de la cisterna, se llevaran mediante un colector horizontal hacia la fachada principal para expulsar el agua hacia la calle, ya que la cisterna no está en condiciones para ser utilizada. La bajante de la fachada principal ira empotrada en la fachada en una altura aproximada de 2,50m hasta el suelo de la calle, ara la evacuación del agua; la otra parte de la bajante, será vista e ira conectada al canalón.

Por otra parte, la instalación de aguas residuales, se realizara mediante bajantes, conectores horizontales y botes sifónicos que irán conectados de manera que llevaran las aguas residuales hasta una arqueta registrable situada en la calle. Ambos sistemas evacuaran el agua mediante la gravedad por lo que llevaran una pendiente que nos refleja la normativa. Además, dichas instalaciones se realizaran mediante un trazado lo más sencillo posible, y con las distancias y pendientes que faciliten su evacuación.



Por lo tanto, según lo especificado en el apartado 3.3 del CTE-DB-HS5, se dispondrán los siguientes elementos:

- **Instalación interior de las habitaciones húmedas:** Formada por los desagües de los diferentes elementos sanitarios y los colectores de derivación hasta la bajante. Los inodoros de las habitaciones húmedas llevarán su propio colector de derivación. No obstante, los platos de ducha, los bidets y los lavabos, irán hasta un bote sifónico, el cual irá conectado a un colector de derivación.
- **Bajantes:** Canalizaciones verticales que sirven para la evacuación de aguas de manera separada para cada tipo de evacuación. El recorrido deberá ser sin desviaciones ni retranqueos y con un diámetro uniforme en toda su altura, excepto en casos especiales, los cuales no nos afecten.
- **Colectores:** Conductos horizontales, enterrados o colgados, que recogen el agua de todas las bajantes de aguas pluviales y residuales de la vivienda, y la transportan a la red general pública en el caso de las aguas residuales y hasta el vial en el caso de las aguas pluviales. Las instalaciones de la vivienda, irán enterradas y se dispondrán los conductores en zanjas hechas a medida, por debajo de la instalación de agua potable e irán con un pendiente de 2%.
- **Acometida:** Tramo de conducto subterráneo de la red de saneamiento que discurre por espacio público entre la fachada principal y la arqueta de registro que conecta con la red de saneamiento público.

### 6.3.1. Aguas Residuales

Para el cálculo de aguas residuales, utilizaremos el concepto de unidades de descarga, que equivalen a la evacuación de 28 litros de agua en un minuto de tiempo, o 0.47 litros de agua por segundo. Por lo tanto, a cada aparato sanitario se le designarán unas unidades de descarga que vienen reflejadas en la tabla 4.1. del CTE:

**Tabla 4.1 UD's 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	100
	Con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario	Pedestal	-	4	-	50
	Suspendido	-	2	-	40
	En batería	-	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	3	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-	
Vertedero	-	8	-	100	
Fuente para beber	-	0.5	-	25	
Sumidero sifónico	1	3	40	50	
Lavavajillas	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	-

A partir de la tabla anterior, y para uso privado, determinamos las unidades de descarga de cada sanitario, quedando de la siguiente manera:

BAÑO PLANTA PISO (9 Unidades de descarga):

- a) Inodoro: 4 Ud
- b) Lavabo: 1 Ud
- c) Ducha: 2 Ud
- d) Bidé: 2 Ud

BAÑO PLANTA BAJA (9 Unidades de descarga):

- a) Inodoro: 4 Ud
- b) Lavabo: 1 Ud
- c) Ducha: 2 Ud
- d) Bidé: 2 Ud

COCINA (6 Unidades de descarga):

- a) Lavavajillas: 3 Ud
- b) Fregadero: 3 Ud

DESPENSA (3 Unidades de descarga):

- a) Lavadora: 3 Ud

TOTAL UNIDADES DE DESCARGA DE LA VIVIENDA = 9 + 9 + 6 + 3 = 27 Ud

#### 6.3.1.1. *Ramales colectores*

Una vez hemos determinado las unidades de descarga de la vivienda, dimensionamos los ramales de los colectores entre los sanitarios y las bajantes. Los diámetros de los ramales, se obtienen de la tabla 4.3. del CTE:

**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

Como solo tenemos un cuarto húmedo en la planta piso, determinamos que el diámetro del colector es suficiente de 63mm, debido a que las unidades de descarga del baño son igual a 9 y la pendiente es del 2%. No obstante, en el proyecto se ha dispuesto 110mm de diámetro para los inodoros y 50mm para el bote sifónico, ya que recoge las aguas del lavabo, bidé y plato de ducha.

### 6.3.1.2. Bajante aguas residuales

El diámetro de la bajante de aguas residuales de la vivienda, se obtendrá de la tabla 4.4. del CTE. Para ello, solo se tendrán en cuenta las unidades de descarga del baño de la planta piso, que es el único que afecta al diámetro de la bajante:

**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

Por lo tanto, el diámetro de la bajante será suficiente de 50mm, pero hemos determinado colocar uno de 110mm en el proyecto por la evacuación del inodoro.

### 6.3.1.3. Colectores aguas residuales

Una vez determinado los diámetros de la bajante y los ramales del baño de la planta piso, determinaremos el diámetro del colector de las aguas residuales para su evacuación. Para ello, dividiremos la instalación en tres tramos, debido a que cada vez se irán uniendo ramales de evacuación de los cuartos húmedos. Es decir, a partir de la bajante de la planta piso, se unirá el ramal de la cocina, después el de la despensa y posteriormente el del baño de la planta baja. Por lo que, los diámetros del colector, obtenidos de la tabla 4.5. del CTE, quedaran de la siguiente manera:

**Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada**

Máximo número de UD			Pendiente	Diámetro (mm)
1 %	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	

- TRAMO A (Baño PP + Cocina):  
9 Ud + 6 Ud = 15 Unidades de descarga  
Pendiente = 2%

El diámetro en dicho tramo, será igual a 50mm. No obstante, como hemos mencionado anteriormente, dispondremos un diámetro de 110mm, según explicamos en el proyecto.

- TRAMO B (Tramo A + Despensa):  
15 Ud + 3 Ud = 18 Unidades de descarga  
Pendiente = 2%

El diámetro en dicho tramo, será igual a 50mm. No obstante, como hemos mencionado anteriormente, dispondremos un diámetro de 110mm, según explicamos en el proyecto.

- TRAMO C (Tramo C + Baño PB):  
18 Ud + 9 Ud = 27 Unidades de descarga  
Pendiente = 2%

El diámetro en dicho tramo, será igual a 75mm. No obstante, como hemos mencionado anteriormente, dispondremos un diámetro de 110mm, según explicamos en el proyecto.

Una vez determinados los diámetros en cada tramo de los colectores, se dispondrá un diámetro de 125mm en la unión entre colectores que recogen todas las unidades de descarga de la vivienda, hasta la red general pública de saneamiento. Esto es debido, a que se hará un sobredimensionado para la recogida de todas las evacuaciones de aguas residuales de la vivienda, que al disponer un diámetro de 110 mm en el proyecto puede no ser suficiente.

### 6.3.2. Aguas Pluviales

Para calcular el dimensionado de evacuación de aguas pluviales, se debe conocer la intensidad pluviométrica característica de la zona geográfica en la que se encuentra nuestra edificación.

Para ello, nos basaremos en un mapa proporcionado por el CTE, en el cual determinaremos la zona pluviométrica correspondiente al municipio en que se encuentra nuestra edificación, y la isoyeta, que es una línea imaginaria que nos determina la media pluviosidad.

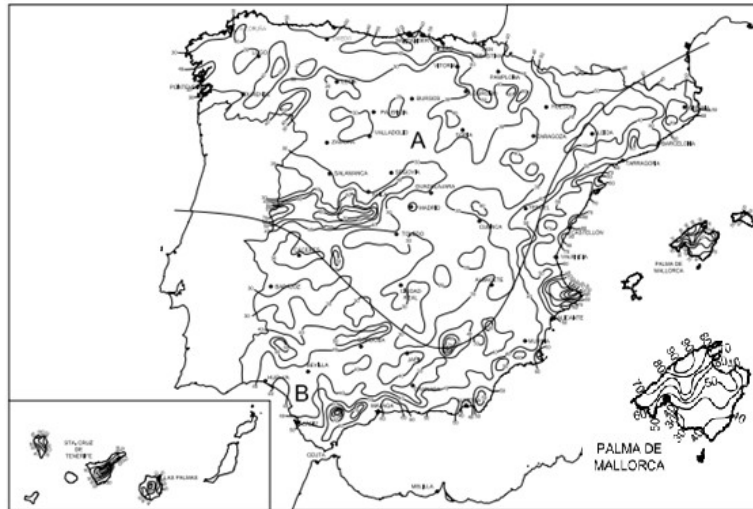
El CTE nos determina una fórmula para dimensionar los elementos de evacuación de aguas pluviales para una intensidad media de 100mm/h, pero para un régimen con una intensidad diferente, se debe aplicar un factor de corrección que será el siguiente:

$$f = i/100$$

Donde:

$i$ , es la intensidad pluviométrica correspondiente al municipio en el cual se encuentra nuestra vivienda, que viene determinado en la tabla B.1 del CTE.

Este factor de corrección, mayorará la superficie proyectada cuando la intensidad pluviométrica sea mayor a 100 mm/h y la minorará cuando menos que el valor estándar. Por lo tanto, los cálculos quedaran de la siguiente manera:



El municipio de Campanet, se verá afectado por la zona pluviométrica B del mapa anterior, y se encuentra entre la isoyeta 80 y 70, por lo que se determinará una isoyeta 75 aproximadamente.

**Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas**

**Tabla B.1**  
**Intensidad Pluviométrica  $i$  (mm/h)**

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Al no tener un valor exacto de la tabla, se ha realizado una interpolación llegando hasta tener un valor de intensidad pluviométrica de 160 mm/h. Por lo tanto, el factor de corrección queda de la siguiente manera:

$$f = \frac{i}{100} = \frac{160}{100} = 1.60$$

A continuación, el factor de corrección debe multiplicarse por la superficie de las cubiertas que van a tener una recogida de aguas pluviales, que en nuestro caso, son la cubierta inclinada y el patio trasero de la vivienda.

$$\text{Cubierta Inclinada (Fachada Principal)} = 26.05 \text{ m}^2 \cdot 1.60 = 41.68 \text{ m}^2$$

$$\text{Cubierta Inclinada (Fachada Posterior)} = 48.85 \text{ m}^2 \cdot 1.60 = 78.16 \text{ m}^2$$

$$\text{Cubierta Plana (Patio Interior)} = 18.00 \text{ m}^2 \cdot 1.60 = 28.80 \text{ m}^2$$

6.3.2.1. *Cubierta inclinada (fachada principal)*

Para determinar el valor del diámetro del canalón, nos basaremos en lo determinado en la tabla 4.7 del CTE donde a partir de la superficie de la cubierta en proyección horizontal corregida por el régimen pluviométrico y la pendiente de la cubierta, obtendremos el diámetro del canalón.

**Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )				Pendiente del canalón	Diámetro nominal del canalón (mm)
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

Por lo tanto, el diámetro del canalón tendrá un valor igual a 100mm. Una vez determinada este valor, se calculara el diámetro de la bajante de aguas pluviales de la fachada principal que viene determinada 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 <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Según el CTE, para una superficie menor de 65m<sup>2</sup>, en proyección horizontal, será suficiente disponer una bajante de 50mm, para la recogida de aguas pluviales de la fachada principal. En este caso, no hará falta disponer colector horizontal, porque la evacuación de agua ira directamente sobre el vial.

6.3.2.2. *Cubierta inclinada (fachada posterior)*

Para determinar el valor del diámetro del canalón, nos basaremos en lo determinado en la tabla 4.7 del CTE donde a partir de la superficie de la cubierta en proyección horizontal corregida por el régimen pluviométrico y la pendiente de la cubierta, obtendremos el diámetro del canalón.

**Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )				Pendiente del canalón	Diámetro nominal del canalón (mm)
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

Por lo tanto, el diámetro del canalón tendrá un valor igual a 125mm. Una vez determinada este valor, se calculara el diámetro de la bajante de aguas pluviales de la fachada posterior que viene determinada 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 <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Según el CTE, para una superficie de 78.16m<sup>2</sup>, en proyección horizontal, será suficiente disponer una bajante de 63mm, para la recogida de aguas pluviales de la fachada posterior. Para el dimensionado del colector horizontal, nos basaremos en la tabla 4.9 del CTE.

**Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Superficie proyectada (m <sup>2</sup> )			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

Por lo tanto, será suficiente con disponer un colector horizontal para la evacuación de aguas pluviales de la fachada posterior hasta el vial de la fachada principal de 90mm de diámetro. No obstante, como dicho colector debe recoger tanto las aguas pluviales de la cubierta inclinada como los del patio interior, calculado a continuación, se sobredimensionará el diámetro del colector, colocando uno de 125mm.

### 6.3.2.3. Cubierta plana (patio interior)

Para determinar el número de sumideros en función de la cubierta plana del patio interior, nos guiaremos por la tabla 4.6 del CTE, teniendo una superficie en proyección horizontal de 28.80 m<sup>2</sup>, con el factor de corrección aplicado.

**Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta**

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

En nuestro caso, se dispondrán dos sumideros, ya que la superficie de la cubierta es mucho menor a 100 m<sup>2</sup>.

#### 6.4. Instalación renovación de aire interior

Para la renovación de aire interior de la edificación, se dispondrá un sistema híbrido. Éste sistema permite la ventilación permanentemente, cumpliendo con lo establecido en la normativa vigente (CTE-DB-HS 3). La normativa nos exige los siguientes puntos:

- El aire circulará desde los locales secos, hacia los locales húmedos. Por lo tanto, se colocaran aberturas de admisión del aire en los cerramientos de los dormitorios y la sala de estar en contacto con el exterior, y en los baños y la cocina se colocaran aberturas de extracción del aire conectadas a conductos verticales, es decir, shunts.
- Las puertas situadas entre locales de admisión y extracción se dispondrán aberturas de paso. Según normativa, es suficiente con que las puertas no lleguen hasta abajo para que pueda pasar el aire entre la puerta y el solado.
- Las aberturas de admisión se dispondrán a una altura mínima de 1.80m.
- Los conductos de evacuación de las dos plantas serán individuales, ya que la normativa no permite los conductos colectivos.
- Los dormitorios, estar-comedor y la cocina, dispondrán de un sistema complementario de ventilación natural a través de ventanas y puertas. Uno de los baños también dispondrá de ventana, el otro no.
- Además, la cocina contara con un sistema de ventilación adicional con extracción mecánica para los vapores y contaminantes de la cocción, conectado a un conducto independiente.

Una vez explicado los sistemas utilizados para la circulación del aire interior, calcularemos el caudal mínimo de cada estancia de la vivienda. Al tener dos dormitorios dobles y uno sencillo, se considera que los ocupantes de la casa serán 5. El extractor mecánico de la cocina tendrá un caudal de 50 L/s, según normativa.

**Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos**

		Caudal de ventilación mínimo exigido $q_v$ en l/s		
		Por ocupante	Por m <sup>2</sup> útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2 <sup>(1)</sup>	50 por local <sup>(2)</sup>
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

<sup>(1)</sup> En las cocinas con sistema de cocción por combustión o dotadas de calderas no estancas este caudal se incrementa en 8 l/s.

<sup>(2)</sup> Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).



PLANTA BAJA		Ventilación según CTE-DB-HS3		
		Fórmula (L/s)	Admisión (L/s)	Extracción (L/s)
Estar Comedor	1 Ud	5 x 3	+ 15.0	-
Baño	1 Ud	15 x 1	-	- 15.0
Cocina	10.81 m <sup>2</sup>	10.8 x 2	+21.2	-21.2
<b>TOTAL</b>			<b>+37.2</b>	<b>-37.2</b>
Diferencia			± 0.00	

PLANTA PISO		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)
Dorm. 1	1 Ud	5 x 2	+ 10.0	-		+ 10.0	-	
Dorm. 2	1 Ud	5 x 1	+ 5.0	-		+ 5.0	-	
Dorm. 3	1 Ud	5 x 2	+ 10.0	-		+ 10.0	-	
Baño	1 Ud	15 x 1	-	- 15.0		- 10.0	- 25.0	
<b>TOTAL</b>			<b>+ 25.0</b>	<b>- 15.0</b>	<b>+ 0.0</b>	<b>- 10.0</b>	<b>+ 25.0</b>	<b>- 25.0</b>
Diferencia			± 10.00				± 0.00	

Para el dimensionamiento de las aberturas de ventilación, las obtendremos de la siguiente tabla del CTE:

Tabla 4.1 Área efectiva de las aberturas de ventilación de un local en cm<sup>2</sup>

Aberturas de ventilación	Aberturas de admisión <sup>(1)</sup>	4·q <sub>v</sub> ó 4·q <sub>va</sub>
	Aberturas de extracción	4·q <sub>v</sub> ó 4·q <sub>ve</sub>
	Aberturas de paso	70 cm <sup>2</sup> ó 8·q <sub>vp</sub>
	Aberturas mixtas <sup>(2)</sup>	8·q <sub>v</sub>

PLANTA BAJA		Estar - Comedor	Cocina (Admisión)	Baño	Cocina (Extracción)
Caudal (L/s)		15	21.20	-15	-21.20
Aberturas (cm <sup>2</sup> )	Admisión	60	84.80		
	Paso	120		+120	+169.60
	Extracción			-60	-84.80

PLANTA PISO		Dorm. 1	Dorm. 2	Dorm. 3	Baño
Caudal (L/s)		10	5	10	-25
Aberturas (cm <sup>2</sup> )	Admisión	40	20	40	
	Paso	80	40	80	200
	Extracción				-100

Una vez calculado las aberturas de paso, podremos determinar las dimensiones de los conductos de extracción, que irán en función de los caudales del tramo de conducto y la clase de aire que transcurre.

Nuestra edificación al encontrarnos en una altitud inferior a los 800 metros, la zona térmica ser la Z, de ahí determinamos que la sección del conducto de extracción será de 625 cm<sup>2</sup>, porque el caudal es inferior a 100 L/s y la clase de tiro es T-4.

Tabla 4.2 Secciones del conducto de extracción en cm<sup>2</sup>

		Clase de tiro			
		T-1	T-2	T-3	T-4
Caudal de aire en el tramo del conducto en l/s	$q_{vt} \leq 100$	1 x 225	1 x 400	1 x 625	1 x 625
	$100 < q_{vt} \leq 300$	1 x 400	1 x 625	1 x 625	1 x 900
	$300 < q_{vt} \leq 500$	1 x 625	1 x 900	1 x 900	2 x 900
	$500 < q_{vt} \leq 750$	1 x 625	1 x 900	1 x 900 + 1 x 625	3 x 900
	$750 < q_{vt} \leq 1\ 000$	1 x 900	1 x 900 + 1 x 625	2 x 900	3 x 900 + 1 x 625

Tabla 4.3 Clases de tiro

		Zona térmica			
		W	X	Y	Z
Nº de plantas	1				T-4
	2				
	3			T-3	
	4		T-2		
	5				
	6				
	7		T-1		
	≥8				T-2

### 6.5. Instalación aporte solar

Para nuestra vivienda unifamiliar entre medianeras, dispondremos placas solares para el aporte de energía a la edificación. Para ello, deberemos calcular el consumo de agua caliente, siguiendo las pautas de la normativa, que en este caso, se refiere al apartado de contribución mínima solar (CTE-DB-HE4).

Por lo tanto, determinamos el consumo de agua para una vivienda de uso privado a 60°C, obteniendo el valor en la siguiente tabla:

**Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C<sup>(1)</sup>**

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

Si obtenemos que el consumo de agua es de 28 litros por día y por persona, deberemos calcular el número de personas que ocupan la vivienda a partir de la siguiente tabla:

**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

Por lo tanto, el consumo de agua caliente sanitaria de nuestra vivienda, con una ocupación de cuatro personas y una demanda de 28 litros por día y persona es de:

$$Demanda = 28 \text{ l/día} \cdot 4 = 112 \text{ l/día}$$

Cabe mencionar que el factor de centralización no se tendrá en cuenta debido a que se trata de un edificio unifamiliar y no plurifamiliar, por lo que el factor de centralización tendrá un valor igual a 1.

Una vez obtenido el consumo de agua de la vivienda, determinaremos la demanda de agua caliente sanitaria para satisfacer las necesidades de los ocupantes de la edificación.

$$D_{ACS} = Q_{cons} \cdot C_p \cdot (T_{cons} - T_{red}) \cdot n$$

Donde:

$Q_{cons}$ , consumo de agua caliente sanitaria

$C_p$ , Calor específico del agua 4186 J/Kg·k

$T_{cons}$ , temperatura consigan de agua caliente sanitaria

$T_{red}$ , temperatura de la red de suministro

$n$ , número de día del mes

La temperatura de la red de suministro de agua se obtiene de la tabla B.1 del CTE:

**Tabla B.1 Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C)**

Capital de provincia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Palma de Mallorca	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12

Una vez calculada la demanda de agua caliente sanitaria de cada mes, observamos que es en el mes de enero cuando se consume mayor cantidad de agua porque hay mucha más demanda debido a las temperaturas. Por lo tanto, ahora se calcula la contribución solar mínima para poder cubrir el máximo posible la demanda de agua caliente que nos exige la normativa.

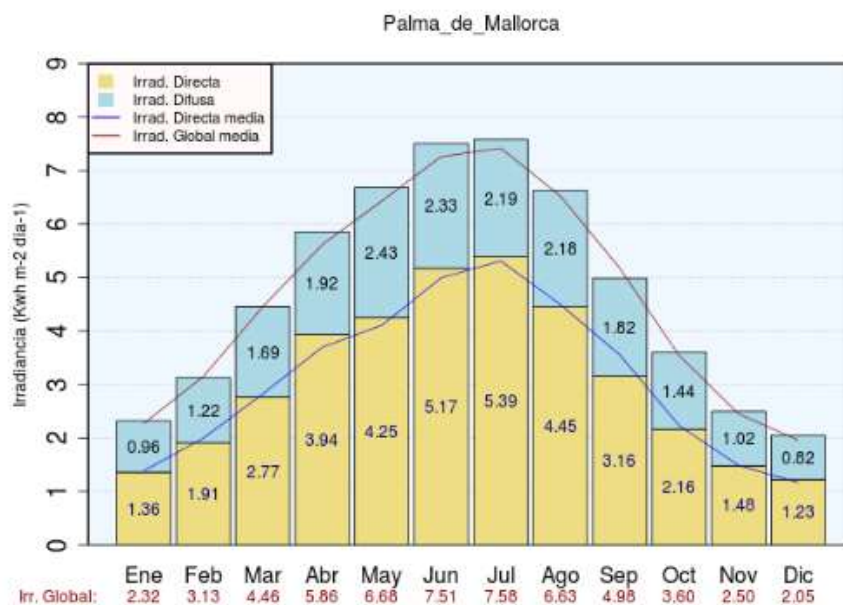
**Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.**

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

Al tener una demanda de agua caliente entre 50 y 5000 litros por día, y que el municipio de nuestra vivienda está situado en una zona climática de valor IV, tendremos una contribución solar mínima anual para agua caliente de un 50%. Por lo tanto:

$$\text{Contribución solar} = D_{ACS} \cdot 50\% = 712.15 \cdot 0.50 = 356.08 \text{ MJ} \rightarrow \frac{356.08}{3.60} = 98.91 \text{ kWh}$$

Al determinar la contribución solar necesaria, se deberán averiguar las horas de sol anuales y por día para poder calcular las pérdidas por disposición geométrica.



### IRRADIACIÓN DIRECTA

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1.36	1.91	2.77	3.94	4.25	5.17	5.39	4.45	3.16	2.16	1.48	1.23

### HORAS DE SOL ANUALES

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
135	177	215	278	285	339	353	305	242	243	155	132

### HORAS DE SOL DIARIAS

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
4.35	6.32	6.94	9.27	9.19	11.30	11.39	9.84	8.07	7.84	5.17	4.26

Una vez obtenidas las horas de sol por día, procedemos a calcular la energía aprovechable. Para ello, calcularemos solo el mes de enero por ser el más desfavorable, y el cual nos determinara la superficie necesaria de placa solar para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria mínima.

$$\text{Radiación corregida} = \text{radiación mensual} \cdot \text{polución atm.} \cdot \text{histéresis} \cdot \text{factor de inclinación}$$

Donde:

Radiación mensual, obtendremos el valor de la tabla anterior

Polución atmosférica, tendrá un valor igual a 0.98

Histéresis, tendrá una valor igual a 0.94

Factor de inclinación, obtendremos el valor de la siguiente tabla

FACTOR DE INCLINACIÓN → Latitud 39º, Inclinación 15º

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1,07	1,06	1,04	1,03	1,02	1,01	1,02	1,03	1,05	1,07	1,08	1,08
10	1,13	1,11	1,08	1,05	1,02	1,02	1,03	1,05	1,09	1,14	1,16	1,16
15	1,19	1,15	1,11	1,06	1,03	1,01	1,03	1,07	1,13	1,19	1,23	1,22
20	1,24	1,19	1,13	1,07	1,02	1,01	1,02	1,07	1,15	1,24	1,3	1,29
25	1,28	1,22	1,14	1,07	1,01	0,99	1,01	1,08	1,17	1,28	1,35	1,34
30	1,31	1,24	1,15	1,06	0,99	0,97	0,99	1,07	1,18	1,31	1,4	1,38

	<i>n</i> días/mes	<i>Qacs</i> l/día	<i>Dacs</i> MJ	<i>Rad</i> kWh/m <sup>2</sup>	<i>Tred</i> °C	<i>Ta</i> °C
Enero	31	112,00	712,16	1,36	11	8,80
Febrero	28	112,00	643,24	1,91	11	8,30
Marzo	31	112,00	697,62	2,77	12	10,50
Abril	30	112,00	661,05	3,94	13	13,05
Mayo	31	112,00	654,02	4,25	15	16,25
junio	30	112,00	590,73	5,17	18	20,35
julio	31	112,00	581,35	5,39	20	23,70
agosto	31	112,00	581,35	4,45	20	23,65
septiembre	30	112,00	576,66	3,16	19	21,35
octubre	31	112,00	624,95	2,16	17	16,81
noviembre	30	112,00	646,99	1,45	14	12,70
diciembre	31	112,00	697,62	1,23	12	10,00
<b>TOTAL</b>			<b>7667,75</b>			

	<i>h sol</i>	<i>h sol/día</i>	<i>F</i> inclinación 15°	<i>Rad incid.</i> kWh/m <sup>2</sup> *día	<i>Rad incid</i> día W/m <sup>2</sup>	<i>Rend</i> captador
Enero	185	5,97	1,19	1,49	249,82	0,0794
Febrero	189	6,75	1,15	2,02	299,77	0,1989
Marzo	250	8,06	1,11	2,83	351,22	0,3148
Abril	248	8,27	1,06	3,85	465,40	0,4621
Mayo	346	11,16	1,03	4,03	361,30	0,3878
junio	343	11,43	1,01	4,81	420,72	0,4865
julio	343	11,06	1,03	5,11	462,22	0,5442
agosto	332	10,71	1,07	4,39	409,56	0,5067
septiembre	236	7,87	1,13	3,29	418,15	0,4931
octubre	232	7,48	1,19	2,37	316,39	0,3311
noviembre	147	4,90	1,23	1,64	335,30	0,3143
diciembre	177	5,71	1,22	1,38	242,11	0,0736
<b>TOTAL</b>						

	<i>E<sub>solar</sub></i> kWh/m <sup>2</sup>	<i>D<sub>solar</sub></i> kWh	<i>Comprobación</i> % (mensual)	<i>Comprobación</i> % (trimestral)
Enero	3,1205	8,47	4,28	17,23318633
Febrero	9,5761	26,00	14,55	
Marzo	23,4938	63,80	32,92	
Abril	45,3319	123,10	67,04	74,9983608
Mayo	41,2025	111,89	61,59	
junio	59,6717	162,04	98,75	
julio	73,3414	199,16	123,33*	97,38342093
agosto	58,5596	159,02	98,47	
septiembre	41,3645	112,33	70,12	
octubre	20,6569	56,10	32,31	18,12069715
noviembre	13,1680	35,76	19,90	
diciembre	2,6825	7,28	3,76	
<b>TOTAL</b>	<b>392,1695</b>	<b>1064,96</b>	<b>50,00</b>	

\*El valor con un color rojo deberá tener un disipador debido a la superación del 100% de captación solar, que en este caso se trata del mes de julio.

Una vez realizada la tabla con todos los valores necesarios para el cálculo de la superficie del captador solar, se obtendrá de la siguiente formula:

$$Sup_{COL} = \frac{D_{ACS,TOTAL} \cdot 0.50}{E_{SOLAR,TOTAL} \cdot 3.60} = \frac{7667.75 \cdot 0.50}{392.17 \cdot 3.60} = 2.72 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, será necesaria una placa solar de 2.72 m<sup>2</sup>, para tener una contribución solar suficiente, según la normativa, para el ahorro de energía.

### 6.6. Instalación Calefacción

Para dimensionar el sistema de calefacción de la vivienda, se han propuesto dos opciones. La primera, se dimensionara el cálculo de radiadores para cubrir la demanda de calefacción de la sala de estar y de las habitaciones de la vivienda.

Para ello, se tiene que multiplicar el factor C, correspondientes a la zona climática; el factor O, correspondiente a la orientación, y el valor de la demando de calor correspondiente a cada habitación, además de los metros cúbicos de la habitación en cuestión. Los factores os obtenemos de las siguientes tablas, por lo que obtendremos el resultado en Kcal/m<sup>3</sup>.



ZONA CLIMÁTICA	FACTOR C
A	0.7
B	0.8
C	0.9
D	1.0
E	1.15

ORIENTACION	FACTOR O
Zonas de montaña	1.2
Orientación Norte	1.15
Otras	1

Una vez obtenemos el valor de los factores, procedemos a multiplicarlo por la demanda de calor de cada estancia, y a dividirlo por la potencia cubierta por cada elemento del radiador.

DEMANDA POR HABITACIÓN	TEMPERATURA INTERIOR RECOMENDABLE (°C)	DEMANDA DE CALOR kW/h · m <sup>3</sup>	DEMANDA DE CALOR Kcal/h · m <sup>3</sup>
Salas de estar	22° C	0.0588	50.6
Dormitorios	21° C	0.0536	46.0
Cocinas	20° C	0.0480	41.4
Baños	21° C	0.0536	46.0
Pasillos	18° C	0.0400	34.5

Por lo tanto, utilizaremos radiadores “Lamborghini ARENA 800”, con una potencia por elemento de 153 W/elemento.

$$\text{Sala de Estar} = 0.80 \cdot 1.20 \cdot 50.6 \frac{\text{Kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^3} \cdot 65.46 \text{m}^3 = 3179.78 \text{ Kcal}$$

$$N^{\circ} \text{ elementos} = \frac{3179.78}{153} = 20.78 \approx 21 \rightarrow 2 \text{ Radiadores de 11 elementos}$$

$$\text{Dormitorio 1} = 0.80 \cdot 1.20 \cdot 46 \frac{\text{Kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^3} \cdot 58.84 \text{m}^3 = 2598.37 \text{ Kcal}$$

$$N^{\circ} \text{ elementos} = \frac{2598.37}{153} = 16.98 \approx 17 \rightarrow 2 \text{ Radiadores de 9 elementos}$$

$$\text{Dormitorio 2} = 0.80 \cdot 1.20 \cdot 46 \frac{\text{Kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^3} \cdot 21.34 \text{m}^3 = 942.37 \text{ Kcal}$$

$$N^{\circ} \text{ elementos} = \frac{942.37}{153} = 6.16 \approx 7 \rightarrow 1 \text{ Radiador de 7 elementos}$$

$$\text{Dormitorio 3} = 0.80 \cdot 1.20 \cdot 46 \frac{\text{Kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^3} \cdot 59.96 \text{m}^3 = 2647.83 \text{ Kcal}$$

$$N^{\circ} \text{ elementos} = \frac{2647.83}{153} = 17.30 \approx 18 \rightarrow 2 \text{ Radiadores de 9 elementos}$$

Por otro lado, se dimensionara el cálculo de splits para cubrir la demanda de calefacción de la sala de estar y de las habitaciones de la vivienda. Para ello, se realizará el cálculo de frigorías o potencia frigorífica necesaria de un aire acondicionado.

Cabe mencionar que intervienen muchos factores como la superficie de las paredes, el techo, la temperatura exterior, la superficie acristalada, la orientación de la habitación, las sombras exteriores, la ubicación geográfica, la época del año, los materiales de construcción...



No obstante, se ha utilizado un método simplificado con una base de cálculo de 50 frigorías por metro cúbico, debido a que cada estancia presenta una altura considerable.

$$\text{Sala de Estar} = 50 \frac{\text{frigorías}}{\text{m}^3} \cdot 65.46 \text{ m}^3 = 3273 \rightarrow 3500 \text{ Frigorías}$$

$$\text{Dormitorio 1} = 50 \frac{\text{frigorías}}{\text{m}^3} \cdot 58.84 \text{ m}^3 = 2942 \rightarrow 3000 \text{ Frigorías}$$

$$\text{Dormitorio 2} = 50 \frac{\text{frigorías}}{\text{m}^3} \cdot 21.34 \text{ m}^3 = 1067 \rightarrow 1500 \text{ Frigorías}$$

$$\text{Dormitori 3} = 50 \frac{\text{frigorías}}{\text{m}^3} \cdot 59.96 \text{ m}^3 = 2998 \rightarrow 3000 \text{ Frigorías}$$

### 6.7. Estructura

A continuación, procederemos a calcular la estructura de la vivienda para determinar las secciones adecuadas de la madera, en el caso del cálculo del forjado techo planta baja y del forjado techo planta piso (cubierta); las dimensiones de la zapata aislada que deberá soportar un pilar metálico; y también, se determinará la sección de éste para la resistencia de las acciones que actúan en la vivienda.

Para realizar el cálculo de la sección de las vigas de madera que deberán soportar el peso de los dos forjados, se realizará el cálculo del Estado Limite Ultimo (ELU) siguiendo la normativa vigente, el Código Técnico de la Edificación (CTE). Para ello, determinamos la sección de la viga a partir de los efectos de las acciones mediante combinaciones a partir de la siguiente expresión:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Los coeficientes parciales de seguridad que utilizaremos durante el cálculo de las secciones para mayorar las cargas tanto permanentes, como variables, los obtendremos de las tablas del CTE:

**Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) 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		<b>desestabilizadora</b>	<b>estabilizadora</b>
	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

### 6.7.1. Cimentación

La cimentación de este estudio, como se ha explicado anteriormente, será la misma que el estado actual, no obstante, se añadirán una zapata aislada, una zapata corrida y una zapata para la losa de escalera.

#### 6.7.1.1. Zapata aislada

Para empezar, calcularemos la zapata aislada, que debe soportar el peso de un pilar metálico, una jácena de madera laminada encolada, y el peso del forjado techo de la planta baja. Para ello, realizaremos el descenso de cargas y se multiplicará por el área tributaria que afecta a la zapata en cuestión.

$$\text{Área Tributaria} \rightarrow A = \left( \frac{3.88}{2} + \frac{2.51}{2} \right) \cdot \frac{3.46}{2} = 5.53 \text{ m}^2$$

#### a) CARGAS PERMANENTES

- Jácena madera laminada GL24h (sección 25 x 30cm) =  
 $4.20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.25\text{m} \cdot 0.30\text{m} = \mathbf{0.315 \text{ kN/m}}$
- Viga madera laminada GL24h (sección 12 x 24cm) =  
 $4.20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.12\text{m} \cdot 0.24\text{m} = \mathbf{0.12 \text{ kN/m}}$
- Bovedilla cerámica: **0.029 kN/m**
- Capa de compresión (1ª de 5cm + 2ª de 3cm) =  
 $25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.08\text{m} = \mathbf{2.00 \text{ kN/m}^2}$
- Lámina anti-impacto = **0.073 kN/m<sup>2</sup>**
- Pavimento (Tabla C.3 CTE-DE-SE-AE) = **0.50 kN/m<sup>2</sup>**
- Tabique (Tabla C.5 CTE-DE-SE-AE) = **1.00 kN/m<sup>2</sup>**
- Zapata Aislada (Suponiendo 50x50x30cm) = **0.50 · 0.50 · 0.30 · 25 = 1.875 kN/m<sup>2</sup>**

#### b) CARGAS VARIABLES

- Sobrecarga de Uso (SU) = **2.00 kN/m<sup>2</sup>**

$$PP + CP = (1.875 + 0.12 + 0.315 + (0.029 + 2.00 + 0.073 + 0.50 + 1.00) \cdot 0.60) \cdot 1.35 = 6.04 \text{ kN/m}$$

$$SU = (2.00 \cdot 0.60) \cdot 1.50 = 1.80 \text{ kN/m}$$

$$\text{HEB-100} = 0.204 \text{ kN/m} \cdot 3\text{m} = 0.612 \text{ kN}$$

$$CP + PP = 3.40 \cdot 5.53 = 33.40 \text{ kN}$$

$$SU = 1.80 \cdot 5.53 = 9.95 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 33.40 + 9.95 + 0.612 = 43.96 \text{ kN}$$

Una vez obtenido el valor del descenso de cargas, y suponiendo que la tensión admisible del terreno será de  $3 \text{ Kg/cm}^2$ , procedemos a calcular el dimensionado de la zapata siguiendo la normativa vigente del hormigón, la EHE-08:

$$\sigma = \frac{F}{A} \rightarrow A = \frac{F}{\sigma} = \frac{4396 \text{ Kg}}{3 \text{ Kg/cm}^2} = 1465.33 \text{ cm}^2$$

$$a = \sqrt{A} = \sqrt{1465.33} = 38.28 \approx 40 \text{ cm}$$

Se considera disponer una zapata con 50cm de longitud y 50cm de ancho. Por lo tanto, para calcular el canto de la zapata queda de la siguiente manera:

$$V_{max} = \left( \frac{a}{2} - \frac{b}{2} \right) = \left( \frac{0.50}{2} - \frac{0.10}{2} \right) = 0.20 \text{ m}$$

Siendo:

a, longitud de la zapata

b, longitud del pilar, que en nuestro caso es un pilar metálico HEB100.

Por lo tanto, el canto de la zapata tendrá un valor igual a:

$$h = \frac{V_{max}}{2} = \frac{0.20}{2} = 0.10 \text{ m}$$

No obstante, y debido a que según normativa, el canto mínimo de la zapata debe ser de 25cm, pero se dispondrá un canto igual a 30cm.

#### 58.8.1 Cantos y dimensiones mínimos

El canto mínimo en el borde de las zapatas de hormigón en masa no será inferior a 35 cm.

El canto total mínimo en el borde de los elementos de cimentación de hormigón armado no será inferior a 25 cm si se apoyan sobre el terreno, ni a 40 cm si se trata de encepados sobre pilotes. Además, en este último caso el espesor no será, en ningún punto, inferior al diámetro del pilote.

La distancia existente entre cualquier punto del perímetro del pilote y el contorno exterior de la base del encepado no será inferior a 25 cm.

Según nos refleja la normativa de la EHE-08, el canto de la zapata deberá ser mayor a 25cm o la mitad del vuelo de la zapata. Por lo que, disponemos una zapata con unas dimensiones de 50cm de largo, 50cm de ancho y 30cm de canto.

Una vez obtenidas las dimensiones de la zapata se realizarán las comprobaciones pertinentes que nos refleja la EHE-08.

$$\text{Zapata Rígida} \rightarrow V \leq 2h \rightarrow 0.20 \leq 0.60 \text{ Cumple}$$

$$\text{Zapata Flexible} \rightarrow V \geq 2h \rightarrow 0.20 \geq 0.60 \text{ No Cumple}$$

Por lo tanto, determinamos que la zapata a disponer para aguantar los esfuerzos del pilar, la jácena y el forjado, será rígida. Una vez realizado dicha comprobación, se calcularán las armaduras mínimas que debe disponer la zapata según EHE-08.

Para secciones rectangulares de hormigón armado en flexión simple cuando la resistencia del hormigón es inferior a  $50 \text{ N/mm}^2$ , la expresión del articulado proporciona la siguiente fórmula simplificada:

$$A_s \geq 0,04 A_c \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$\text{Armadura mecánica} \rightarrow 0,04 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,04 \cdot 500 \cdot 300 \cdot \frac{25}{500 \cdot 1,15} = 230 \text{ mm}^2$$

Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1.000, referidas a la sección total de hormigón<sup>(6)</sup>

Tipo de elemento estructural		Tipo de acero	
		Aceros con $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$	Aceros con $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$
Pilares		4,0	4,0
Losas <sup>(1)</sup>		2,0	1,8
Forjados unidireccionales	Nervios <sup>(2)</sup>	4,0	3,0
	Armadura de reparto perpendicular a los nervios <sup>(3)</sup>	1,4	1,1
	Armadura de reparto paralela a los nervios <sup>(3)</sup>	0,7	0,6
Vigas <sup>(4)</sup>		3,3	2,8
Muros <sup>(5)</sup>	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

La armadura a disponer por cuantía geométrica mínima que se define en la tabla 42.3.5 para el caso de losas debe estar repartida en ambas caras del elemento, de forma que su suma sea superior a los valores indicados. En el caso de losas y zapatas de cimentación, debe disponerse siempre en la cara inferior la cuantía mínima de armadura definida en la Tabla 42.3.5 del articulado (1‰ y 0,9‰ en cada dirección para armaduras de  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$  y  $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$ , respectivamente). En la cara superior, sólo deberá disponerse armadura si es conveniente por razones constructivas o si es necesaria por cálculo, debiendo ser su cuantía en dicho caso superior a los valores mínimos antes citados.

$$Armadura\ geométrica \rightarrow \frac{0.9}{1000} \cdot A_c = \frac{0.9}{1000} \cdot 500 \cdot 300 = 135\ mm^2$$

Como la armadura mecánica es más restrictiva que la armadura geométrica, es decir, nos exige más cantidad de armado, tomaremos como valor la armadura mecánica mínima. Para ello calcularemos las barras a disponer con un diámetro 12:

$$N^{\circ}\ Barras = \frac{A_s}{\pi \cdot \phi^2} = \frac{230}{\pi \cdot \left(\frac{12}{2}\right)^2} = 2.05 \approx 3\phi 12$$

El número de barras obtenido se colocara en ambas direcciones de la zapata. Una vez obtenida la cantidad de armado a disponer en la zapata, procedemos a calcular la longitud de anclaje de la zapata:

$$Lb_{neta} = \left[ 1 - 0.66 \left( \frac{h}{v} \right)^2 \cdot \cot \theta^2 \right] \cdot l_b \cdot \frac{A_{s.nec}}{A_{s.real}}$$

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r$$

donde:

$r_{nom}$  Recubrimiento nominal  
 $r_{min}$  Recubrimiento mínimo  
 $\Delta r$  Margen de recubrimiento, en función del nivel de control de ejecución, y cuyo valor será:

- 0 mm en elementos prefabricados con control intenso de ejecución
- 5 mm en el caso de elementos ejecutados *in situ* con nivel intenso de control de ejecución, y
- 10 mm en el resto de los casos

#### Recubrimientos mínimos (mm) para las clases generales de exposición I y II

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm <sup>2</sup> ]	Vida útil de proyecto (t <sub>d</sub> ), (años)	
			50	100
I	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
II a	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25

$$r_{nom} = 20mm + 10mm = 30mm$$

$$V \geq 1.62h \rightarrow 0.20 \geq 1.62 \cdot 0.30 = 0.486 \text{ No Cumple}$$

$$X = 0.50h = 0.50 \cdot 0.30 = 0.15m$$

$$\cot \theta = \frac{V - X}{0.81 \cdot h} = \frac{0.20 - 0.15}{0.81 \cdot 0.30} = 0.206$$

$$l_{bl} = m \varnothing^2 < \frac{f_{yk}}{20} \varnothing$$

Tabla 69.5.1.2.a

Resistencia característica del hormigón (N/mm <sup>2</sup> )	m	
	B 400 S B 400 SD	B 500 S B 500 SD
25	1,2	1,5
30	1,0	1,3
35	0,9	1,2
40	0,8	1,1
45	0,7	1,0
≥ 50	0,7	1,0

$$l_b = 1.5 \cdot 12^2 \leq \frac{500}{20} \cdot 12 \rightarrow 216 \leq 300$$

Como la longitud básica no puede ser menor que 300, se tomara este valor como longitud.

$$L_{b,neto} = \left[ 1 - 0.66 \left( \frac{300}{200} \right)^2 \cdot 0.206^2 \right] \cdot 300 \cdot \frac{230}{339} = 190.71mm$$

Una vez obtenida la longitud de anclaje, determinaremos el tipo de anclaje que se dispondrá en la zapata aislada.

$$L_{b,neto} \leq X - 70mm \rightarrow \text{Anclaje en prolongación recta}$$

$$0.70 \cdot L_{b,neto} \leq X - 70mm \rightarrow \text{Anclaje con patilla}$$

$$L_{b,neto} \geq X - 70mm \rightarrow \text{Prolongación recta sobre patilla}$$

$$0.70 \cdot 190.71 \leq 300 - 70 \rightarrow 133.50 \leq 230 \text{ Anclaje con patilla}$$

La EHE-08 nos determina que la distancia máxima no podrá ser mayor de 30cm, por lo que:

$$D_{max} = \frac{L - 2r_{min} - \varnothing}{n^{\circ} \text{ barras} - 1} = \frac{500 - 2 \cdot 70 - 12}{3 - 1} = \frac{348}{2} = 174 \approx 17cm$$

$$D_{min} = D_{max} - \varnothing = 170 - 12 = 158mm$$

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas, salvo lo indicado en 69.4.1, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

- 20 milímetros salvo en viguetas y losas alveolares pretensadas donde se tomarán 15 mm;
- El diámetro de la mayor;
- 1,25 veces el tamaño máximo del árido (ver 28.3).

En nuestro caso, la distancia entre barras no supera ni el mínimo ni el máximo exigido por la EHE-08. Una vez comprobadas las distancias entre barras, determinaremos la disposición de separadores en la parrilla inferior de la zapata, que según el art. 69.8.2., los separadores se dispondrán cada 100cm o 50 veces el diámetro de la barra.

$$50\phi = 50 \cdot 1.2 = 60\text{cm}$$

Por lo tanto, se colocaran separadores cada 60cm al tresbolillo, al ser más restrictivo.

#### 6.7.1.2. Zapata corrida

Al aplicar los cálculos mínimos exigidos por la normativa (EHE-08) para poder obtener el ancho de la zapata, para una longitud aproximada de 4.30m, obtenemos un canto muy pequeño a causa que solo debe soportar una pequeña jácena de madera laminada con una longitud no mucho mayor a 1m.

Este tipo de cimentación se trabará con el muro para que este forme una unidad estructural y trabajen a la vez. Al tener que soportar cargas con un valor muy pequeño, se dispondrá una cimentación de tipología rígida, ya que será suficiente para poder soportar los esfuerzos a los que está sometido. Se proporcionara el mismo canto que la zapata aislada, pudiendo llegar a disponer una zapata en masa, debido a no ser casi necesario e armado de la cara superior. Por lo tanto, se armara la parrilla superior con el mínimo exigido por la normativa.

La zapata corrida, al tener pocas cargas actuantes sobre ella, podrá dimensionarse con armados mínimos. Por lo tanto:

$$\text{Zapata Rígida} \rightarrow V \leq 2h$$

Al tener un muro de carga de fábrica de ladrillo con un espesor de 20cm, y disponiendo las mismas dimensiones que la zapata aislada, 50x50cm, nos quedará un vuelo de 15cm. Por lo tanto, cumpliría con la normativa, ya que se ha dispuesto un canto de 30cm.

Una vez tenemos las dimensiones de la zapata y cumple con las condiciones mínimas exigidas por la normativa, calcularemos la armadura mínima de la zapata.

$$Armadura\ geométrica \rightarrow \frac{0.9}{1000} \cdot A_c = \frac{0.9}{1000} \cdot 500 \cdot 300 = 135\ mm^2$$

$$Armadura\ mecánica \rightarrow 0.04 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.04 \cdot 500 \cdot 300 \cdot \frac{\frac{25}{1.50}}{1.15} = 230\ mm^2$$

$$N^{\circ}\ Barras = \frac{A_s}{\pi \cdot \phi^2} = \frac{230}{\pi \cdot \left(\frac{12}{2}\right)^2} = 2.05 \approx 3\phi 12$$

La EHE-08 nos determina que la distancia máxima no podrá ser mayor de 30cm, por lo que:

$$D_{max} = \frac{L - 2r_{min} - \phi}{n^{\circ}\ barras - 1} = \frac{500 - 2 \cdot 70 - 12}{3 - 1} = \frac{348}{2} = 174 \approx 17\ cm$$

Por lo tanto, se determina que la zapata corrida dispondrá de las mismas dimensiones que la zapata aislada, excepto su longitud que ira en función de la longitud del muro, y que la armadura también será la misma.

#### 6.7.2. Viga forjado techo planta baja

Las cargas que tendremos en cuenta son las siguientes, y considerando una sección adecuada debido a los cálculos realizados a mano anteriormente:

##### c) CARGAS PERMANENTES

- Viga madera laminada GL24h (sección 12 x 24cm) =  
 $4.20\ kN/m^3 \cdot 0.12m \cdot 0.24m = \mathbf{0.12\ kN/m}$
- Bovedilla cerámica: **0.029 kN/m**
- Capa de compresión (1ª de 5cm + 2ª de 3cm) =  
 $25\ kN/m^3 \cdot 0.08m = \mathbf{2.00\ kN/m^2}$
- Lámina anti-impacto = **0.073 kN/m<sup>2</sup>**
- Pavimento (Tabla C.3 CTE-DE-SE-AE) = **0.50 kN/m<sup>2</sup>**
- Tabique (Tabla C.5 CTE-DE-SE-AE) = **1.00 kN/m<sup>2</sup>**

##### d) CARGAS VARIABLES

- Sobrecarga de Uso (SU) = **2.00 kN/m<sup>2</sup>**

Procediendo al cálculo total de las acciones que actúan sobre las vigas, se deberán mayorar las cargas. Las cargas permanentes deberán multiplicarse por un coeficiente de mayoración de 1.35, y las cargas variables por un coeficiente de 1.50. A todo esto, se multiplicaran las cargas por 0.60m, debido a que es la distancia inter-eje entre las vigas, excepto el peso propio de las vigas.

$$PP + CP = (0.12 + (0.029 + 2.00 + 0.073 + 0.50 + 1.00) \cdot 0.60) \cdot 1.35 = 3.08\ kN/m$$

$$SU = (2.00 \cdot 0.60) \cdot 1.50 = 1.80\ kN/m$$



Por lo tanto, obtenemos dos hipótesis diferentes de acciones que actúan sobre las viguetas de madera. Al ser éstas de madera laminada encolada, se obtendrá un coeficiente de modificación de la tabla 2.4 del CTE-DB-SE-M. La clase de servicio, para determinar el valor del coeficiente de modificación, será 1 porque las vigas estarán expuestas a un ambiente interior. En referencia a la clase de duración, en el caso de las cargas permanentes, tendrán una duración permanente, no obstante, en el caso de las cargas permanentes más las variables, la duración de la carga será media. Por lo tanto:

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	
Madera laminada encolada	UNE-EN 14080	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	
Madera microlaminada	UNE-EN 14374, UNE-EN 14279	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	
Tablero contrachapado	UNE-EN 636	Tipo EN 636-1,2 y 3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		Tipo EN 636-2 y 3	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		Tipo EN 636-3	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Tablero de virutas orientadas (OSB) <sup>1</sup>	UNE-EN 300	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		OSB/3, OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		OSB/3, OSB/4	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Tablero de partículas	UNE-EN 312	Tipo P4, Tipo P5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		Tipo P5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		Tipo P6, Tipo P7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		Tipo P7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Tablero de fibras duro	UNE-EN 622-2	HB.LA, HB.HLA 1 o 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		HB.HLA 1 o 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Tablero de fibras semi-duro	UNE-EN 622-3	MBH.LA 1 o 2,	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MBH.HLS1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MBH.HLS1 o 2	2	-	-	-	0,45	0,80
Tablero de fibras MDF	UNE-EN 622-5	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MDF.HLS	2	-	-	-	0,45	0,80

<sup>1</sup>OSB = Oriented Strand Board. El acrónimo es usado frecuentemente en lengua inglesa y se ha acuñado como un nombre usual para el material en otros idiomas, como de hecho sucede ya en el nuestro

Por otra parte, el CTE nos determina el coeficiente parcial de seguridad que se debe tener en cuenta para el cálculo con madera laminada encolada. Dicho coeficiente se obtendrá de la tabla 2.3 del CTE-DB-SE-M.

**Tabla 2.3 Coeficientes parciales de seguridad para el material,  $\gamma_M$ .**

<b>Situaciones persistentes y transitorias:</b>	
- 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
<b>Situaciones extraordinarias:</b>	
	1,0

Una vez obtenido todos los coeficientes, y haber calculado todas las cargas que actuaran sobre las vigas, se realizaran los cálculos según la normativa de Estado Limite último y Estado Limite de Servicio, así como la resistencia al fuego, a flexión y a cortante que deberá tener la viga.

Para ello, se ha elegido la viga más larga al ser la más desfavorable obteniendo una luz de 4.52m de longitud, más concretamente, las que van desde la fachada principal, hasta el muro de carga que separa la cocina de la despensa de la vivienda en cuestión. Se ha determinado una sección de 12x24cm para las vigas, debido a los cálculos realizados anteriormente a la redacción del estudio de rehabilitación. Por lo que el resultado de los cálculos para las vigas del forjado del techo de la planta baja son los siguientes:

#### 6.7.2.1. Resistencia a flexión

Para determinar la resistencia a flexión de la viga, se deberá cumplir que la tensión producida por las solicitaciones, debe ser menor a la resistencia a flexión determinada por las características del material, es decir:

$$\sigma_{md} \leq f_{md}$$

Para calcular la resistencia de cálculo a flexión, aplicaremos la formula especificada en el apartado 2.2.3 del CTE-DB-SE:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M}$$

Donde:

$K_{mod}$ , el coeficiente de modificación, escogemos el más desfavorable de los dos valores marcados anteriormente en la tabla 2.4 del CTE

$f_{mk}$ , el valor de la resistencia de la madera laminada encolada GL24h, dad por la tabla E3 del CTE, con un valor de 24 N/mm<sup>2</sup>.

**Tabla E.3 Madera laminada encolada homogénea. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente**

Propiedades		Clase Resistente			
		GL24h	GL28h	GL32h	GL36h
<b>Resistencia (característica), en N/mm<sup>2</sup></b>					
- Flexión	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
- Tracción paralela	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
- Tracción perpendicular	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
- Compresión paralela	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31
- Compresión perpendicular	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
- Cortante	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3

$K_h$ , es el factor de altura que será igual a 1.09, calculado a continuación:

Antes de realizar el cálculo de la resistencia a flexión, debemos comprobar el valor del factor de altura que nos indica el CTE para piezas de madera laminada encolada. Para ello se aplicara la siguiente formula:

$$k_h = \left(\frac{600}{h}\right)^{0.1} \leq 1.10 \rightarrow 1.09 \leq 1.10$$

Siendo,

$h$ , canto de la viga a calcular, considerando 240mm

Por lo tanto, aplicamos los valores calculados y obtenidos anteriormente a la formula obtenida del CTE, obteniendo el siguiente resultado:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M} = 0.80 \cdot \frac{24 \cdot 1.09}{1.25} = 16.84 \frac{N}{mm^2} = 16840 \text{ kN/m}^2$$

Una vez sabemos el valor de la resistencia a flexión del material, se calcula la tensión de cálculo según las cargas que actúan (4.88 kN/m) y las dimensiones supuestas de la sección (12x24 cm):

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{W}$$

Donde:

$M_d$ , es el momento de cálculo.

$W$ , es el modulo resistente en función de la sección supuesta en la viga.

Para el cálculo de la tensión, se realizará en función de la luz hasta la que puede resistir dicha sección, comprobando así que la luz que tenemos es menor a la luz máxima que puede resistir dicha sección de la viga. Por lo tanto, el valor de la tensión en función de la luz queda de la siguiente manera:

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{W} = \frac{\frac{P \cdot L^2}{8}}{b \cdot h^2 \cdot 1/6} = \frac{4.88 \cdot L^2}{0.12 \cdot (0.24)^2 \cdot 1/6} = 529.52 \cdot L^2$$

Por lo tanto, la expresión para saber si la luz máxima que resiste la viga de madera con una sección 12 x 24cm, la obtenemos de igualar los resultados y aislar la longitud de la viga y comprobando que es menor que la luz que tenemos actualmente considerada.

$$\sigma_{md} \leq f_{md} \rightarrow 16834 \leq 529.52 \cdot L^2 \rightarrow L \leq \sqrt{\frac{16834}{529.52}} = 5.64m$$

Se comprueba que la sección supuesta para la resistencia de la tensión que actúa sobre las vigas es suficiente, debido a que según los cálculos realizados, podemos disponer hasta una viga de 5.64m, en cuanto a resistencia a flexión, poniendo nosotros una viga con una luz de 4.52m. En conclusión, la sección de la viga de madera resiste perfectamente las tensiones que ocasionan las cargas en el caso más desfavorable del forjado del techo de la planta baja.

#### 6.7.2.2. Resistencia a cortante

Para realizar la comprobación de si la viga resiste los esfuerzos a cortante, seguiremos suponiendo la misma sección de la viga (12x24cm), siguiendo las exigencias del apartado 6.1.8 de la normativa vigente (CTE). Para ello, debe cumplirse la siguiente fórmula:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

Donde:

$\tau_d$ , es la tensión de cálculo a cortante.

$W$ , es el valor de la resistencia de cálculo a cortante.

Para la comprobación a cortante, deberá tenerse en cuenta la influencia de las vetas, teniendo que usar un ancho eficaz de la pieza de madera:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b \rightarrow b_{ef} = 0.67 \cdot 0.12 = 0.08 m$$

Siendo:

$k_{cr}$ , para madera lamina encolada es igual a 0.67

$b$ , es el ancho de la pieza, que en este caso hemos supuesto 0.12m.

Para el cálculo de la resistencia de cálculo a cortante de la viga de madera, lo haremos a partir de la siguiente expresión:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_M}$$

Donde:

$k_{mod}$ , el coeficiente de modificación, escogemos el más desfavorable de los dos valores marcados anteriormente en la tabla 2.4 del CTE

$f_{v,d}$ , es el valor de la resistencia a cortante de la viga de madera laminada encolada GL24h, obtenido de la tabla E1 del CTE, con un valor de 2.70 N/mm<sup>2</sup>.

**Tabla E.3 Madera laminada encolada homogénea. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente**

Propiedades		Clase Resistente			
		GL24h	GL28h	GL32h	GL36h
<b>Resistencia (característica), en N/mm<sup>2</sup></b>					
- Flexión	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
- Tracción paralela	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
- Tracción perpendicular	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
- Compresión paralela	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31
- Compresión perpendicular	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
- Cortante	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = 0.80 \cdot \frac{2.70}{1.25} = 1.728 \text{ N/mm}^2 = 1728 \text{ kN/m}^2$$

Una vez obtenemos el valor de la resistencia a cortante de la madera, procedemos a calcular la tensión de cálculo a cortante según las cargas que actúan sobre las vigas, calculadas anteriormente, y manteniendo la sección supuesta de 12x24cm:

$$\sigma_d = \frac{\vartheta_d}{A}$$

Donde:

$\vartheta_d$ , es el cortante de cálculo del material

A, es el área de la sección de la viga, teniendo en cuenta el ancho eficaz.

Para el cálculo de la tensión, se realizará en función de la luz hasta la que puede resistir dicha sección, comprobando así que la luz que tenemos es menor a la luz máxima que puede resistir dicha sección de la viga. Por lo tanto, el valor de la tensión en función de la luz queda de la siguiente manera:

$$\sigma_d = \frac{\vartheta_d}{A} = \frac{\frac{P \cdot L}{2}}{b_{ef} \cdot h} = \frac{\frac{4.88 \cdot L}{2}}{0.67 \cdot 0.12 \cdot 0.24} = 126.45 \cdot L$$

Por lo tanto, la expresión para saber si la luz máxima que resiste la viga de madera con una sección 12 x 24cm, la obtenemos de igualar los resultados y aislar la longitud de la viga y comprobando que es menor que la luz que tenemos actualmente considerada.

$$\tau_d \leq f_{v,d} \rightarrow 126.45 \cdot L \leq 1728 \rightarrow L \leq \frac{1728}{126.45} = 13.66m$$

Se comprueba que la sección supuesta para la resistencia de la tensión que actúa sobre las vigas es suficiente, debido a que según los cálculos realizados, podemos disponer hasta una viga de 13.66m, en cuanto a resistencia a cortante, poniendo nosotros una viga con una luz de 4.52m. En conclusión, la sección de la viga de madera resiste perfectamente las tensiones que ocasionan las cargas en el caso más desfavorable del forjado del techo de la planta baja.

#### 6.7.2.3. Estado límite último (ELU)

Para la comprobación del cumplimiento del estado límite último de la sección de la viga de madera, se realizaran los mismos cálculos anteriores pero utilizando la longitud que dispondremos en obra de las vigas de madera (en este caso la más desfavorable) sin calcular en función de la longitud máxima que resistiría la viga. Por lo tanto, aplicaremos la longitud a las formulas obtenidas del CTE y comprobando que cumplen con lo establecido en dicha normativa.

##### 6.7.2.3.1. Comprobación de resistencia a flexión

$$\sigma_{md} \leq f_{md}$$

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M} = 0.80 \cdot \frac{24 \cdot 1.09}{1.25} = 16.84 \frac{N}{mm^2} = 16840 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{W} = \frac{\frac{P \cdot L^2}{8}}{b \cdot h^2 \cdot 1/6} = \frac{4.88 \cdot 4.52^2}{0.12 \cdot (0.24)^2 \cdot 1/6} = 10818 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} \leq f_{md} \rightarrow 10818 \leq 16840 \text{ Cumple}$$

##### 6.7.2.3.2. Comprobación de resistencia a cortante

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = 0.80 \cdot \frac{2.70}{1.25} = 1.728 \text{ N/mm}^2 = 1728 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_d = \frac{\vartheta_d}{A} = \frac{\frac{P \cdot L}{2}}{b_{ef} \cdot h} = \frac{4.88 \cdot 4.52}{0.67 \cdot 0.12 \cdot 0.24} = 571.56 \text{ kN/m}^2$$

$$\tau_d \leq f_{v,d} \rightarrow 571.56 \leq 1728 \text{ Cumple}$$

#### 6.7.2.4. Estado límite de servicio (ELS)

Para la comprobación del cumplimiento del estado límite de servicio de la sección de la viga de madera, se comprobaran las flechas que nos determina la normativa (CTE), al usar la combinación de acciones del apartado 4.3 del CTE-DB-SE. Para ello, deberemos tener en cuenta que las cargas de actúan sobre las vigas no deberán estar mayoradas según nos refleja el CTE.

- a) CARGAS PERMANENTES
- Viga madera laminada GL24h (sección 12 x 24cm) =  
 $4.20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.12\text{m} \cdot 0.24\text{m} = \mathbf{0.12 \text{ kN/m}}$
  - Capa de compresión (1ª de 5cm + 2ª de 3cm) =  
 $25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.08\text{m} = \mathbf{2.00 \text{ kN/m}^2}$
  - Lámina anti-impacto =  $\mathbf{0.073 \text{ kN/m}^2}$
  - Pavimento (Tabla C.3 CTE-DE-SE-AE) =  $\mathbf{0.50 \text{ kN/m}^2}$
  - Tabique (Tabla C.5 CTE-DE-SE-AE) =  $\mathbf{1.00 \text{ kN/m}^2}$
- b) CARGAS VARIABLES
- Sobrecarga de Uso (SU) =  $\mathbf{2.00 \text{ kN/m}^2}$

Por lo tanto, las cargas quedaran de la siguiente manera al despreciar los coeficientes de mayoración:

$$PP + CP = 0.12 + (2.00 + 0.073 + 0.50 + 1.00) \cdot 0.60 = 2.26 \text{ kN/m}$$

$$SU = 2.00 \cdot 0.60 = 1.20 \text{ kN/m}$$

Una vez determinadas las cargas que actuaran según la normativa para los estados límites de servicio, el CTE nos establece las flechas que tenemos que tener en cuenta en el apartado 4.3.3.1:

- Integridad: Se tiene en cuenta los elementos constructivos, solo las cargas después de la puesta en obra del elemento estudiado, en este caso, consideraremos los tabiques.

El valor límite de la flecha de integridad consideramos L/500, ya que obtenemos la colocación de los tabiques de ladrillo cerámico, considerados frágiles, que tienen esta limitación de deformación.

- Confort: Se tiene en cuenta las cargas de corta duración, que en nuestro caso, son las sobrecargas de uso. El valor límite de la flecha de confort es de L/350.
- Apariencia: Se tiene en cuenta la combinación de acciones casi permanentes, que en nuestro caso se han de multiplicar las cargas variables por el coeficiente  $\Psi_2$ . El valor límite de la flecha de apariencia es de L/300.

Cabe tener en cuenta, según determina el CTE, el efecto de la fluencia sobre las deformaciones producidas por las cargas permanentes o casi permanentes. Dicha fluencia es el incremento que padece un material cuando se le aplica un esfuerzo constante. Por tanto, se tendrá en cuenta la componente diferida de la deformación, multiplicando la deformación

elástica por un coeficiente  $K_{def}$ , el cual representa los efectos de esta fluencia. La componente diferida se determina a partir de la siguiente expresión:

$$\delta_{dif} = \delta_{ini} \cdot \Psi_2 \cdot k_{def}$$

Donde:

$K_{def}$ , factor de fluencia que se determina en función de la clase de servicio, en nuestro caso clase de servicio 1, e indicada en la tabla 7.1 del CTE

**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
Tablero contrachapado	UNE EN 636			
	Parte 1	0,80	-	-
	Parte 2	0,80	1,00	-
Tablero de virutas orientadas (OSB)	UNE EN 300			
	OSB/2	2,25	-	-
	OSB/3, OSB/4	1,50	2,25	-
Tablero de partículas	UNE EN 312			
	Parte 4	2,25	-	-
	Parte 5	2,25	3,00	-
	Parte 6	1,5	-	-
Tablero de fibras duro	UNE EN 622-2			
	HB.LA	2,25	-	-
	HB.HLS	2,25	3,00	-
Tablero de fibras semiduro	UNE EN 622-3			
	MBH.LA	3,00	-	-
	MBH.HLS	3,00	4,00	-
Tablero de fibras de densidad media (DM)	UNE EN 622-5			
	MDF.LA	2,25	-	-
	MDF.HLS	2,25	3,00	-
Tablero de fibras blando	UNE EN 622-4	3,00	4,00	-

$\Psi_2$ , es el coeficiente de simultaneidad obtenido de la tabla 4.2 del CTE. En el caso de cargas permanentes, según CTE, adoptara un valor de 1, y para cargas variables adoptara un valor igual a 0.30.

**Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )**

	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
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 F)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría G)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	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.



$\Delta_{ini}$ , es el desplazamiento elástico, que se obtiene del prontuario y en este caso tendrá un valor igual a:

$$f = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

Donde:

P, es el peso de las cargas aplicadas en cada una de las flechas determinadas por el CTE.

L, es la luz de la viga, que en nuestro caso es igual a 4.52m.

E, es el módulo de elasticidad medio, obtenido de la tabla E4 del CTE-DB-SE

I, es el módulo de inercia de la viga.

$$f = \frac{5 \cdot P \cdot 4.52^4}{384 \cdot 11.6 \cdot 10^6 \cdot \frac{0.12 \cdot 0.24^3}{12}} = 3.39 \cdot 10^{-3} \cdot P$$

#### 6.7.2.4.1. Flecha de Integridad

Para calcular la flecha de integridad, debemos basarnos en la siguiente expresión obtenida por el CTE:

$$f_{dif PERM} + f_{ini SU} \leq \frac{L}{500}$$

- a) Primero calcularemos la flecha diferida provocada por las cargas permanentes

$$\begin{aligned} f_{dif} &= \delta_{ini} \cdot \Psi_2 \cdot k_{def} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} \cdot 1 \cdot 0.60 = 3.39 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot 1 \cdot 0.60 \\ &= 3.39 \cdot 10^{-3} \cdot 2.24 \cdot 1 \cdot 0.60 = 0.0046m \end{aligned}$$

- b) Después calcularemos el desplazamiento elástico causado por las cargas variables

$$f_{ini SU} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 3.39 \cdot 10^{-3} \cdot P = 3.39 \cdot 10^{-3} \cdot 1.20 = 0.0041m$$

Por lo tanto, el valor de la flecha de integridad será igual a la suma de las flechas obtenidas, quedando un valor de 0.0046+0.0041=0.0087m. Una vez obtenemos este valor, se deberá comprobar que la flecha de integridad obtenida es menor a la luz de la viga entre 500:

$$f_{dif PERM} + f_{ini SU} \leq \frac{L}{500} \rightarrow 0.0087 \leq \frac{4.52}{500} \rightarrow 0.0087 \leq 0.0090 \text{ Cumple}$$

#### 6.7.2.4.2. Flecha de Confort

Para calcular la flecha de confort, debemos basarnos en la siguiente expresión obtenida por el CTE:

$$f_{ini\ SU} \leq \frac{L}{350}$$

- a) Calcularemos el desplazamiento elástico causado por las cargas variables

$$f_{ini\ SU} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 3.39 \cdot 10^{-3} \cdot P = 3.39 \cdot 10^{-3} \cdot 1.20 = 0.0041m$$

Por lo tanto, el valor de la flecha de confort deberá ser inferior a la luz de la viga entre 350, quedando la expresión de la siguiente forma:

$$f_{ini\ SU} \leq \frac{L}{350} \rightarrow 0.0041 \leq \frac{4.52}{350} \rightarrow 0.0041 \leq 0.0129 \text{ Cumple}$$

#### 6.7.2.4.3. Flecha de Apariencia

Para calcular la flecha de apariencia, debemos basarnos en la siguiente expresión obtenida por el CTE:

$$f_{ini\ PERM} + f_{dif\ PERM} + f_{ini\ SU} \cdot \Psi_2 \leq \frac{L}{300}$$

- a) Primero calcularemos la flecha diferida provocada por las cargas permanentes:

$$f_{ini\ PERM} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 3.39 \cdot 10^{-3} \cdot P = 3.39 \cdot 10^{-3} \cdot 2.24 = 0.0076m$$

- b) A continuación, calcularemos la flecha diferida provocada por las cargas permanentes:

$$\begin{aligned} f_{dif\ PERM} &= \delta_{ini} \cdot \Psi_2 \cdot k_{def} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} \cdot 1 \cdot 0.60 = 3.39 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot 1 \cdot 0.60 = \\ &= 3.39 \cdot 10^{-3} \cdot 2.24 \cdot 1 \cdot 0.60 = 0.0046m \end{aligned}$$

- c) Finalmente, calcularemos el desplazamiento elástico causado por las cargas variables:

$$\begin{aligned} f_{ini\ SU} \cdot \Psi_2 &= \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} \cdot \Psi_2 = 3.39 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot \Psi_2 = \\ &= 3.39 \cdot 10^{-3} \cdot 1.20 \cdot 0.30 = 0.0012m \end{aligned}$$

Por lo tanto, el valor de la flecha de apariencia será igual a la suma de las flechas obtenidas, quedando un valor de  $0.0076+0.0046+0.0012 = 0.0134m$ . Una vez obtenemos este valor, se deberá comprobar que la flecha de apariencia obtenida es menor a la luz de la viga entre 300:

$$f_{ini PERM} + f_{dif PERM} + f_{ini SU} \cdot \Psi_2 \leq \frac{L}{300}$$
$$\rightarrow 0.0134 \leq \frac{4.52}{300} \rightarrow 0.0134 \leq 0.0150 \text{ Cumple}$$

Por lo tanto, la sección de la viga (12x24cm) cumple tanto con los estados límites últimos, como con los estado límites de servicio que nos exige la normativa vigente que debe cumplir la viga para poder resistir las cargas a las que está sometida.

#### 6.7.2.5. Resistencia al fuego de estructuras de madera

A continuación, se calculara la resistencia al fuego de la madera en caso de incendio con una duración de 30min. Se utilizará el método reducido para la comprobación de la capacidad portante de las vigas.

Para empezar, se calculara la profundidad eficaz de carbonización,  $d_{ef}$ , durante un periodo de tiempo de 30min, a través de la siguiente expresión:

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

Donde:

$k_0$ , es un valor igual a 1 para un tiempo igual o superior a 20min.

$d_0$ , es un valor igual a 7mm, según CTE.

$d_{char}$ , es la profundidad carbonizada nominal de cálculo y se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$d_{char} = \beta_n \cdot t$$

Donde:

$t$ , es el tiempo de exposición al fuego, 30min.

$\beta_n$ , es la velocidad de carbonización nominal, determinada a partir de la tabla E1 del CTE.

Tabla E.1. Velocidad de carbonización nominal de cálculo,  $\beta_n$ , de maderas sin protección

	$\beta_n$ (mm/min)
<b>Coníferas y haya</b>	
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
<b>Fronzosas</b>	
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica de $290 \text{ kg/m}^3$ <sup>(1)</sup>	0,70
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,55
<b>Madera microlaminada</b>	
Con una densidad característica $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,70

<sup>(1)</sup> Para densidad característica comprendida entre 290 y 450  $\text{kg/m}^3$ , se interpolará linealmente

Una vez obtenida la profundidad de carbonización, se obtiene la profundidad eficaz:

$$d_{char} = \beta_n \cdot t = 0.70 \cdot 30 = 21 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = d_{char} + k_0 \cdot d_0 = 21 + 1 \cdot 7 = 28 \text{ mm} = 2.80 \text{ cm}$$

Por lo tanto, las dimensiones de la sección de las vigas de madera, se le debe restar la sección eficaz, quedando así los siguientes valores:

- Ancho:  $12 \text{ cm} - (2 \times 2.80) = 6.40 \text{ cm}$
- Canto:  $24 - 2.80 = 21.20 \text{ cm}$

Se debe comprobar la resistencia a flexión, por lo que deberá cumplirse la siguiente expresión, mencionada ya anteriormente:

$$\sigma_{md} \leq f_{md}$$

Para calcular la resistencia de cálculo a flexión, aplicaremos la fórmula especificada en el apartado 2.2.3 del CTE-DB-SE:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M}$$

Donde:

$K_{mod}$ , el coeficiente de modificación, escogemos el más desfavorable de los dos valores marcados anteriormente en la tabla 2.4 del CTE

$f_{mk}$ , el valor de la resistencia de la madera laminada encolada GL24h, dad por la tabla E3 del CTE, con un valor de  $24 \text{ N/mm}^2$ .

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M} = 1 \cdot \frac{24}{1} = 24 \text{ N/mm}^2 = 24000 \text{ kN/mm}^2$$

\*En caso de incendio el valor del coeficiente de modificación y el factor de seguridad toman un valor igual a 1, según indica el CTE-DB-SI en el anejo 2.

A continuación, se calcula la tensión de cálculo producida por las solicitaciones pero con la sección eficaz obtenida:

$$\sigma_{md} = \frac{M_{df}}{W}$$

Donde:

$M_{df}$ , es el momento de cálculo.

$W$ , es el modulo resistente en función de la sección supuesta en la viga.

$$M_{df} = 1 \cdot \frac{P \cdot L^2}{8} + 1 \cdot \Psi_1 \frac{P \cdot L^2}{8} = 1 \cdot \frac{3.08 \cdot 4.52^2}{8} + 1 \cdot 0.50 \frac{1.80 \cdot 4.52^2}{8} = 10.16 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} = \frac{M_{df}}{W} = \frac{10.16}{0.064 \cdot 0.212^2 \cdot 1/6} = 21193.04 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} \leq f_{md} \rightarrow 21193.04 \leq 24000 \text{ Cumple}$$

Cumple a flexión, por lo tanto, la viga de madera resiste más de 30 minutos la acción del fuego, siempre que no falle la traba lateral en este periodo de tiempo y por tanto la viga no pueda sufrir un vuelco lateral.

### 6.7.3. Viga forjado techo planta piso

Las cargas que tendremos en cuenta son las siguientes, y considerando una sección adecuada debido a los cálculos realizados a mano anteriormente:

- a) CARGAS PERMANENTES
  - Viga madera laminada GL24h (sección 12 x 24cm) =  
 $4.20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.12\text{m} \cdot 0.24\text{m} = \mathbf{0.12 \text{ kN/m}}$
  - Capa de compresión (1ª de 4cm + 2ª de 3.50cm) =  
 $25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.075\text{m} = \mathbf{1.875 \text{ kN/m}^2}$
  - Aislamiento Térmico XPS =  $\mathbf{0.16 \text{ kN/m}^2}$
  - Lámina Impermeabilizante SBS =  $\mathbf{0.03 \text{ kN/m}^2}$
  - Teja árabe curva =  $\mathbf{0.475 \text{ kN/m}^2}$
- b) CARGAS VARIABLES
  - Sobrecarga de Uso (SU) =  $\mathbf{0.40 \text{ kN/m}^2}$
  - Nieve (CTE-DB-SE-AE) =  $\mathbf{0.20 \text{ kN/m}^2}$
  - Viento =  $\mathbf{0.14 \text{ kN/m}^2}$  \*Cálculos realizados a continuación

Para realizar los cálculos de resistencia a las cargas actuantes sobre las vigas de madera de la cubierta, deberemos tener en cuenta las cargas variables del viento y de la nieve. Para ello deberemos calcular la fuerza del viento que puede actuar sobre dicha vivienda, ya que según

nos refleja el CTE y en la ubicación en la que está la vivienda a estudiar, se considera una carga de  $0.20 \text{ kN/m}^2$ . Por lo tanto, la expresión para calcular la fuerza del viento, según el apartado 3.3 del CTE, es la siguiente:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Siendo:

$q_b$ , la presión dinámica del viento. Pudiendo adoptar el valor de  $0.50 \text{ kN/m}$ .

$c_e$ , el coeficiente de exposición. Determinado por la tabla 3.3 del CTE, con un grado de aspereza de IV y una altura aproximada de  $6 \text{ m}$ .

Tabla 3.3 Valores del coeficiente de exposición  $c_e$

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

$c_p$ , el coeficiente eólico o de presión, dependiendo de la forma y orientación de la superficie respecto al viento (apartado 3.3.4 – 3.3.5 del CTE)

Para poder determinar dicho valor, se deberá determinar la esbeltez de la vivienda relacionando el alto por el ancho de la edificación:

$$Esbeltez = \frac{Alto}{Ancho} = \frac{7.55}{10.58} = 0.71$$

Por lo tanto, según la tabla 3.5 del CTE, el coeficiente eólico de succión tendrá un valor igual a  $-0.40$ ; no obstante, el coeficiente eólico de presión tendrá un valor entre  $0.70$  y  $0.8$ , que interpolando nos da un valor de  $0.78$ .

Tabla 3.4 Coeficiente eólico en edificios de pisos

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	<0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≤5,00
Coeficiente eólico de presión, $c_p$	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coeficiente eólico de succión, $c_s$	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	0,6	0,7

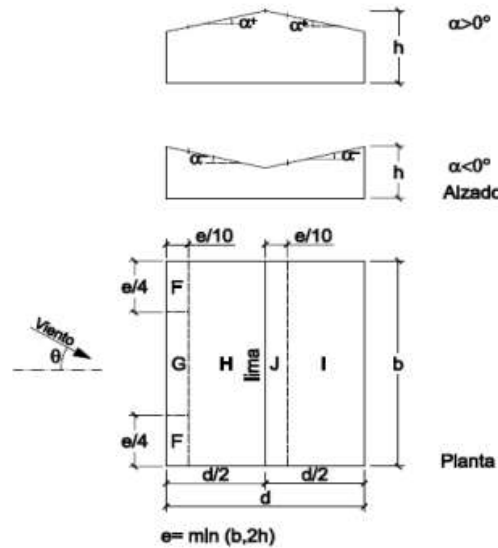
Una vez obtenidos todos los valores de la ecuación, obtenemos el valor de succión y presión de la cubierta:

$$c_p = 0.50 \cdot 1.40 \cdot 0.78 = 0.546 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{10.58}{2} \text{ m} = 2.89 \text{ kN/m}$$

$$c_s = 0.50 \cdot 1.40 \cdot (-0.40) = 0.28 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{10.58}{2} \text{ m} = 1.48 \text{ kN/m}$$

Una vez llegado a este punto, según la tabla D6 del CTE debido a que tenemos una cubierta a dos aguas, podremos determinar el valor de la carga del viento, ya que suponemos que en la cubierta tendremos un efecto del viento de presión.

Dirección del viento  $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



Pendiente de la cubierta $\alpha$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	$\geq 10$	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	$\leq 1$	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	$\geq 10$	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	$\leq 1$	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	$\geq 10$	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	$\leq 1$	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	$\geq 10$	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	$\leq 1$	-2,5	-2	-1,2	-0,6	-0,6
5°	$\geq 10$	-1,7	-1,2	-0,6	0,2	0,2
	$\leq 1$	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	$\geq 10$	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	$\leq 1$	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
30°	$\geq 10$	-2	-1,5	-0,3	-0,4	-1,5
	$\leq 1$	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
45°	$\geq 10$	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,4	0	0
60°	$\geq 10$	-1,5	-1,5	-0,2	-0,4	-0,5
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,4	0	0
75°	$\geq 10$	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
75°	$\geq 10$	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
75°	$\geq 10$	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
75°	$\geq 10$	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3
	$\leq 1$	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3

La pendiente de la cubierta es aproximadamente 15°, y a superficie es mayor a 10, por lo que tomaremos el valor del coeficiente de presión exterior igual a 0.20. Por lo tanto, el valor de la carga del viento queda de la siguiente manera:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0.50 \cdot 1.40 \cdot 0.20 = 0.14 \text{ kN/m}^2$$

Una vez obtenido el valor de la carga del viento que actúa sobre la cubierta, procedemos a realizar las comprobaciones de que la sección de 12x24cm de las vigas de madera resisten los esfuerzos producidos por las cargas permanentes y las cargas variables. Para ello, realizaremos los mismos cálculos realizados para la comprobación del forjado del techo de la planta baja, teniendo en cuenta la existencia de más cargas variables, provocando la aparición de más hipótesis.

ELU	PP + CP	SU	Nieve	Viento	Carga (Q)	Duración	K <sub>mod</sub>	Q/ K <sub>mod</sub>
PP + CP	1.35	-	-	-	2.22	Permanente	0.60	3.70
SU	1.35	1.50	1.50·0.5=0.75	1.50·0.6=0.90	3.10	Corta	0.90	3.44
Nieve	1.35	1.50·0=0	1.50	1.50·0.6=0.90	2.65	Corta	0.90	2.94
Viento	1.35	1.50·0=0	1.50·0.5=0.75	1.50	2.58	Corta	0.90	2.87

$$CP+PP = (0.12 + (1.875 + 0.16 + 0.03 + 0.475) \cdot 0.60) \cdot 1.35 = 2.22 \text{ kN/m}^2$$

$$SU = 2.22 + 0.40 \cdot 1.50 + 0.20 \cdot 0.75 + 0.14 \cdot 0.90 = 3.10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Nieve} = 2.22 + 0.40 \cdot 0 + 0.20 \cdot 1.50 + 0.14 \cdot 0.90 = 2.65 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Viento} = 2.22 + 0.40 \cdot 0 + 0.20 \cdot 0.75 + 0.14 \cdot 1.50 = 2.58 \text{ kN/m}^2$$

Cuando tengamos calculadas las hipótesis, escogeremos la más desfavorable en cuanto a las hipótesis de las cargas variables, además de la hipótesis de la carga permanente. A partir de éstas, realizaremos los mismos cálculos realizados anteriormente, determinando las resistencia a flexión, a cortante y el cumplimiento de los ELU y ELS.

#### 6.7.3.1. Resistencia a flexión

Para determinar la resistencia a flexión de la viga, se deberá cumplir que la tensión producida por las sollicitaciones, debe ser menor a la resistencia a flexión determinada por las características del material, es decir:

$$\sigma_{md} \leq f_{md}$$

Para calcular la resistencia de cálculo a flexión, aplicaremos la formula especificada en el apartado 2.2.3 del CTE-DB-SE:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M}$$



Donde:

$K_{mod}$ , el coeficiente de modificación, escogemos el más desfavorable de los dos valores de la tabla 2.4 del CTE, que en este caso es 0.60 y 0.90.

$f_{mk}$ , el valor de la resistencia de la madera laminada encolada GL24h, dada por la tabla E3 del CTE, con un valor de 24 N/mm<sup>2</sup>.

$K_h$ , es el factor de altura que será igual a 1.09, calculado a continuación:

Antes de realizar el cálculo de la resistencia a flexión, debemos comprobar el valor del factor de altura que nos indica el CTE para piezas de madera laminada encolada. Para ello se aplicara la siguiente formula:

$$k_h = \left(\frac{600}{h}\right)^{0.1} \leq 1.10 \rightarrow 1.09 \leq 1.10$$

Siendo,

h, canto de la viga a calcular, considerando 240mm

Por lo tanto, aplicamos los valores calculados y obtenidos anteriormente a la formula obtenida del CTE, obteniendo el siguiente resultado:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M} = 0.90 \cdot \frac{24 \cdot 1.09}{1.25} = 18.84 \frac{N}{mm^2} = 18835.20 \text{ kN/m}^2$$

Una vez sabemos el valor de la resistencia a flexión del material, se calcula la tensión de cálculo según las cargas que actúan (4.88 kN/m) y las dimensiones supuestas de la sección (12x24 cm):

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{W}$$

Donde:

$M_d$ , es el momento de cálculo.

W, es el modulo resistente en función de la sección supuesta en la viga.

Para el cálculo de la tensión, se realizará en función de la luz hasta la que puede resistir dicha sección, comprobando así que la luz que tenemos es menor a la luz máxima que puede resistir dicha sección de la viga. Por lo tanto, el valor de la tensión en función de la luz queda de la siguiente manera:

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{W} = \frac{\frac{P \cdot L^2}{8}}{b \cdot h^2 \cdot 1/6} = \frac{3.44 \cdot 0.60 \cdot L^2}{0.12 \cdot (0.24)^2 \cdot 1/6} = 224.25 \cdot L^2$$

Por lo tanto, la expresión para saber si la luz máxima que resiste la viga de madera con una sección 12 x 24cm, la obtenemos de igualar los resultados y aislar la longitud de la viga y comprobando que es menor que la luz que tenemos actualmente considerada.

$$\sigma_{md} \leq f_{md} \rightarrow 18835.2 \leq 224.25 \cdot L^2 \rightarrow L \leq \sqrt{\frac{18835.2}{224.25}} = 9.16m$$

Se comprueba que la sección supuesta para la resistencia de la tensión que actúa sobre las vigas es suficiente, debido a que según los cálculos realizados, podemos disponer hasta una viga de 9.16m, en cuanto a resistencia a flexión, poniendo nosotros una viga con una luz de 4.94m. En conclusión, la sección de la viga de madera resiste perfectamente las tensiones que ocasionan las cargas en el caso más desfavorable del forjado del techo de la planta baja.

#### 6.7.3.2. Resistencia a cortante

Para realizar la comprobación de si la viga resiste los esfuerzos a cortante, seguiremos suponiendo la misma sección de la viga (12x24cm), siguiendo las exigencias del apartado 6.1.8 de la normativa vigente (CTE). Para ello, debe cumplirse la siguiente fórmula:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

Donde:

$\tau_d$ , es la tensión de cálculo a cortante.

$W$ , es el valor de la resistencia de cálculo a cortante.

Para la comprobación a cortante, deberá tenerse en cuenta la influencia de las vetas, teniendo que usar un ancho eficaz de la pieza de madera:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b \rightarrow b_{ef} = 0.67 \cdot 0.12 = 0.08 m$$

Siendo:

$k_{cr}$ , para madera lamina encolada es igual a 0.67

$b$ , es el ancho de la pieza, que en este caso hemos supuesto 0.12m.

Para el cálculo de la resistencia de cálculo a cortante de la viga de madera, lo haremos a partir de la siguiente expresión:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_M}$$

Donde:

$k_{mod}$ , el coeficiente de modificación, escogemos el más desfavorable de los dos valores marcados anteriormente en la tabla 2.4 del CTE

$F_{v,d}$ , es el valor de la resistencia a cortante de la viga de madera laminada encolada GL24h, obtenido de la tabla E1 del CTE, con un valor de 2.70 N/mm<sup>2</sup>.

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = 0.90 \cdot \frac{2.70}{1.25} = 1.944 \text{ N/mm}^2 = 1944 \text{ kN/m}^2$$

Una vez obtenemos el valor de la resistencia a cortante de la madera, procedemos a calcular la tensión de cálculo a cortante según las cargas que actúan sobre las vigas, calculadas anteriormente, y manteniendo la sección supuesta de 12x24cm:

$$\sigma_d = \frac{\vartheta_d}{A}$$

Donde:

$\vartheta_d$ , es el cortante de cálculo del material

A, es el área de la sección de la viga, teniendo en cuenta el ancho eficaz.

Para el cálculo de la tensión, se realizará en función de la luz hasta la que puede resistir dicha sección, comprobando así que la luz que tenemos es menor a la luz máxima que puede resistir dicha sección de la viga. Por lo tanto, el valor de la tensión en función de la luz queda de la siguiente manera:

$$\sigma_d = \frac{\vartheta_d}{A} = \frac{\frac{P \cdot L}{2}}{b_{ef} \cdot h} = \frac{3.44 \cdot 0.60 \cdot L}{2 \cdot 0.67 \cdot 0.12 \cdot 0.24} = 53.48 \cdot L$$

Por lo tanto, la expresión para saber si la luz máxima que resiste la viga de madera con una sección 12 x 24cm, la obtenemos de igualar los resultados y aislar la longitud de la viga y comprobando que es menor que la luz que tenemos actualmente considerada.

$$\tau_d \leq f_{v,d} \rightarrow 53.48 \cdot L \leq 1944 \rightarrow L \leq \frac{1944}{53.48} = 36.35m$$

Se comprueba que la sección supuesta para la resistencia de la tensión que actúa sobre las vigas es suficiente, debido a que según los cálculos realizados, podemos disponer hasta una viga de 36.35m, en cuanto a resistencia a cortante, poniendo nosotros una viga con una luz de 4.94m. En conclusión, la sección de la viga de madera resiste perfectamente las tensiones que ocasionan las cargas en el caso más desfavorable del forjado del techo de la planta baja.

### 6.7.3.3. Estado límite último (ELU)

Para la comprobación del cumplimiento del estado límite último de la sección de la viga de madera, se realizarán los mismos cálculos anteriores pero utilizando la longitud que dispondremos en obra de las vigas de madera (en este caso la más desfavorable) sin calcular en función de la longitud máxima que resistiría la viga. Por lo tanto, aplicaremos la longitud a las formulas obtenidas del CTE y comprobando que cumplen con lo establecido en dicha normativa.

#### 6.7.3.3.1. Comprobación de resistencia a flexión

$$\sigma_{md} \leq f_{md}$$

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M} = 0.90 \cdot \frac{24 \cdot 1.09}{1.25} = 18.84 \frac{N}{mm^2} = 18835.20 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{W} = \frac{\frac{P \cdot L^2}{8}}{b \cdot h^2 \cdot 1/6} = \frac{3.44 \cdot 0.60 \cdot 4.94^2}{8}{0.12 \cdot (0.24)^2 \cdot 1/6} = 5465.39 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} \leq f_{md} \rightarrow 5465.39 \leq 18835.20 \text{ Cumple}$$

#### 6.7.3.3.2. Comprobación de resistencia a cortante

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = 0.90 \cdot \frac{2.70}{1.25} = 1.944 \text{ N/mm}^2 = 1944 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_d = \frac{\vartheta_d}{A} = \frac{\frac{P \cdot L}{2}}{b_{ef} \cdot h} = \frac{3.44 \cdot 0.60 \cdot 4.94}{2}{0.67 \cdot 0.12 \cdot 0.24} = 264.20 \text{ kN/m}^2$$

$$\tau_d \leq f_{v,d} \rightarrow 264.20 \leq 1944 \text{ Cumple}$$

### 6.7.3.4. Estado límite de servicio (ELS)

Para la comprobación del cumplimiento del estado límite de servicio de la sección de la viga de madera, se comprobarán las flechas que nos determina la normativa (CTE), al usar la combinación de acciones del apartado 4.3 del CTE-DB-SE. Para ello, deberemos tener en cuenta que las cargas de actúan sobre las vigas no deberán estar mayoradas según nos refleja el CTE.

a) CARGAS PERMANENTES

- Viga madera laminada GL24h (sección 12 x 24cm) =  
 $4.20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.12\text{m} \cdot 0.24\text{m} = \mathbf{0.12 \text{ kN/m}}$
- Capa de compresión (1ª de 4cm + 2ª de 3.50cm) =  
 $25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.075\text{m} = \mathbf{1.875 \text{ kN/m}^2}$
- Aislamiento Térmico XPS =  $\mathbf{0.16 \text{ kN/m}^2}$
- Lámina Impermeabilizante SBS =  $\mathbf{0.03 \text{ kN/m}^2}$
- Teja árabe curva =  $\mathbf{0.475 \text{ kN/m}^2}$

b) CARGAS VARIABLES

- Sobrecarga de Uso (SU) =  $\mathbf{0.40 \text{ kN/m}^2}$
- Nieve (CTE-DB-SE-AE) =  $\mathbf{0.20 \text{ kN/m}^2}$
- Viento =  $\mathbf{0.14 \text{ kN/m}^2}$

Por lo tanto, las cargas quedaran de la siguiente manera al despreciar los coeficientes de mayoración:

$$PP + CP = 0.12 + (1.875 + 0.16 + 0.03 + 0.475) \cdot 0.60 = 1.64 \text{ kN/m}$$

$$SU = 0.40 \cdot 0.60 = 0.24 \text{ kN/m}$$

$$\text{Nieve} = 0.20 \cdot 0.60 = 0.12 \text{ kN/m}$$

$$\text{Viento} = 0.14 \cdot 0.60 = 0.084 \text{ kN/m}$$

Una vez determinadas las cargas que actuaran según la normativa para los estados límites de servicio, el CTE nos establece las flechas que tenemos que tener en cuenta en el apartado 4.3.3.1:

- Integridad: Se tiene en cuenta los elementos constructivos, solo las cargas después de la puesta en obra del elemento estudiado, en este caso, consideraremos los tabiques.

El valor límite de la flecha de integridad consideramos  $L/500$ , ya que obtenemos la colocación de los tabiques de ladrillo cerámico, considerados frágiles, que tienen esta limitación de deformación.

- Confort: Se tiene en cuenta las cargas de corta duración, que en nuestro caso, son las sobrecargas de uso. El valor límite de la flecha de confort es de  $L/350$ .
- Apariencia: Se tiene en cuenta la combinación de acciones casi permanentes, que en nuestro caso se han de multiplicar las cargas variables por el coeficiente  $\Psi_2$ . El valor límite de la flecha de apariencia es de  $L/300$ .

Cabe tener en cuenta, según determina el CTE, el efecto de la fluencia sobre las deformaciones producidas por las cargas permanentes o casi permanentes. Dicha fluencia es el incremento que padece un material cuando se le aplica un esfuerzo constante. Por tanto, se tendrá en cuenta la componente diferida de la deformación, multiplicando la deformación elástica por un coeficiente  $K_{def}$ , el cual representa los efectos de esta fluencia. La componente diferida se determina a partir de la siguiente expresión:

$$\delta_{dif} = \delta_{ini} \cdot \Psi_2 \cdot k_{def}$$

Donde:

$K_{def}$ , factor de fluencia que se determina en función de la clase de servicio, en nuestro caso clase de servicio 1, e indicada en la tabla 7.1 del CTE

$\Psi_2$ , es el coeficiente de simultaneidad obtenido de la tabla 4.2 del CTE. En el caso de cargas permanentes, según CTE, adoptara un valor de 1, y para cargas variables adoptara un valor igual a 0.30.

$\Delta_{ini}$ , es el desplazamiento elástico, que se obtiene del prontuario y en este caso tendrá un valor igual a:

$$f = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

Donde:

P, es el peso de las cargas aplicadas en cada una de las flechas determinadas por el CTE.

L, es la luz de la viga, que en nuestro caso es igual a 4.52m.

E, es el módulo de elasticidad medio, obtenido de la tabla E4 del CTE-DB-SE

I, es el módulo de inercia de la viga.

$$f = \frac{5 \cdot P \cdot 4.94^4}{384 \cdot 11.6 \cdot 10^6 \cdot \frac{0.12 \cdot 0.24^3}{12}} = 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot P$$

#### 6.7.3.4.1. Flecha de Integridad

Para calcular la flecha de integridad, debemos basarnos en la siguiente expresión obtenida por el CTE:

$$f_{dif PERM} + f_{ini SU} + f_{ini N} \cdot \Psi_0 + f_{ini V} \cdot \Psi_0 \leq \frac{L}{500}$$

a) Primero calcularemos la flecha diferida provocada por las cargas permanentes

$$f_{dif} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} \cdot 1 \cdot 0.60 = 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot 1 \cdot 0.60 \cdot \cos 15$$

$$= 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot 1.64 \cdot 1 \cdot 0.60 \cdot \cos 15 = 0.0046m$$

b) Después calcularemos el desplazamiento elástico causado por las cargas variables

$$f_{ini\ SU} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot \cos 15 =$$

$$4.836 \cdot 10^{-3} \cdot 0.24 \cdot \cos 15 = 0.0011m$$

$$f_{ini\ N} \cdot \Psi_0 = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot 0.50 \cdot \cos 15 =$$

$$4.836 \cdot 10^{-3} \cdot 0.12 \cdot 0.50 \cdot \cos 15 = 0.00028m$$

$$f_{ini\ V} \cdot \Psi_0 = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot 0.60 \cdot \cos 15 =$$

$$4.836 \cdot 10^{-3} \cdot 0.084 \cdot 0.60 \cdot \cos 15 = 0.00024m$$

Por lo tanto, el valor de la flecha de integridad será igual a la suma de las flechas obtenidas, quedando un valor de  $0.0046+0.0011+0.00028+0.00024=0.0062m$ . Una vez obtenemos este valor, se deberá comprobar que la flecha de integridad obtenida es menor a la luz de la viga entre 500:

$$f_{dif\ PERM} + f_{ini\ SU} \leq \frac{L}{500} \rightarrow 0.0062 \leq \frac{4.94}{500} \rightarrow 0.0062 \leq 0.0099 \text{ Cumple}$$

#### 6.7.3.4.2. Flecha de Confort

Para calcular la flecha de confort, debemos basarnos en la siguiente expresión obtenida por el CTE:

$$f_{ini\ SU} + f_{ini\ N} \cdot \Psi_0 + f_{ini\ V} \cdot \Psi_0 \leq \frac{L}{350}$$

a) Calcularemos el desplazamiento elástico causado por las cargas variables

$$f_{ini\ SU} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot \cos 15 =$$

$$4.836 \cdot 10^{-3} \cdot 0.24 \cdot \cos 15 = 0.0011m$$

$$f_{ini\ N} \cdot \Psi_0 = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot 0.50 \cdot \cos 15 =$$

$$4.836 \cdot 10^{-3} \cdot 0.12 \cdot 0.50 \cdot \cos 15 = 0.00028m$$

$$f_{ini\ V} \cdot \Psi_0 = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot 0.60 \cdot \cos 15 =$$

$$4.836 \cdot 10^{-3} \cdot 0.084 \cdot 0.60 \cdot \cos 15 = 0.00024m$$

Por lo tanto, el valor de la flecha de confort será igual a la suma de las flechas obtenidas, quedando un valor de  $0.0011 + 0.00028 + 0.00024 = 0.0016m$ . Una vez obtenemos este valor, se deberá comprobar que la flecha de integridad obtenida es menor a la luz de la viga entre 350:

$$f_{ini\ SU} + f_{ini\ N} \cdot \Psi_0 + f_{ini\ V} \cdot \Psi_0 \leq \frac{L}{350}$$

$$\rightarrow 0.0016 \leq \frac{4.94}{350} \rightarrow 0.0016 \leq 0.0140 \text{ Cumple}$$

#### 6.7.3.4.3. Flecha de Apariencia

Para calcular la flecha de apariencia, debemos basarnos en la siguiente expresión obtenida por el CTE:

$$f_{ini\ PERM} + f_{dif\ PERM} + f_{ini\ SU} \cdot \Psi_2 + f_{ini\ N} \cdot \Psi_2 + f_{ini\ V} \cdot \Psi_2 \leq \frac{L}{300}$$

- a) Primero calcularemos la flecha diferida provocada por las cargas permanentes:

$$f_{ini\ PERM} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot \cos 15 =$$

$$4.836 \cdot 10^{-3} \cdot 1.64 \cdot \cos 15 = 0.0078m$$

$$f_{dif\ PERM} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} \cdot 1 \cdot 0.60 = 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot 1 \cdot 0.60 \cdot \cos 15$$

$$= 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot 1.64 \cdot 1 \cdot 0.60 \cdot \cos 15 = 0.0046m$$

- b) Finalmente, calcularemos el desplazamiento elástico causado por las cargas variables:

$$f_{ini\ SU} \cdot \Psi_2 = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} \cdot \Psi_2 = 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot \Psi_2 \cdot \cos 15$$

$$= 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot 0.24 \cdot 0 \cdot \cos 15 = 0m$$

$$f_{ini\ N} \cdot \Psi_2 = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} \cdot \Psi_2 = 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot \Psi_2 \cdot \cos 15$$

$$= 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot 0.12 \cdot 0.50 \cdot 0 \cdot \cos 15 = 0m$$

$$f_{ini\ V} \cdot \Psi_2 = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} \cdot \Psi_2 = 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot \Psi_2 \cdot \cos 15$$

$$= 4.836 \cdot 10^{-3} \cdot 0.084 \cdot 0.60 \cdot 0 \cdot \cos 15 = 0m$$

Por lo tanto, el valor de la flecha de apariencia será igual a la suma de las flechas obtenidas, quedando un valor de  $0.0078+0.0046 = 0.0124m$ . Una vez obtenemos este valor, se deberá comprobar que la flecha de apariencia obtenida es menor a la luz de la viga entre 300:



$$f_{ini PERM} + f_{dif PERM} + f_{ini SU} \cdot \Psi_2 + f_{ini N} \cdot \Psi_2 + f_{ini V} \cdot \Psi_2 \leq \frac{L}{300}$$

$$\rightarrow 0.0124 \leq \frac{4.92}{300} \rightarrow 0.0124 \leq 0.0164 \text{ Cumple}$$

Por lo tanto, la sección de la viga (12x24cm) cumple tanto con los estados límites últimos, como con los estado límites de servicio que nos exige la normativa vigente que debe cumplir la viga para poder resistir las cargas a las que está sometida.

#### 6.7.3.5. Resistencia al fuego de estructuras de madera

A continuación, se calculara la resistencia al fuego de la madera en caso de incendio con una duración de 30min. Se utilizará el método reducido para la comprobación de la capacidad portante de las vigas.

Para empezar, se calculara la profundidad eficaz de carbonización,  $d_{ef}$ , durante un periodo de tiempo de 30min, a través de la siguiente expresión:

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

Donde:

$k_0$ , es un valor igual a 1 para un tiempo igual o superior a 20min.

$d_0$ , es un valor igual a 7mm, según CTE.

$d_{char}$ , es la profundidad carbonizada nominal de cálculo y se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$d_{char} = \beta_n \cdot t$$

Donde:

$t$ , es el tiempo de exposición al fuego, 30min.

$\beta_n$ , es la velocidad de carbonización nominal, determinada a partir de la tabla E1 del CTE.

Una vez obtenida la profundidad de carbonización, se obtiene la profundidad eficaz:

$$d_{char} = \beta_n \cdot t = 0.70 \cdot 30 = 21mm$$

$$d_{ef} = d_{char} + k_0 \cdot d_0 = 21 + 1 \cdot 7 = 28mm = 2.80cm$$

Por lo tanto, las dimensiones de la sección de las vigas de madera, se le debe restar la sección eficaz, quedando así los siguientes valores:

- Ancho: 12cm - (2x2.80) = 6.40 cm
- Canto: 24 – 2.80 = 21.20 cm

Se debe comprobar la resistencia a flexión, por lo que deberá cumplirse la siguiente expresión, mencionada ya anteriormente:

$$\sigma_{md} \leq f_{md}$$

Para calcular la resistencia de cálculo a flexión, aplicaremos la formula especificada en el apartado 2.2.3 del CTE-DB-SE:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M}$$

Donde:

$k_{mod}$ , el coeficiente de modificación, escogemos el más desfavorable de los dos valores marcados anteriormente en la tabla 2.4 del CTE

$f_{mk}$ , el valor de la resistencia de la madera laminada encolada GL24h, dad por la tabla E3 del CTE, con un valor de 24 N/mm<sup>2</sup>.

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M} = 1 \cdot \frac{24}{1} = 24 \text{ N/mm}^2 = 24000 \text{ kN/mm}^2$$

\*En caso de incendio el valor del coeficiente de modificación y el factor de seguridad toman un valor igual a 1, según indica el CTE-DB-SI en el anejo 2.

A continuación, se calcula la tensión de cálculo producida por las solicitaciones pero con la sección eficaz obtenida:

$$\sigma_{md} = \frac{M_{df}}{W}$$

Donde:

$M_{df}$ , es el momento de cálculo.

$W$ , es el modulo resistente en función de la sección supuesta en la viga.

$$\begin{aligned} M_{df} &= 1 \cdot \frac{P \cdot L^2}{8} + 1 \cdot \Psi_1 \frac{P \cdot L^2}{8} \\ &= 1 \cdot \frac{2.21 \cdot 4.94^2}{8} + 1 \cdot 0.50 \frac{((0.40 + 0.20 + 0.14) \cdot 0.60 \cdot 1.50) \cdot 4.94^2}{8} = 7.78 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_{md} = \frac{M_{df}}{W} = \frac{7.78}{0.064 \cdot 0.212^2 \cdot 1/6} = 16228.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} \leq f_{md} \rightarrow 16228.5 \leq 24000 \text{ Cumple}$$

Cumple a flexión, por lo tanto, la viga de madera resiste más de 30 minutos la acción del fuego, siempre que no falle la traba lateral en este periodo de tiempo y por tanto la viga no pueda sufrir un vuelco lateral.

#### 6.7.4. Jácena forjado techo planta baja

Las jácenas que soportarán el forjado techo de la planta baja, serán de madera laminada. Para ello, consideramos una sección de 25x30cm, formando parte de un forjado interior. Las combinaciones de hipótesis de carga se comprobarán a resistencia y deformación considerando una clase resistente de la madera C24, para las condiciones establecidas en los ELU y ELS del CTE.

La jácena a calcular está empotrada en uno de sus extremos en un muro de carga, y su extremo opuesto está apoyado sobre un pilar metálico, calculado posteriormente. Las cargas permanentes que actúan sobre la jácena son las mismas utilizadas para el cálculo de la viga de madera pero teniendo en cuenta el peso de la jácena. En cuanto a las cargas variables son las mismas.

##### a) CARGAS PERMANENTES

- Jácena madera laminada GL24h (sección 25x30cm)=  
 $4.20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.25\text{m} \cdot 0.30\text{m} = \mathbf{0.315 \text{ kN/m}}$
- Viga madera laminada GL24h (sección 12 x 24cm) =  
 $4.20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.12\text{m} \cdot 0.24\text{m} = \mathbf{0.12 \text{ kN/m}}$
- Bovedilla cerámica: **0.029 kN/m**
- Capa de compresión (1ª de 5cm + 2ª de 3cm) =  
 $25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.08\text{m} = \mathbf{2.00 \text{ kN/m}^2}$
- Lámina anti-impacto = **0.073 kN/m<sup>2</sup>**
- Pavimento (Tabla C.3 CTE-DE-SE-AE) = **0.50 kN/m<sup>2</sup>**
- Tabique (Tabla C.5 CTE-DE-SE-AE) = **1.00 kN/m<sup>2</sup>**

##### b) CARGAS VARIABLES

- Sobrecarga de Uso (SU) = **2.00 kN/m<sup>2</sup>**

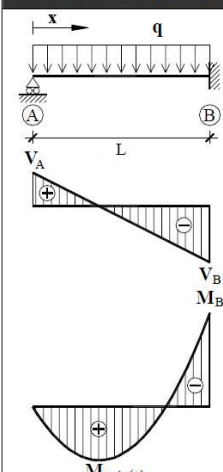
Procediendo al cálculo total de las acciones que actúan sobre las jácenas, se deberán mayorar las cargas. Las cargas permanentes deberán multiplicarse por un coeficiente de mayoración de 1.35, y las cargas variables por un coeficiente de 1.50. A todo esto, se multiplicarán las cargas por el área tributaria, debido a que es la distancia que afecta a la jácena, que en este caso es de 3.27m. La jácena tiene una luz de 3.46m.

$$PP + CP = (0.315 + 0.12 + 0.029 + 2.00 + 0.073 + 0.50 + 1.00) \cdot 3.27 \cdot 1.35 = 17.82 \text{ kN/m}$$

$$SU = (2.00 \cdot 3.27) \cdot 1.50 = 9.81 \text{ kN/m}$$

#### 6.7.4.1. Cálculo de solicitaciones

Para calcular el momento y el cortante que actuarán sobre la jácena, aplicaremos las formulas obtenidas del prontuario:

VIGA SIMPLE APOYADA-EMPOTRADA: carga uniforme $q$ en todo el vano.	
	<p><b>Reacciones y solicitaciones</b></p> <p>Reacciones: <math>R_A = \frac{3}{8} qL</math>      <math>R_B = \frac{5}{8} qL</math></p> <p>Cortantes: <math>V_{AB} = qL \left( \frac{3}{8} - \frac{x}{L} \right)</math>      <math>V_A = \frac{3}{8} qL</math>      <math>V_B = -\frac{5}{8} qL</math></p> <p>Flectores: <math>M_{AB} = \frac{qx}{8} (3L - 4x)</math>      <math>M_B = -\frac{qL^2}{8}</math></p> <p><math>M_{\max(+)} = \frac{9}{128} qL^2</math> para <math>x = \frac{3}{8} L</math>      <math>M_x = 0</math> para <math>x = \frac{3}{4} L</math></p>
	<p><b>Deformaciones</b></p> <p>Giros: <math>\phi_A = -\frac{qL^3}{48EI}</math></p> <p>Elástica: <math>y_{AB} = \frac{qx}{48EI} (L + 2x)(L - x)^2</math></p> <p>Flecha máxima: <math>y_{\max} = \frac{qL^4}{185EI}</math> para <math>x = \frac{1 + \sqrt{33}}{16} L</math></p>

$$M_{d \max} = \frac{9 \cdot q_d \cdot L^2}{128} = \frac{9 \cdot (17.82 + 9.81) \cdot 3.46^2}{128} = 23.25 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{d \max} = \frac{5 \cdot q_d \cdot L}{8} = \frac{5 \cdot (17.82 + 9.81) \cdot 3.46}{8} = 59.75 \text{ kN}$$

#### 6.7.4.2. Propiedades de la sección

Para calcular el área, la inercia, y el modulo resistente de la madera, a de tenerse en cuenta la influencia de las fendas de la madera laminada por lo que el ancho de la jácena tendrá que multiplicarse por un coeficiente de 0.67 según el CTE.

$$A_{ef} = 0.67 \cdot b \cdot h = 0.67 \cdot 0.25 \cdot 0.30 = 0.05 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0.25 \cdot 0.30^3}{12} = 0.56 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{0.25 \cdot 0.30^2}{6} = 3.75 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

#### 6.7.4.3. Comprobación de la resistencia (ELU)

Para la comprobación del cumplimiento del estado límite último de la sección de la jácena de madera, se realizarán los mismos cálculos que para calcular los estados límite último de las vigas. Por lo tanto, aplicaremos la longitud a las fórmulas obtenidas del CTE y comprobando que cumplen con lo establecido en dicha normativa.

##### 6.7.4.3.1. Comprobación de resistencia a flexión

Para comprobar que la jácena tiene suficiente sección para resistir los esfuerzos a flexión a la que está sometida por las cargas que actúan sobre ella, debe cumplirse la siguiente condición según el CTE:

$$\sigma_{md} \leq f_{md}$$

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M}$$

Donde:

$k_{mod}$ , el coeficiente de modificación, escogemos el más desfavorable de los dos valores de la tabla 2.4 del CTE, que en este caso es 0.60 y 0.80.

$f_{mk}$ , el valor de la resistencia de la madera laminada encolada GL24h, dada por la tabla E3 del CTE, con un valor de 24 N/mm<sup>2</sup>.

$k_h$ , es el factor de altura que será igual a 1.09, calculado a continuación:

Antes de realizar el cálculo de la resistencia a flexión, debemos comprobar el valor del factor de altura que nos indica el CTE para piezas de madera laminada encolada. Para ello se aplicará la siguiente fórmula:

$$k_h = \left(\frac{600}{h}\right)^{0.1} \leq 1.10 \rightarrow 1.07 \leq 1.10$$

Siendo,

$h$ , canto de la jácena a calcular, considerando 300mm

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M} = 0.80 \cdot \frac{24 \cdot 1.07}{1.25} = 16.43 \frac{N}{mm^2} = 16435.20 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} = \frac{M_{d \max}}{W}$$

Donde:

$M_{df}$ , es el momento de cálculo.

$W$ , es el módulo resistente en función de la sección supuesta en la jácena.

$$\sigma_{md} = \frac{M_{d \max}}{W} = \frac{9 \cdot q_d \cdot L^2}{128} = \frac{9 \cdot (17.82 + 9.81) \cdot 3.46^2}{128} = \frac{9 \cdot (17.82 + 9.81) \cdot 3.46^2}{0.25 \cdot (0.30)^2 \cdot 1/6} = 6202.04 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} \leq f_{md} \rightarrow 6202.04 \leq 16435.20 \text{ Cumple}$$

#### 6.7.4.3.2. Comprobación de resistencia a cortante

Para comprobar que la jácena tiene suficiente sección para resistir los esfuerzos a cortante a la que está sometida por las cargas que actúan sobre ella, debe cumplirse la siguiente condición según el CTE:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_M}$$

Donde:

$k_{mod}$ , el coeficiente de modificación, escogemos el más desfavorable de los dos valores marcados anteriormente en la tabla 2.4 del CTE

$f_{v,d}$ , es el valor de la resistencia a cortante de la viga de madera laminada encolada GL24h, obtenido de la tabla E1 del CTE, con un valor de 2.70 N/mm<sup>2</sup>.

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = 0.80 \cdot \frac{2.70}{1.25} = 1.728 \text{ N/mm}^2 = 1728 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_d = \frac{3 \cdot V_{d \max}}{2 \cdot A_{ef}}$$

Donde:

$V_{d \max}$ , es el cortante de cálculo del material

$A$ , es el área de la sección de la jácena, teniendo en cuenta el ancho eficaz.

$$\sigma_d = \frac{3 \cdot V_{d \max}}{2 \cdot A_{ef}} = \frac{3 \cdot \frac{5 \cdot q_d \cdot L}{8}}{b_{ef} \cdot h} = \frac{3 \cdot \frac{5 \cdot (17.82 + 9.81) \cdot 3.46}{8}}{2 \cdot (0.67 \cdot 0.25 \cdot 0.30)} = 594.53 \text{ kN/m}^2$$

$$\tau_d \leq f_{v,d} \rightarrow 594.53 \leq 1728 \text{ Cumple}$$

#### 6.7.4.4. Comprobación de deformación (ELS)

Para la comprobación del cumplimiento del estado límite de servicio de la sección de la jácena de madera, se comprobara la flecha que nos determina la normativa (CTE), al usar la combinación de acciones del apartado 4.3 del CTE-DB-SE. Para ello, deberemos tener en cuenta que las cargas de actúan sobre la jácena no deberán estar mayoradas según nos refleja el CTE.

- a) CARGAS PERMANENTES
- Jácena madera laminada GL24h (sección 25x30cm)=  
 $4.20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.25\text{m} \cdot 0.30\text{m} = \mathbf{0.315 \text{ kN/m}}$
  - Viga madera laminada GL24h (sección 12 x 24cm) =  
 $4.20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.12\text{m} \cdot 0.24\text{m} = \mathbf{0.12 \text{ kN/m}}$
  - Bovedilla cerámica: **0.029 kN/m**
  - Capa de compresión (1ª de 5cm + 2ª de 3cm) =  
 $25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.08\text{m} = \mathbf{2.00 \text{ kN/m}^2}$
  - Lámina anti-impacto = **0.073 kN/m<sup>2</sup>**
  - Pavimento (Tabla C.3 CTE-DE-SE-AE) = **0.50 kN/m<sup>2</sup>**
  - Tabique (Tabla C.5 CTE-DE-SE-AE) = **1.00 kN/m<sup>2</sup>**
- b) CARGAS VARIABLES
- Sobrecarga de Uso (SU) = **2.00 kN/m<sup>2</sup>**

$$PP + CP = (0.315 + 0.12 + 0.029 + 2.00 + 0.073 + 0.50 + 1.00) \cdot 3.27 = 13.20 \text{ kN/m}$$

$$SU = 2.00 \cdot 3.27 = 6.54 \text{ kN/m}$$

$$f_{max} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

Donde:

P, es el peso de las cargas aplicadas en cada una de las flechas determinadas por el CTE.

L, es la luz de la viga, que en nuestro caso es igual a 4.52m.

E, es el módulo de elasticidad medio, obtenido de la tabla E4 del CTE-DB-SE

I, es el módulo de inercia de la viga.

$$f_{max} = \frac{5 \cdot (13.20 + 6.54) \cdot 3.46^4}{384 \cdot 11.6 \cdot 10^6 \cdot \frac{0.25 \cdot 0.30^3}{12}} = 0.0056 \text{ m}$$

Por lo tanto, el valor de la flecha será igual a 0.0056m. Una vez obtenemos este valor, se deberá comprobar que la flecha obtenida es menor a la luz de la jácena entre 400, según CTE:

$$f_{max} \leq \frac{L}{400} \rightarrow 0.0056 \leq \frac{3.46}{400} \rightarrow 0.0056 \leq 0.00865 \text{ Cumple}$$

Por lo tanto, la sección de la jácena (25x30cm) cumple tanto con los estados límites últimos, como con los estado límites de servicio que nos exige la normativa vigente que debe cumplir la viga para poder resistir las cargas a las que está sometida.

#### 6.7.4.5. Resistencia al fuego de estructuras de madera

A continuación, se calculara la resistencia al fuego de la madera en caso de incendio con una duración de 30min. Se utilizará el método reducido para la comprobación de la capacidad portante de las jácenas.

Para empezar, se calculara la profundidad eficaz de carbonización,  $d_{ef}$ , durante un periodo de tiempo de 30min, a través de la siguiente expresión:

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

Donde:

$k_0$ , es un valor igual a 1 para un tiempo igual o superior a 20min.

$d_0$ , es un valor igual a 7mm, según CTE.

$d_{char}$ , es la profundidad carbonizada nominal de cálculo y se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$d_{char} = \beta_n \cdot t$$

Donde:

$t$ , es el tiempo de exposición al fuego, 30min.

$\beta_n$ , es la velocidad de carbonización nominal, determinada a partir de la tabla E1 del CTE.

**Tabla E.1. Velocidad de carbonización nominal de cálculo,  $\beta_n$ , de maderas sin protección**

	$\beta_n$ (mm/min)
<b>Coníferas y haya</b>	
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
<b>Fronosas</b>	
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica de $290 \text{ kg/m}^3$ <sup>(1)</sup>	0,70
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,55
<b>Madera microlaminada</b>	
Con una densidad característica $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,70

<sup>(1)</sup> Para densidad característica comprendida entre 290 y 450  $\text{kg/m}^3$ , se interpolará linealmente



Una vez obtenida la profundidad de carbonización, se obtiene la profundidad eficaz:

$$d_{char} = \beta_n \cdot t = 0.70 \cdot 30 = 21mm$$

$$d_{ef} = d_{char} + k_0 \cdot d_0 = 21 + 1 \cdot 7 = 28mm = 2.80cm$$

Por lo tanto, las dimensiones de la sección de la jácena de madera, se le debe restar la sección eficaz, quedando así los siguientes valores:

- Ancho: 25cm - (2x2.80) = 19.40 cm
- Canto: 30 – 2.80 = 27.20 cm

Se debe comprobar la resistencia a flexión, por lo que deberá cumplirse la siguiente expresión, mencionada ya anteriormente:

$$\sigma_{md} \leq f_{md}$$

Para calcular la resistencia de cálculo a flexión, aplicaremos la formula especificada en el apartado 2.2.3 del CTE-DB-SE:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M}$$

Donde:

$K_{mod}$ , el coeficiente de modificación, escogemos el más desfavorable de los dos valores marcados anteriormente en la tabla 2.4 del CTE

$f_{mk}$ , el valor de la resistencia de la madera laminada encolada GL24h, dada por la tabla E3 del CTE, con un valor de 24 N/mm<sup>2</sup>.

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M} = 1 \cdot \frac{24}{1} = 24 \text{ N/mm}^2 = 24000 \text{ kN/mm}^2$$

\*En caso de incendio el valor del coeficiente de modificación y el factor de seguridad toman un valor igual a 1, según indica el CTE-DB-SI en el anejo 2.

A continuación, se calcula la tensión de cálculo producida por las solicitaciones pero con la sección eficaz obtenida:

$$\sigma_{md} = \frac{M_{df}}{W}$$

Donde:

$M_{df}$ , es el momento de cálculo.

$W$ , es el modulo resistente en función de la sección supuesta en la jácena.

$$M_{df} = 1 \cdot \frac{P \cdot L^2}{8} + 1 \cdot \Psi_1 \frac{P \cdot L^2}{8} = 1 \cdot \frac{3.08 \cdot 4.52^2}{8} + 1 \cdot 0.50 \frac{1.80 \cdot 4.52^2}{8} = 10.16 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} = \frac{M_{df}}{W} = \frac{10.16}{0.194 \cdot 0.272^2 \cdot 1/6} = 4247.23 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} \leq f_{md} \rightarrow 4247.23 \leq 24000 \text{ Cumple}$$

Cumple a flexión, por lo tanto, la jácena de madera resiste más de 30 minutos la acción del fuego, siempre que no falle la traba lateral en este periodo de tiempo y por tanto la jácena no pueda sufrir un vuelco lateral.

#### 6.7.5. Jácena forjado techo planta piso

Las jácenas que soportarán el forjado techo de la planta piso (cubierta), serán de madera laminada. Para ello, consideramos una sección de 25x35cm, formando parte de un forjado interior. Las combinaciones de hipótesis de carga se comprobarán a resistencia y deformación considerando una clase resistente de la madera C24, para las condiciones establecidas en los ELU y ELS del CTE.

La jácena a calcular está empotrada en ambos extremos. Las cargas permanentes que actúan sobre la jácena son las mismas utilizadas para el cálculo de la viga de madera pero teniendo en cuenta el peso de la jácena. En cuanto a las cargas variables son las mismas.

##### a) CARGAS PERMANENTES

- Jácena madera laminada GL24h (sección 25x35cm) =  
 $4.20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.25\text{m} \cdot 0.30\text{m} = \mathbf{0.3675 \text{ kN/m}}$
- Viga madera laminada GL24h (sección 12 x 24cm) =  
 $4.20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.12\text{m} \cdot 0.24\text{m} = \mathbf{0.12 \text{ kN/m}}$
- Bovedilla cerámica = **0.029 kN/m**
- Capa de compresión (1ª de 4cm + 2ª de 3.50cm) =  
 $25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.075\text{m} = \mathbf{1.875 \text{ kN/m}^2}$
- Aislamiento Térmico XPS = **0.16 kN/m<sup>2</sup>**
- Lámina Impermeabilizante SBS = **0.03 kN/m<sup>2</sup>**
- Teja árabe curva = **0.475 kN/m<sup>2</sup>**

##### b) CARGAS VARIABLES

- Sobrecarga de Uso (SU) = **0.40 kN/m<sup>2</sup>**
- Nieve (CTE-DB-SE-AE) = **0.20 kN/m<sup>2</sup>**
- Viento = **0.14 kN/m**

Procediendo al cálculo total de las acciones que actúan sobre las jácenas, se deberán mayorar las cargas. Las cargas permanentes deberán multiplicarse por un coeficiente de mayoración de 1.35, y las cargas variables por un coeficiente de 1.50. A todo esto, se multiplicarán las cargas por el área tributaria, debido a que es la distancia que afecta a la jácena, que en este caso es de 4.79m. La jácena tiene una luz de 4.68m.

$$PP + CP = (0.3675 + 0.12 + (0.029 + 1.875 + 0.016 + 0.03 + 0.475) \cdot 4.79) \cdot 1.35 = \mathbf{16.34 \text{ kN/m}}$$

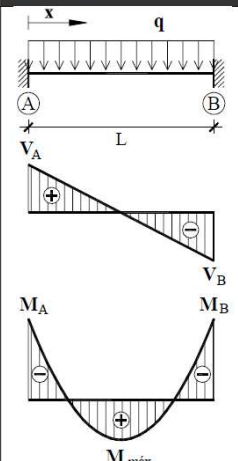
$$SU = 16.34 + (0.40 \cdot 1.50 + 0.20 \cdot 0.75 + 0.14 \cdot 0.90) \cdot 4.79\text{m} = \mathbf{20.54 \text{ kN/m}}$$

$$\text{Nieve} = 16.34 + (0.40 \cdot 0 + 0.20 \cdot 1.50 + 0.14 \cdot 0.90) \cdot 4.79\text{m} = \mathbf{18.38 \text{ kN/m}}$$

$$\text{Viento} = 16.34 + (0.40 \cdot 0 + 0.20 \cdot 0.75 + 0.14 \cdot 1.50) \cdot 4.79\text{m} = \mathbf{18.06 \text{ kN/m}}$$

### 6.7.5.1. Cálculo de solicitaciones

Para calcular el momento y el cortante que actuarán sobre la jácena, aplicaremos las formulas obtenidas del prontuario:

VIGA SIMPLE EMPOTRADA: carga uniforme $q$ en todo el vano.	
	<p><b>Reacciones y solicitaciones</b></p> <p>Reacciones: <math>R_A = R_B = \frac{qL}{2}</math></p> <p>Cortantes: <math>V_{AB} = q\left(\frac{L}{2} - x\right)</math>      <math>V_A = -V_B = \frac{qL}{2}</math></p> <p>Flectores: <math>M_{AB} = -\frac{q}{12}(L^2 - 6Lx + 6x^2)</math>      <math>M_A = M_B = -\frac{qL^2}{12}</math></p> <p><math>M_{\text{máx}} = \frac{qL^2}{24}</math> para <math>x = \frac{L}{2}</math>      <math>M_x = 0</math> para <math>x = 0.2113L</math></p>
	<p><b>Deformaciones</b></p> <p>Elástica: <math>y_{AB} = \frac{qL^4}{24EI} \left(\frac{x}{L} - \frac{x^2}{L^2}\right)^2</math></p> <p>Flecha máxima: <math>y_{\text{máx}} = \frac{qL^4}{384EI}</math> para <math>x = \frac{L}{2}</math></p>

$$M_{d \text{ max}} = \frac{q_d \cdot L^2}{24} = \frac{20.54 \cdot 4.68^2}{24} = 18.74 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{d \text{ max}} = \frac{q_d \cdot L}{2} = \frac{20.54 \cdot 4.68}{2} = 48.06 \text{ kN}$$

### 6.7.5.2. Propiedades de la sección

Para calcular el área, la inercia, y el modulo resistente de la madera, ha de tenerse en cuenta la influencia de las fendas de la madera laminada por lo que el ancho de la jácena tendrá que multiplicarse por un coeficiente de 0.67 según el CTE.

$$A_{ef} = 0.67 \cdot b \cdot h = 0.67 \cdot 0.25 \cdot 0.35 = 0.059 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0.25 \cdot 0.35^3}{12} = 0.89 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{0.25 \cdot 0.35^2}{6} = 5.10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

### 6.7.5.3. Comprobación de la resistencia (ELU)

Para la comprobación del cumplimiento del estado límite último de la sección de la jácena de madera, se realizarán los mismos cálculos que para calcular los estados límite último de las vigas. Por lo tanto, aplicaremos la longitud a las formulas obtenidas del CTE y comprobando que cumplen con lo establecido en dicha normativa.

#### 6.7.5.3.1. Comprobación de resistencia a flexión

Para comprobar que la jácena tiene suficiente sección para resistir los esfuerzos a flexión a la que está sometida por las cargas que actúan sobre ella, debe cumplirse la siguiente condición según el CTE:

$$\sigma_{md} \leq f_{md}$$

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M}$$

Donde:

$k_{mod}$ , el coeficiente de modificación, escogemos el más desfavorable de los dos valores de la tabla 2.4 del CTE, que en este caso es 0.60 y 0.80.

$f_{mk}$ , el valor de la resistencia de la madera laminada encolada GL24h, dada por la tabla E3 del CTE, con un valor de 24 N/mm<sup>2</sup>.

$k_h$ , es el factor de altura que será igual a 1.09, calculado a continuación:

Antes de realizar el cálculo de la resistencia a flexión, debemos comprobar el valor del factor de altura que nos indica el CTE para piezas de madera laminada encolada. Para ello se aplicara la siguiente formula:

$$k_h = \left(\frac{600}{h}\right)^{0.1} \leq 1.10 \rightarrow 1.055 \leq 1.10$$

Siendo,

h, canto de la jácena a calcular, considerando 300mm

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M} = 0.80 \cdot \frac{24 \cdot 1.055}{1.25} = 16.20 \frac{N}{mm^2} = 16204.8 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} = \frac{M_{d \max}}{W}$$

Donde:

$M_{df}$ , es el momento de cálculo.

$W$ , es el modulo resistente en función de la sección supuesta en la jácena.

$$\sigma_{md} = \frac{M_{d \max}}{W} = \frac{\frac{q_d \cdot L^2}{24}}{b \cdot h^2 \cdot 1/6} = \frac{\frac{20.54 \cdot 4.68^2}{24}}{0.25 \cdot (0.35)^2 \cdot 1/6} = 3672.45 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} \leq f_{md} \rightarrow 3672.45 \leq 16204.8 \text{ Cumple}$$

#### 6.7.5.3.2. Comprobación de resistencia a cortante

Para comprobar que la jácena tiene suficiente sección para resistir los esfuerzos a cortante a la que está sometida por las cargas que actúan sobre ella, debe cumplirse la siguiente condición según el CTE:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_M}$$

Donde:

$K_{mod}$ , el coeficiente de modificación, escogemos el más desfavorable de los dos valores marcados anteriormente en la tabla 2.4 del CTE

$F_{v,d}$ , es el valor de la resistencia a cortante de la viga de madera laminada encolada GL24h, obtenido de la tabla E1 del CTE, con un valor de 2.70 N/mm<sup>2</sup>.

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = 0.80 \cdot \frac{2.70}{1.25} = 1.728 \text{ N/mm}^2 = 1728 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_d = \frac{3 \cdot V_{d \max}}{2 \cdot A_{ef}}$$

Donde:

$V_{d \max}$ , es el cortante de cálculo del material

$A$ , es el área de la sección de la jácena, teniendo en cuenta el ancho eficaz.

$$\sigma_d = \frac{3 \cdot V_{d\max}}{2 \cdot A_{ef}} = \frac{3 \cdot \frac{q_d \cdot L}{2}}{b_{ef} \cdot h} = \frac{3 \cdot \frac{20.54 \cdot 4.68}{2}}{2 \cdot (0.67 \cdot 0.25 \cdot 0.35)} = 1229.77 \text{ kN/m}^2$$

$$\tau_d \leq f_{v,d} \rightarrow 1229.77 \leq 1728 \text{ Cumple}$$

#### 6.7.5.4. Comprobación de deformación (ELS)

Para la comprobación del cumplimiento del estado límite de servicio de la sección de la jácena de madera, se comprobara la flecha que nos determina la normativa (CTE), al usar la combinación de acciones del apartado 4.3 del CTE-DB-SE. Para ello, deberemos tener en cuenta que las cargas de actúan sobre la jácena no deberán estar mayoradas según nos refleja el CTE.

##### a) CARGAS PERMANENTES

- Jácena madera laminada GL24h (sección 25x35cm)=  
 $4.20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.25\text{m} \cdot 0.30\text{m} = \mathbf{0.3675 \text{ kN/m}}$
- Viga madera laminada GL24h (sección 12 x 24cm) =  
 $4.20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.12\text{m} \cdot 0.24\text{m} = \mathbf{0.12 \text{ kN/m}}$
- Bovedilla cerámica =  $\mathbf{0.029 \text{ kN/m}}$
- Capa de compresión (1ª de 4cm + 2ª de 3.50cm) =  
 $25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.075\text{m} = \mathbf{1.875 \text{ kN/m}^2}$
- Aislamiento Térmico XPS =  $\mathbf{0.16 \text{ kN/m}^2}$
- Lámina Impermeabilizante SBS =  $\mathbf{0.03 \text{ kN/m}^2}$
- Teja árabe curva =  $\mathbf{0.475 \text{ kN/m}^2}$

##### b) CARGAS VARIABLES

- Sobrecarga de Uso (SU) =  $\mathbf{0.40 \text{ kN/m}^2}$
- Nieve (CTE-DB-SE-AE) =  $\mathbf{0.20 \text{ kN/m}^2}$
- Viento =  $\mathbf{0.14 \text{ kN/m}}$

$$PP + CP = 0.3675 + 0.12 + (0.029 + 1.875 + 0.016 + 0.03 + 0.475) \cdot 4.79 = \mathbf{12.10 \text{ kN/m}}$$

$$SU = 12.10 + (0.40 + 0.20 + 0.14) \cdot 4.79\text{m} = \mathbf{15.65 \text{ kN/m}}$$

$$f_{\max} = \frac{5 \cdot P \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

Donde:

P, es el peso de las cargas aplicadas en cada una de las flechas determinadas por el CTE.

L, es la luz de la viga, que en nuestro caso es igual a 4.52m.

E, es el módulo de elasticidad medio, obtenido de la tabla E4 del CTE-DB-SE

I, es el módulo de inercia de la viga.

$$f_{max} = \frac{5 \cdot (15.65) \cdot 4.68^4}{384 \cdot 11.6 \cdot 10^6 \cdot \frac{0.25 \cdot 0.35^3}{12}} = 0.0094 \text{ m}$$

Por lo tanto, el valor de la flecha será igual a 0.0056m. Una vez obtenemos este valor, se deberá comprobar que la flecha obtenida es menor a la luz de la jácena entre 400, según CTE:

$$f_{max} \leq \frac{L}{400} \rightarrow 0.0094 \leq \frac{4.68}{400} \rightarrow 0.0094 \leq 0.0117 \text{ Cumple}$$

Por lo tanto, la sección de la jácena (25x35cm) cumple tanto con los estados límites últimos, como con los estado límites de servicio que nos exige la normativa vigente que debe cumplir la viga para poder resistir las cargas a las que está sometida.

#### 6.7.5.5. Resistencia al fuego de estructuras de madera

A continuación, se calculara la resistencia al fuego de la madera en caso de incendio con una duración de 30min. Se utilizará el método reducido para la comprobación de la capacidad portante de las jácenas.

Para empezar, se calculara la profundidad eficaz de carbonización,  $d_{ef}$ , durante un periodo de tiempo de 30min, a través de la siguiente expresión:

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

Donde:

$k_0$ , es un valor igual a 1 para un tiempo igual o superior a 20min.

$d_0$ , es un valor igual a 7mm, según CTE.

$d_{char}$ , es la profundidad carbonizada nominal de cálculo y se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$d_{char} = \beta_n \cdot t$$

Donde:

t, es el tiempo de exposición al fuego, 30min.

$\beta_n$ , es la velocidad de carbonización nominal, determinada a partir de la tabla E1 del CTE.

Tabla E.1. Velocidad de carbonización nominal de cálculo,  $\beta_n$ , de maderas sin protección

	$\beta_n$ (mm/min)
<b>Coníferas y haya</b>	
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
<b>Frondosas</b>	
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica de $290 \text{ kg/m}^3$ <sup>(1)</sup>	0,70
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,55
<b>Madera microlaminada</b>	
Con una densidad característica $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,70

<sup>(1)</sup> Para densidad característica comprendida entre 290 y  $450 \text{ kg/m}^3$ , se interpolará linealmente

Una vez obtenida la profundidad de carbonización, se obtiene la profundidad eficaz:

$$d_{char} = \beta_n \cdot t = 0.70 \cdot 30 = 21 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = d_{char} + k_0 \cdot d_0 = 21 + 1 \cdot 7 = 28 \text{ mm} = 2.80 \text{ cm}$$

Por lo tanto, las dimensiones de la sección de la jácena de madera, se le debe restar la sección eficaz, quedando así los siguientes valores:

- Ancho:  $25 \text{ cm} - (2 \times 2.80) = 19.40 \text{ cm}$
- Canto:  $35 - 2.80 = 32.20 \text{ cm}$

Se debe comprobar la resistencia a flexión, por lo que deberá cumplirse la siguiente expresión, mencionada ya anteriormente:

$$\sigma_{md} \leq f_{md}$$

Para calcular la resistencia de cálculo a flexión, aplicaremos la fórmula especificada en el apartado 2.2.3 del CTE-DB-SE:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M}$$

Donde:

$K_{mod}$ , el coeficiente de modificación, escogemos el más desfavorable de los dos valores marcados anteriormente en la tabla 2.4 del CTE

$f_{mk}$ , el valor de la resistencia de la madera laminada encolada GL24h, dada por la tabla E3 del CTE, con un valor de  $24 \text{ N/mm}^2$ .

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk} \cdot k_h}{\gamma_M} = 1 \cdot \frac{24}{1} = 24 \text{ N/mm}^2 = 24000 \text{ kN/mm}^2$$

\*En caso de incendio el valor del coeficiente de modificación y el factor de seguridad toman un valor igual a 1, según indica el CTE-DB-SI en el anejo 2.



A continuación, se calcula la tensión de cálculo producida por las solicitaciones pero con la sección eficaz obtenida:

$$\sigma_{md} = \frac{M_{df}}{W}$$

Donde:

$M_{df}$ , es el momento de cálculo.

$W$ , es el modulo resistente en función de la sección supuesta en la jácena.

$$M_{df} = 1 \cdot \frac{P \cdot L^2}{8} + 1 \cdot \Psi_1 \frac{P \cdot L^2}{8} = 1 \cdot \frac{3.08 \cdot 4.52^2}{8} + 1 \cdot 0.50 \frac{1.80 \cdot 4.52^2}{8} = 10.16 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} = \frac{M_{df}}{W} = \frac{10.16}{0.194 \cdot 0.322^2 \cdot 1/6} = 3030.62 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{md} \leq f_{md} \rightarrow 3030.62 \leq 24000 \text{ Cumple}$$

Cumple a flexión, por lo tanto, la jácena de madera resiste más de 30 minutos la acción del fuego, siempre que no falle la traba lateral en este periodo de tiempo y por tanto la jácena no pueda sufrir un vuelco lateral.

#### 6.7.6. Pilar metálico

Para soportar la jácena del vestíbulo de la edificación y el peso del forjado de la planta baja, se dispondrá un pilar metálico de 3m de longitud. Para ello, se calculará de manera reducida, calculando el axil de agotamiento según la sección del pilar y comprobar que resiste el axil que producen las diferentes capas del forjado de la planta baja, además de las vigas y jácena de madera laminada.

Para determinar el axil de agotamiento, utilizaremos la siguiente fórmula, suponiendo un perfil HEB 100 para resistir las cargas permanentes y variables del forjado de la planta baja:

$$N_u = \frac{\sigma_e \cdot A}{\omega}$$

Siendo:

$\sigma_e$ , valor igual a 2600 (S275) o 3600 (S355)

$A$ , es el área de la sección del perfil estimado para soportar las cargas

$\omega$ , Coeficiente de pandeo.

\*Para determinar este coeficiente de pandeo, se debe determinar la esbeltez ( $\lambda$ ) del pilar.

$$\lambda = \frac{\beta \cdot L}{i}$$

Siendo:

L, altura del pilar

i, radio de giro del perfil

$\beta$ , Coeficiente

Tabla 6.1 Longitud de pandeo de barras canónicas

Condiciones de extremo	biarticulada	biempotrada	empotrada articulada	biempotrada desplazable	en ménsula
Longitud $L_k$	1,0 L	0,5 L	0,7 L	1,0 L	2,0 L

$$\lambda = \frac{\beta \cdot L}{i} = \frac{2 \cdot 300 \text{ cm}}{2.53 \text{ cm}} = 237.15$$

Por lo tanto, suponiendo un perfil HEB 100, el coeficiente de pandeo se estima a partir de la esbeltez sabiendo que para un acero S275 es:

$\lambda$	0	60	80	100	150
$\omega$	1	1.20	1.50	2.00	4.00

Al observar, que nuestro valor de la esbeltez no es exactamente ninguno de los números expuestos en la tabla, podemos suponer que al ser mayor de 150, el coeficiente de pandeo será igual a 4.00. Una vez obtenido este valor, podemos determinar cuál será el valor del axil de agotamiento.

$$N_u = \frac{\sigma_e \cdot A}{\omega} = \frac{2600 \cdot 26 \text{ cm}^2}{4} = 16900 T = 169000 \text{ kN}$$

Para determinar el valor del axil que produce el forjado de la planta baja, las vigas y la jácena de madera, se han realizado los siguientes cálculos, con un área tributaria de 5.62m<sup>2</sup>.

a) CARGAS PERMANENTES

- Jácena madera laminada GL24h (sección 25x30cm)=  
4.20 kN/m<sup>3</sup> · 0.25m · 0.30m = **0.315 kN/m**
- Viga madera laminada GL24h (sección 12 x 24cm) =  
4.20 kN/m<sup>3</sup> · 0.12m · 0.24m = **0.12 kN/m**
- Bovedilla cerámica: **0.029 kN/m**
- Capa de compresión (1ª de 5cm + 2ª de 3cm) =  
25 kN/m<sup>3</sup> · 0.08m = **2.00 kN/m<sup>2</sup>**
- Lámina anti-impacto = **0.073 kN/m<sup>2</sup>**
- Pavimento (Tabla C.3 CTE-DE-SE-AE) = **0.50 kN/m<sup>2</sup>**
- Tabique (Tabla C.5 CTE-DE-SE-AE) = **1.00 kN/m<sup>2</sup>**

b) CARGAS VARIABLES

- Sobrecarga de Uso (SU) = **2.00 kN/m<sup>2</sup>**

$$PP + CP = (0.315 \cdot (3.46/2) + 0.12 \cdot (6.49/2) + (0.029 + 2.00 + 0.073 + 0.50 + 1.00) \cdot 5.62) \cdot 1.35 = 28.59 \text{ kN}$$

$$SU = 2.00 \cdot 5.62 \cdot 1.50 = 16.86 \text{ kN}$$

Por lo tanto, el valor del axil será igual a la suma de las cargas permanentes y las cargas variables del forjado del techo de la planta baja. Dicho valor deberá ser menor al capaz de resistir por el perfil HEB 100 supuesto anteriormente y calculado a partir del axil de agotamiento.

$$N_u \geq N_d \rightarrow 169000 \text{ kN} \geq (28.59 + 16.86) \rightarrow 169000 \text{ kN} \geq 45.45 \text{ kN} \text{ Cumple}$$



**Universitat**  
de les Illes Balears

TRABAJO DE FIN DE GRADO  
Estudio de Rehabilitación de vivienda  
unifamiliar entre medianeras  
C/ Cantó d'es Carritx, 12 (Campanet)

## 7. ANEJO II: CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS		
Dirección	C/ Cantó d'es Carritx, 12		
Municipio	Campanet	Código Postal	07310
Provincia	Illes Balears	Comunidad Autónoma	Islas Baleares
Zona climática	B3	Año construcción	1900
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	C.T.E.		
Referencia/s catastral/es	7130033DE9073S		

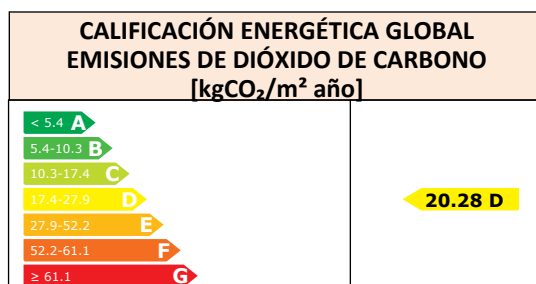
## Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> <li>● Vivienda             <ul style="list-style-type: none"> <li>● Unifamiliar</li> <li>○ Bloque                 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bloque completo</li> <li>○ Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Terciario             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Edificio completo</li> <li>○ Local</li> </ul> </li> </ul>
---	---

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Arnau Pons Reus	NIF	43182589-C
Razón social	XXXXXXXXXXXXXX	CIF	XXXXXXXXXX
Domicilio	C/ Aragó, 85		
Municipio	Palma de Mallorca	Código Postal	07005
Provincia	Illes Balears	Comunidad Autónoma	Islas Baleares
e-mail	arnaupons91@gmail.com		
Titulación habilitante según normativa vigente	Graduado en Edificación		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE <sup>3</sup> X v1.3		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 1/7/2016

Firma del técnico certificador

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.



Registro del Órgano Territorial Competente:

# ANEXO I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

<b>Superficie habitable [m<sup>2</sup>]</b>	130
<b>Imagen del edificio</b>	<b>Plano de situación</b>
	

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Cubierta Inclinada	Cubierta	80.4	0.29	Conocido
Medianera Oeste	Fachada	65.0	0.00	Por defecto
Medianera Este	Fachada	65.0	0.00	Por defecto
Fachada Principal	Fachada	32.89	2.94	Estimado
Fachada Posterior	Fachada	43.13	2.94	Estimado
Tabique	Partición Interior	102.87	1.59	Estimado
Suelo con terreno	Suelo	62	0.57	Estimado

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Puerta Principal	Hueco	3.95	3.30	0.75	Estimado	Estimado
Ventana 1.00x1.00	Hueco	2.0	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Ventana 0.80x1.00	Hueco	1.6	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Ventana 1.00x1.20	Hueco	1.2	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Puerta 0.92x2.10	Hueco	1.93	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Puerta 1.50x2.10	Hueco	3.15	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Puerta 1.50x2.00	Hueco	3.0	2.07	0.61	Estimado	Estimado

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

**Generadores de calefacción**

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	72.20	GLP	Estimado

**Generadores de refrigeración**

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención

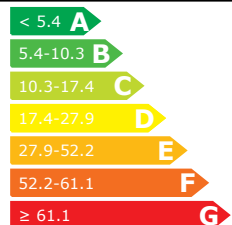
**Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria**

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	72.20	GLP	Estimado

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Unifamiliar
----------------	----	-----	-------------

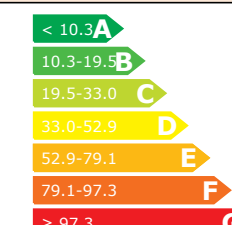
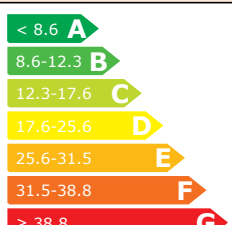
### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	<b>20.28 D</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
		D		E	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	
		11.50		3.86	
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
		D		-	
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	
20.28		4.92		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

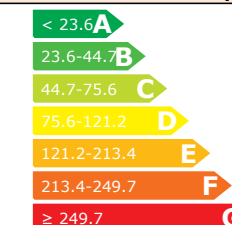
### 2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN				
	<b>68.05 E</b>		<b>8.52 A</b>			
			<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
			68.05		8.52	

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	<b>84.77 D</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
		D		E	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
		50.89		17.09	
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
		C		-	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
84.77		16.79		-	



**ANEXO III**  
**RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

## **ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
--------------------------------------

# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS		
Dirección	C/ Cantó d'es Carritx, 12		
Municipio	Campanet	Código Postal	07310
Provincia	Illes Balears	Comunidad Autónoma	Islas Baleares
Zona climática	B3	Año construcción	1900
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	C.T.E.		
Referencia/s catastral/es	7130033DE9073S		

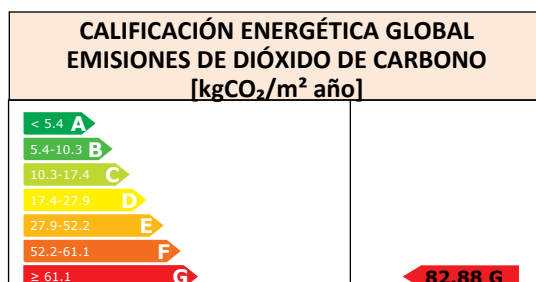
## Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> <li>● Vivienda             <ul style="list-style-type: none"> <li>● Unifamiliar</li> <li>○ Bloque                 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bloque completo</li> <li>○ Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Terciario             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Edificio completo</li> <li>○ Local</li> </ul> </li> </ul>
---	---

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Arnau Pons Reus	NIF	43182589-C
Razón social	XXXXXXXXXXXXXX	CIF	XXXXXXXXXX
Domicilio	C/ Aragó, 85		
Municipio	Palma de Mallorca	Código Postal	07005
Provincia	Illes Balears	Comunidad Autónoma	Islas Baleares
e-mail	arnaupons91@gmail.com		
Titulación habilitante según normativa vigente	Graduado en Edificación		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE <sup>3</sup> X v1.3		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 1/7/2016

Firma del técnico certificador

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.



Registro del Órgano Territorial Competente:

# ANEXO I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

<b>Superficie habitable [m<sup>2</sup>]</b>	130
<b>Imagen del edificio</b>	<b>Plano de situación</b>
	

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Cubierta Inclinada	Cubierta	80.4	0.29	Conocido
Medianera Oeste	Fachada	65.0	0.00	Por defecto
Medianera Este	Fachada	65.0	0.00	Por defecto
Fachada Principal	Fachada	32.89	2.94	Estimado
Fachada Posterior	Fachada	43.13	2.94	Estimado
Tabique	Partición Interior	102.87	1.59	Estimado
Suelo con terreno	Suelo	62	0.57	Estimado

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Puerta Principal	Hueco	3.95	3.30	0.75	Estimado	Estimado
Ventana 1.00x1.00	Hueco	2.0	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Ventana 0.80x1.00	Hueco	1.6	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Ventana 1.00x1.20	Hueco	1.2	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Puerta 0.92x2.10	Hueco	1.93	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Puerta 1.50x2.10	Hueco	3.15	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Puerta 1.50x2.00	Hueco	3.0	2.07	0.61	Estimado	Estimado

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

**Generadores de calefacción**

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo calefacción	Efecto Joule		100.00	Electricidad	Estimado

**Generadores de refrigeración**

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención

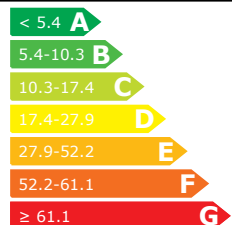
**Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria**

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Efecto Joule		100.0	Electricidad	Estimado

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Unifamiliar
----------------	----	-----	-------------

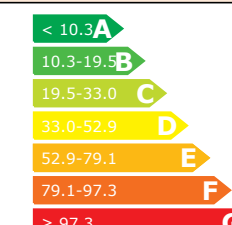
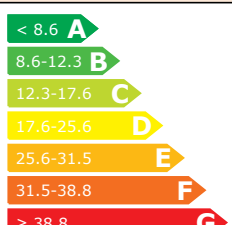
### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	<b>82.88 G</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
		G		G	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	
		66.75		11.21	
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
		D		-	
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	
82.88		4.92		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

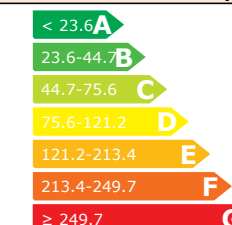
### 2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	<b>68.05 E</b>		<b>8.52 A</b>				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
				68.05		8.52	

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	<b>283.02 G</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
		G		G	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
		227.95		38.28	
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
		C		-	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
283.02		16.79		-	

**ANEXO III**  
**RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

## **ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
--------------------------------------



# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS		
Dirección	C/ Cantó d'es Carritx, 12		
Municipio	Campanet	Código Postal	07310
Provincia	Illes Balears	Comunidad Autónoma	Islas Baleares
Zona climática	B3	Año construcción	1900
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	C.T.E.		
Referencia/s catastral/es	7130033DE9073S		

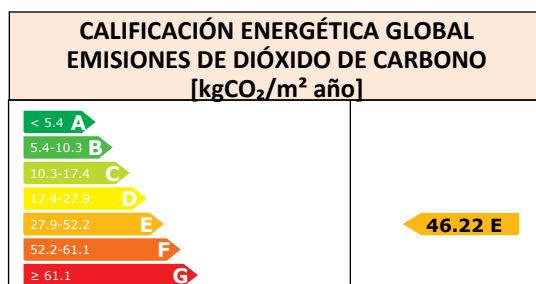
## Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> <li>● Vivienda             <ul style="list-style-type: none"> <li>● Unifamiliar</li> <li>○ Bloque                 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bloque completo</li> <li>○ Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Terciario             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Edificio completo</li> <li>○ Local</li> </ul> </li> </ul>
---	---

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Arnau Pons Reus	NIF	43182589-C
Razón social	XXXXXXXXXXXXXX	CIF	XXXXXXXXXX
Domicilio	C/ Aragó, 85		
Municipio	Palma de Mallorca	Código Postal	07005
Provincia	Illes Balears	Comunidad Autónoma	Islas Baleares
e-mail	arnaupons91@gmail.com		
Titulación habilitante según normativa vigente	Graduado en Edificación		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE <sup>3</sup> X v1.3		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 1/7/2016

Firma del técnico certificador

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.



Registro del Órgano Territorial Competente:

# ANEXO I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

<b>Superficie habitable [m<sup>2</sup>]</b>	130
<b>Imagen del edificio</b>	<b>Plano de situación</b>
	

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Cubierta Inclinada	Cubierta	80.4	0.29	Conocido
Medianera Oeste	Fachada	65.0	0.00	Por defecto
Medianera Este	Fachada	65.0	0.00	Por defecto
Fachada Principal	Fachada	32.89	2.94	Estimado
Fachada Posterior	Fachada	43.13	2.94	Estimado
Tabique	Partición Interior	102.87	1.59	Estimado
Suelo con terreno	Suelo	62	0.57	Estimado

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Puerta Principal	Hueco	3.95	3.30	0.75	Estimado	Estimado
Ventana 1.00x1.00	Hueco	2.0	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Ventana 0.80x1.00	Hueco	1.6	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Ventana 1.00x1.20	Hueco	1.2	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Puerta 0.92x2.10	Hueco	1.93	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Puerta 1.50x2.10	Hueco	3.15	2.07	0.61	Estimado	Estimado
Puerta 1.50x2.00	Hueco	3.0	2.07	0.61	Estimado	Estimado

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración Y	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		222.20	Electricidad	Estimado

### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración Y	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		168.30	Electricidad	Estimado

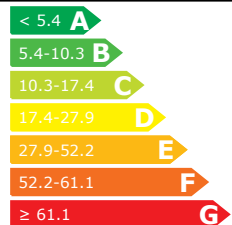
### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Efecto Joule		100.0	Electricidad	Estimado

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Unifamiliar
----------------	----	-----	-------------

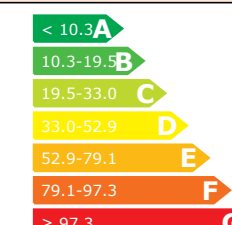
### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES					
	<b>46.22 E</b>		CALEFACCIÓN			
			E		G	
			<i>Emisiones calefacción [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	
			30.04		11.21	
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
			D		-	
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>			<i>Emisiones refrigeración [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>			
46.22			4.97			
			-			

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

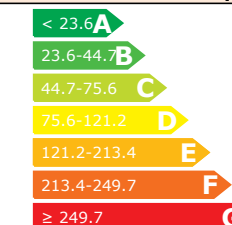
### 2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN		
	<b>8.52 A</b>		
		68.05 E	
		<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
		68.05	
		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
		8.52	

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES					
	<b>157.82 E</b>		CALEFACCIÓN			
			E		G	
			<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
			102.59		38.28	
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
			C		-	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>			<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>			
157.82			16.96			
			-			

**ANEXO III**  
**RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

## **ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
--------------------------------------



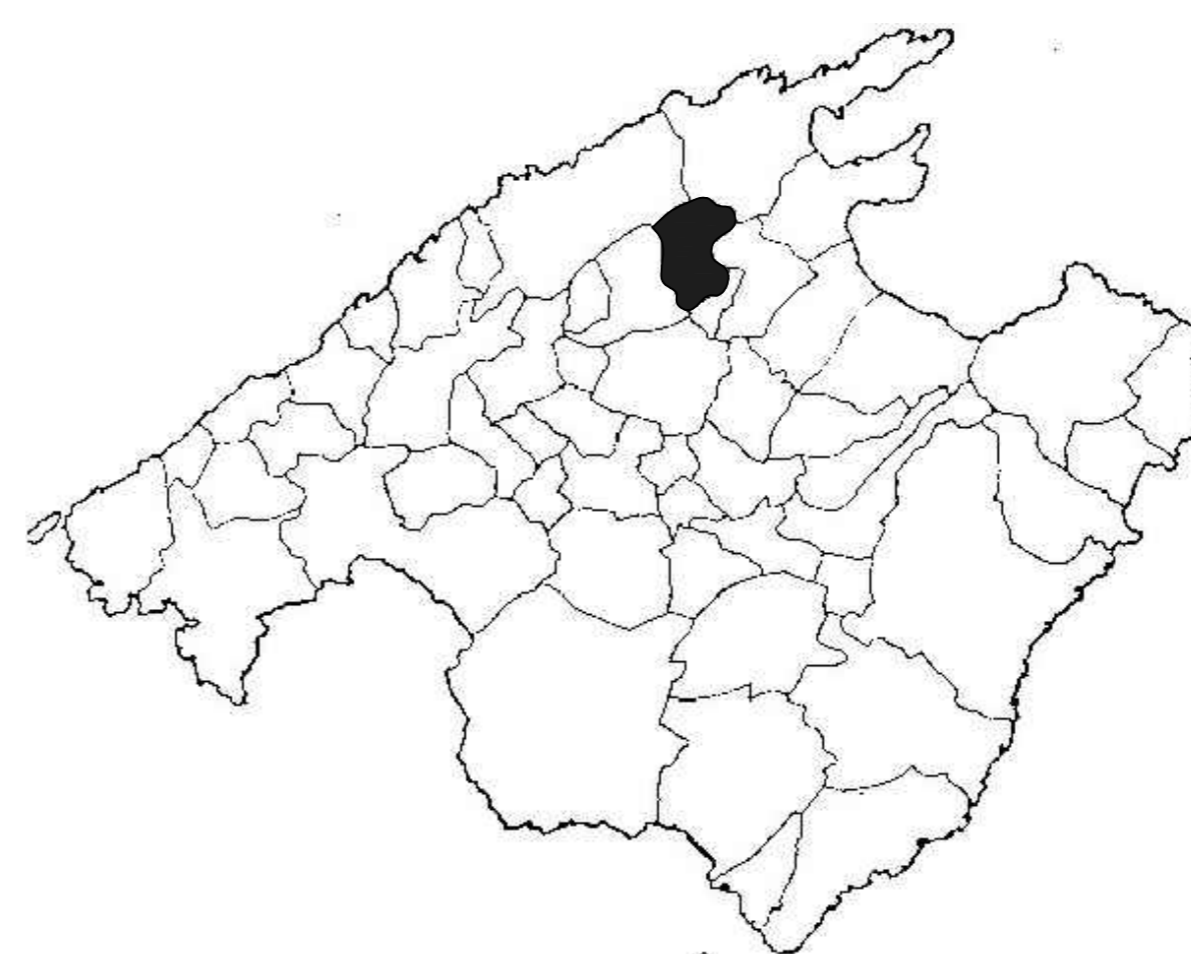
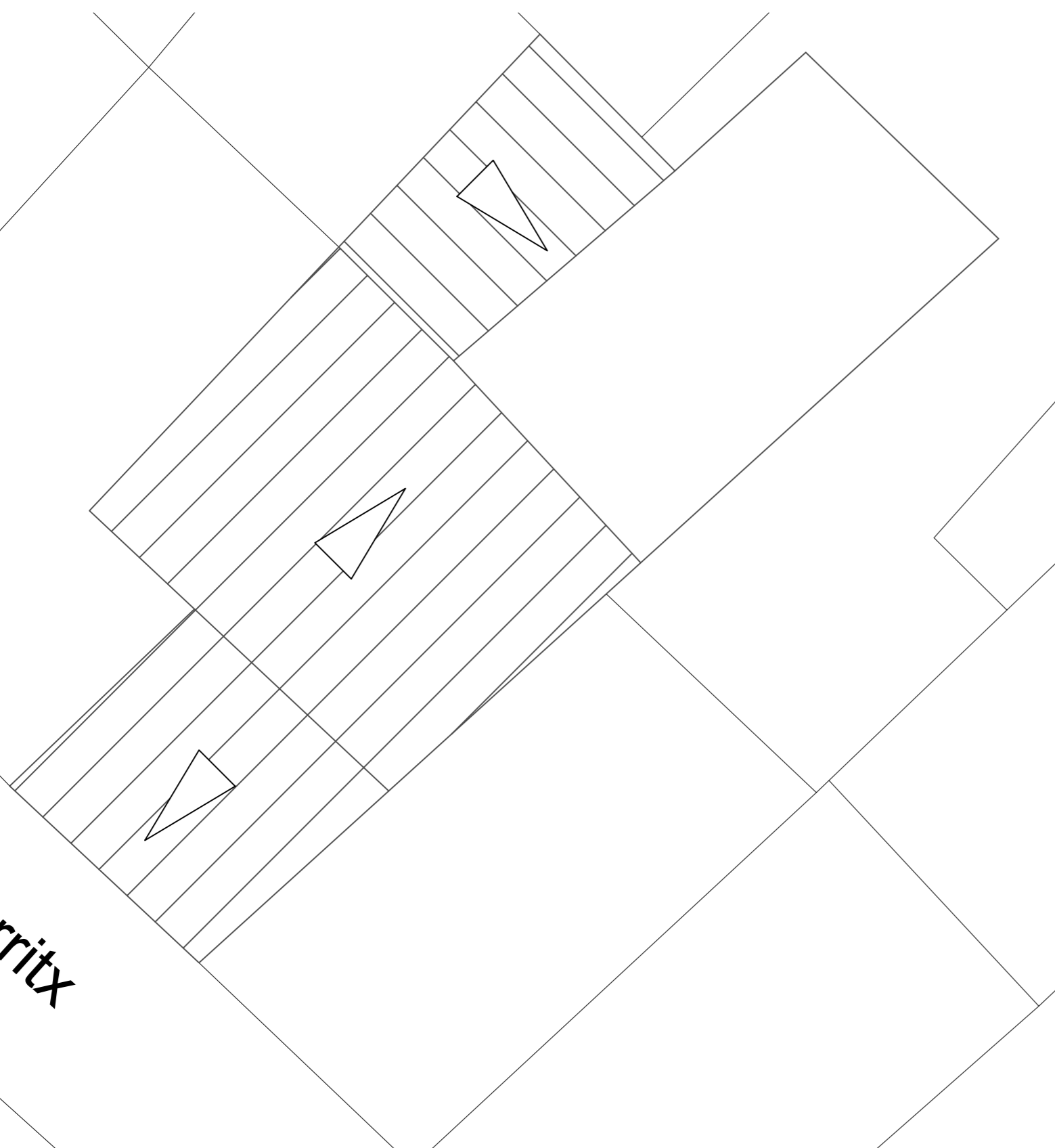
**Universitat**  
de les Illes Balears

TRABAJO DE FIN DE GRADO  
Estudio de Rehabilitación de vivienda  
unifamiliar entre medianeras  
C/ Cantó d'es Carritx, 12 (Campanet)

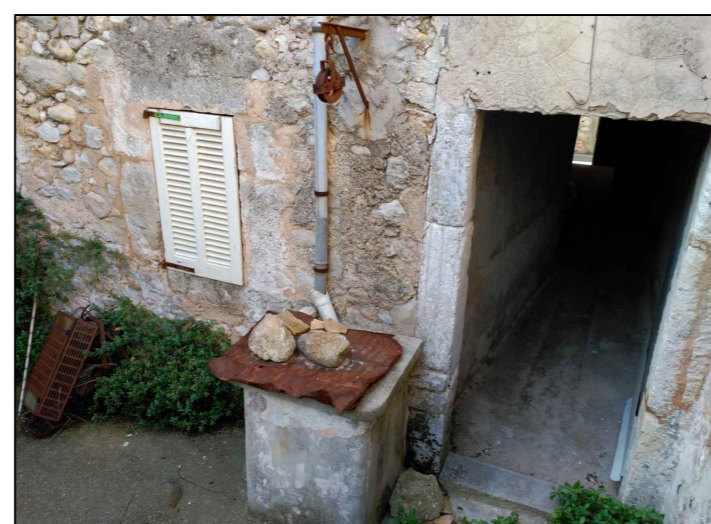
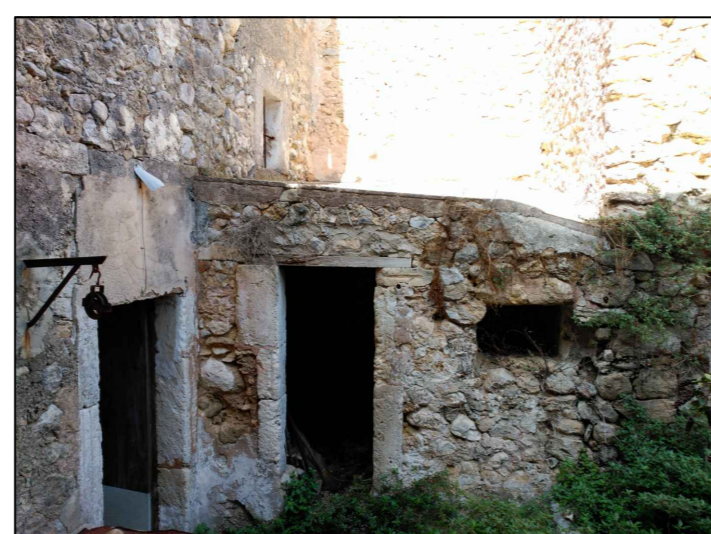
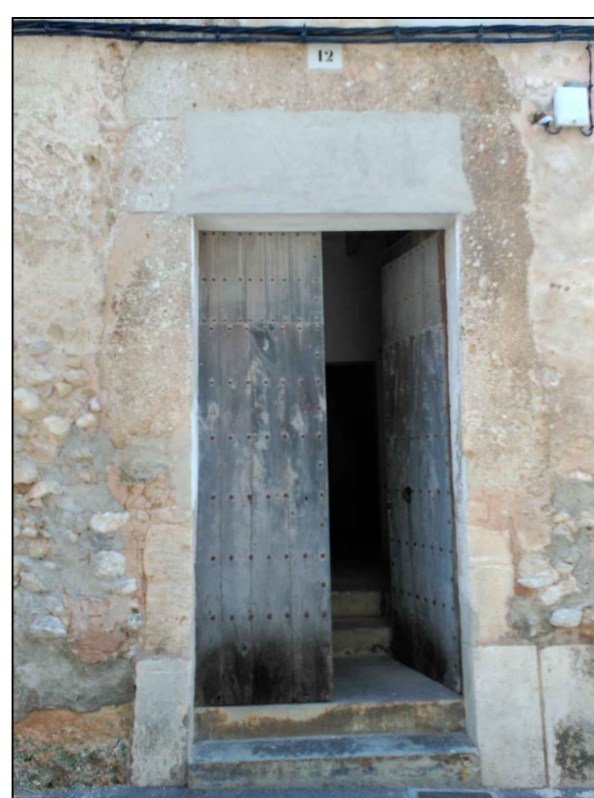
## 8. ANEJO III: DOCUMENTACIÓN GRÁFICA (PLANOS)

ESCALA  
1/100

Cantó d'es Carritx

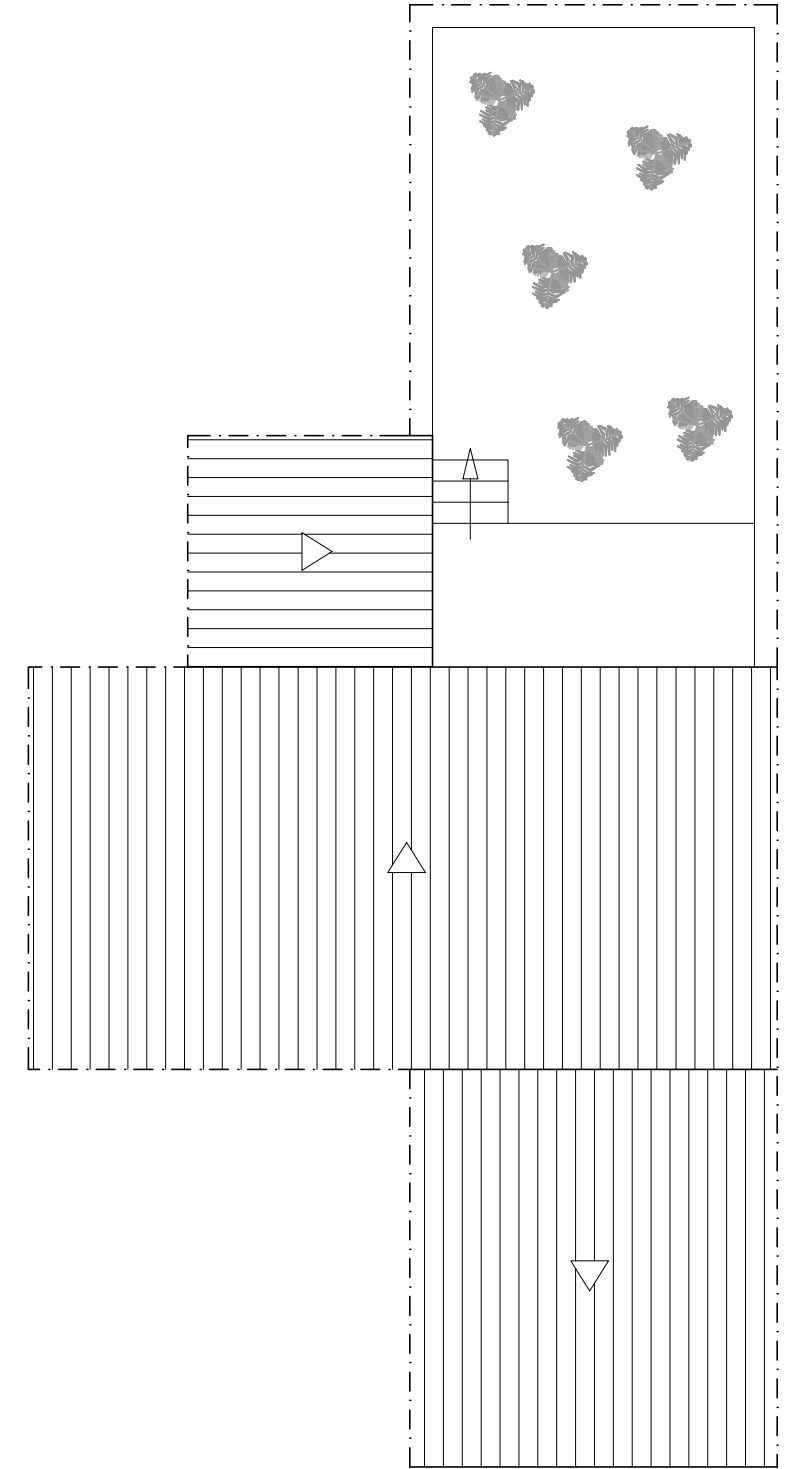
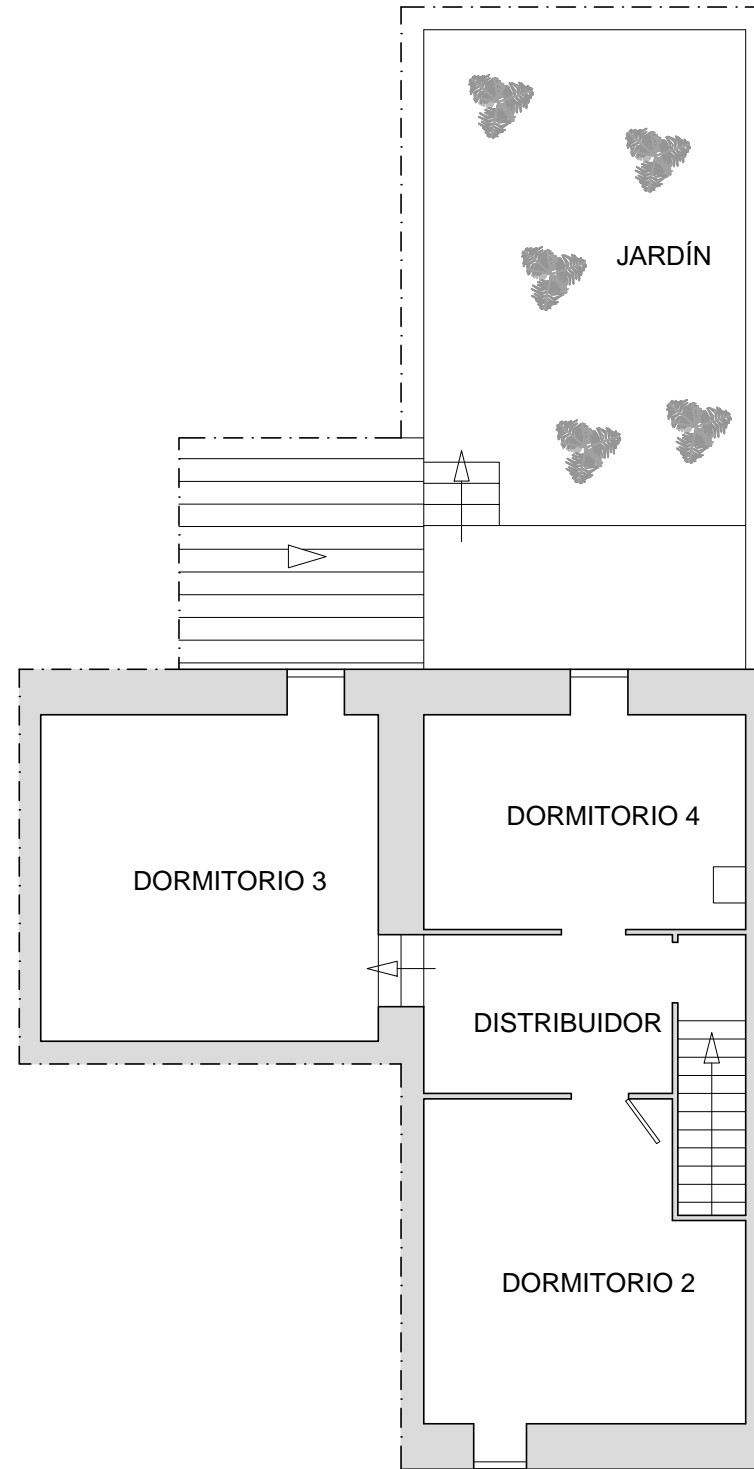


ESCALA  
1/500

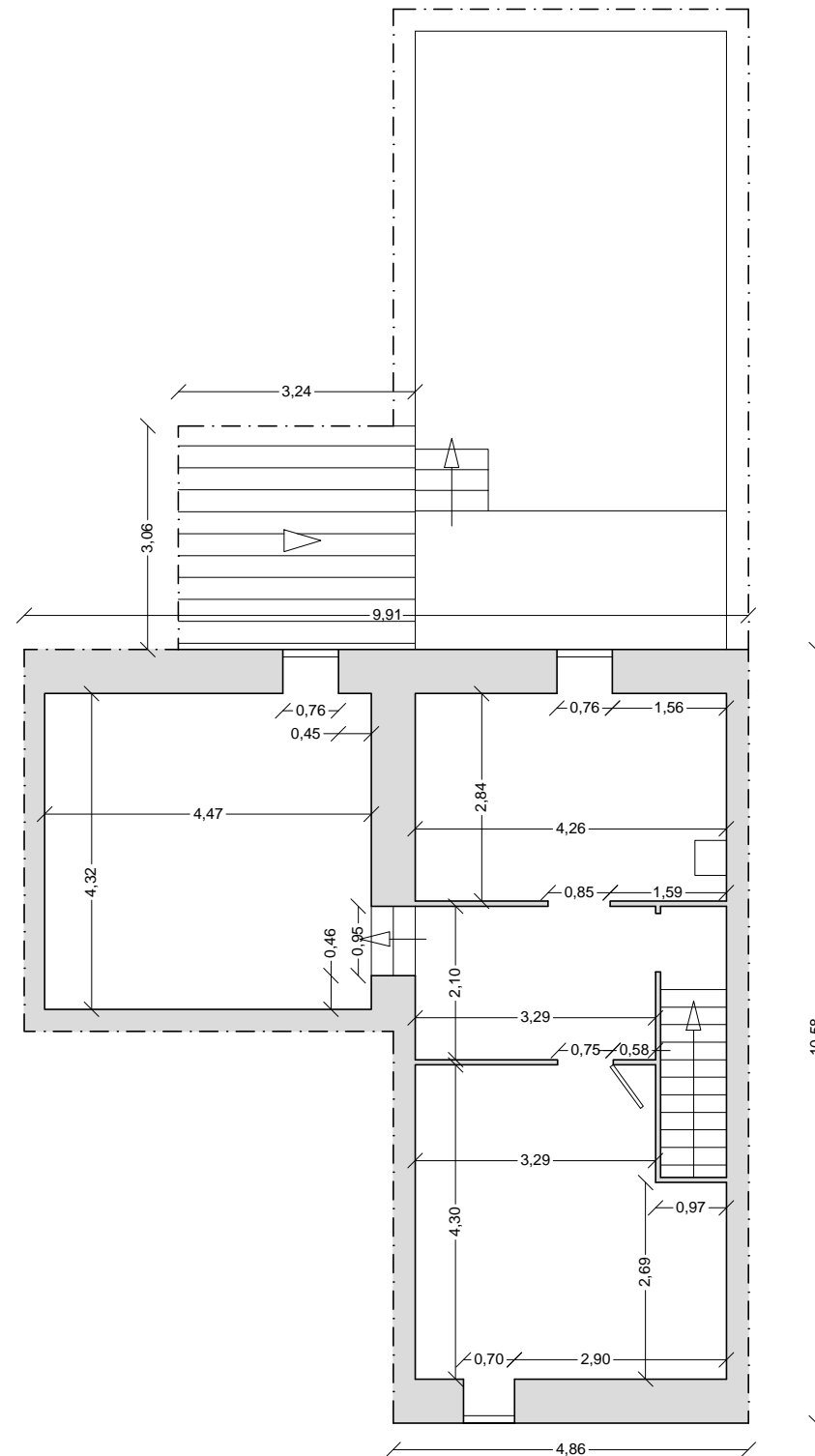
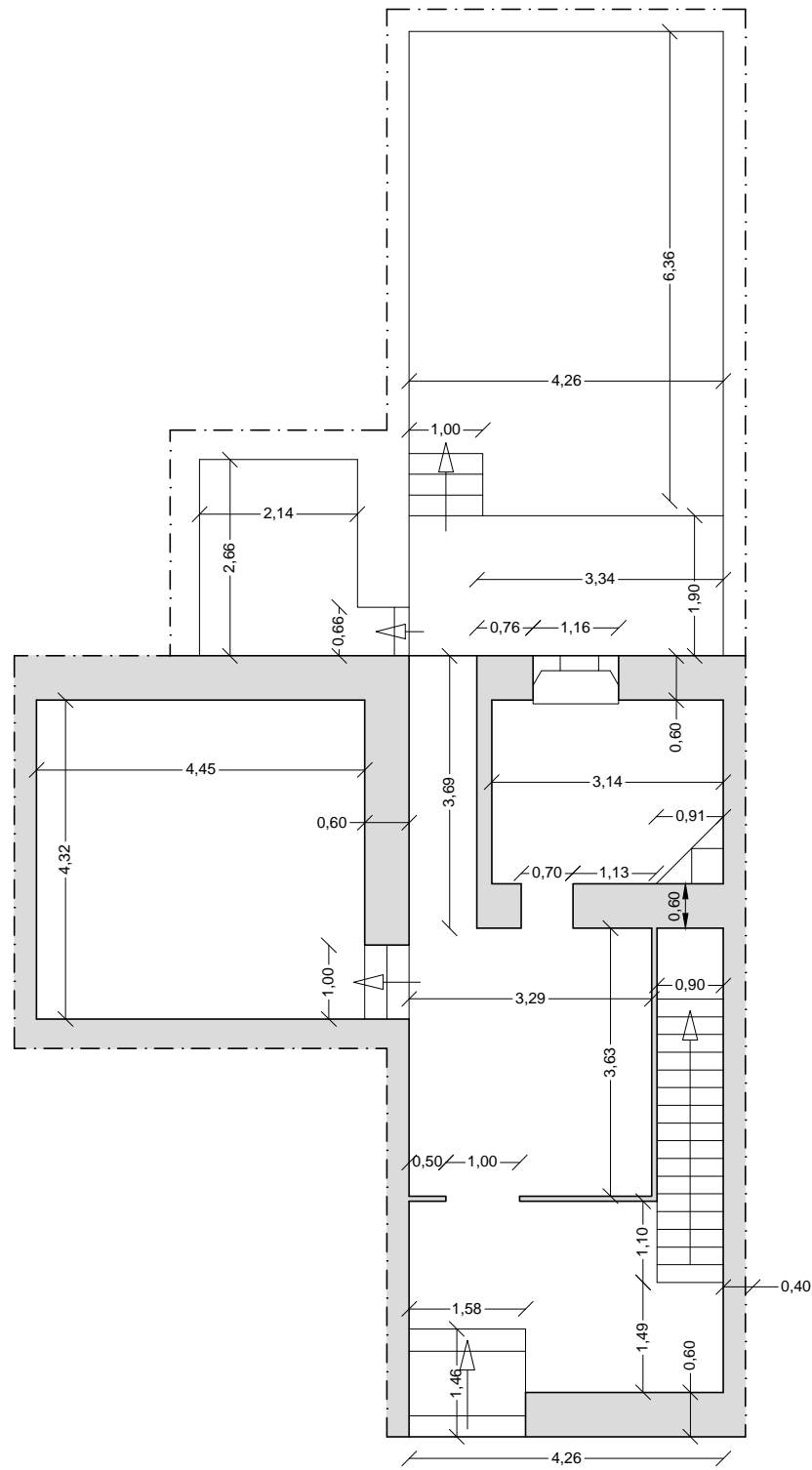


TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS		PLANO Nº	01
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)			
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)			
ESCALA	S/E	PLANO	 Universitat de les Illes Balears	
FECHA	18 / 04 / 2016	Plano de Situación ESTADO ACTUAL		

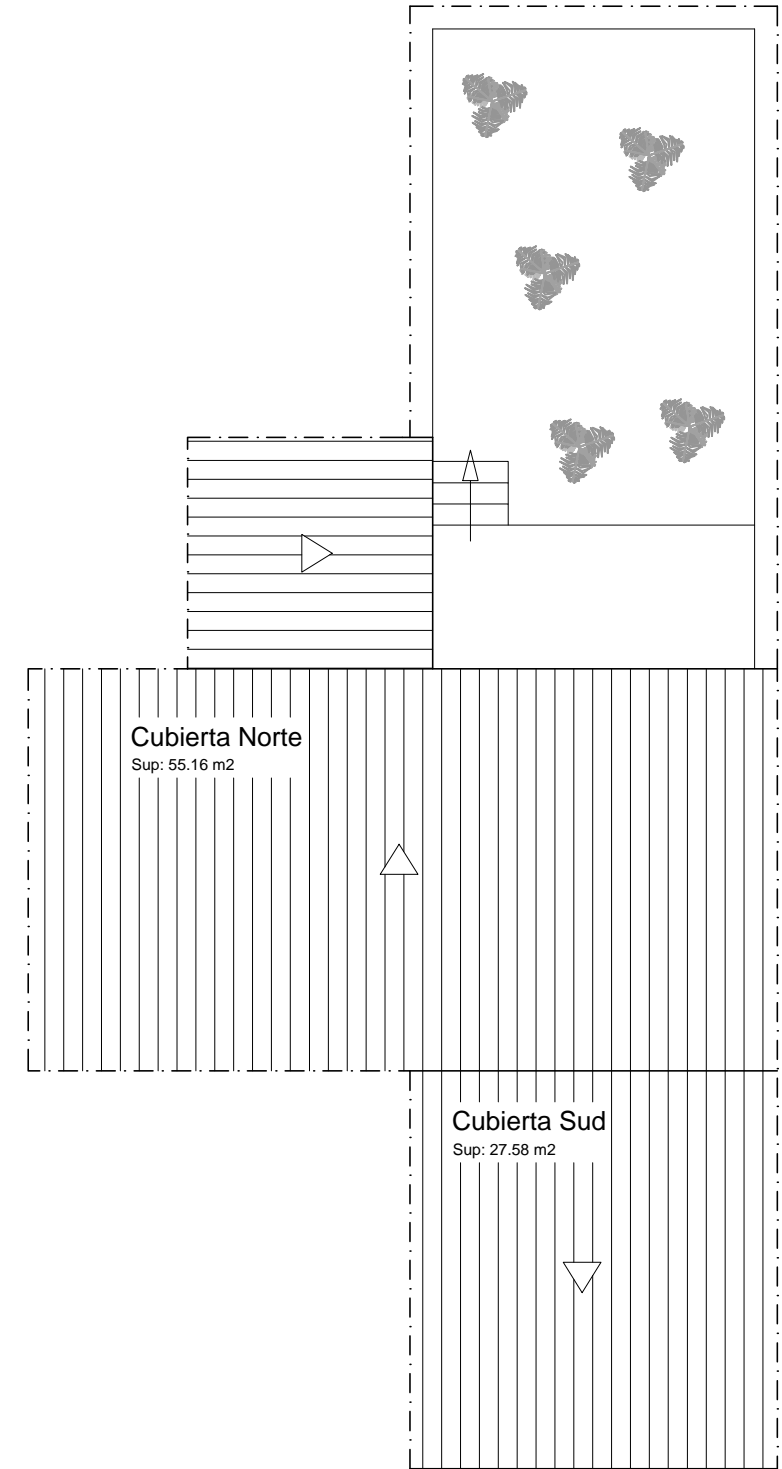
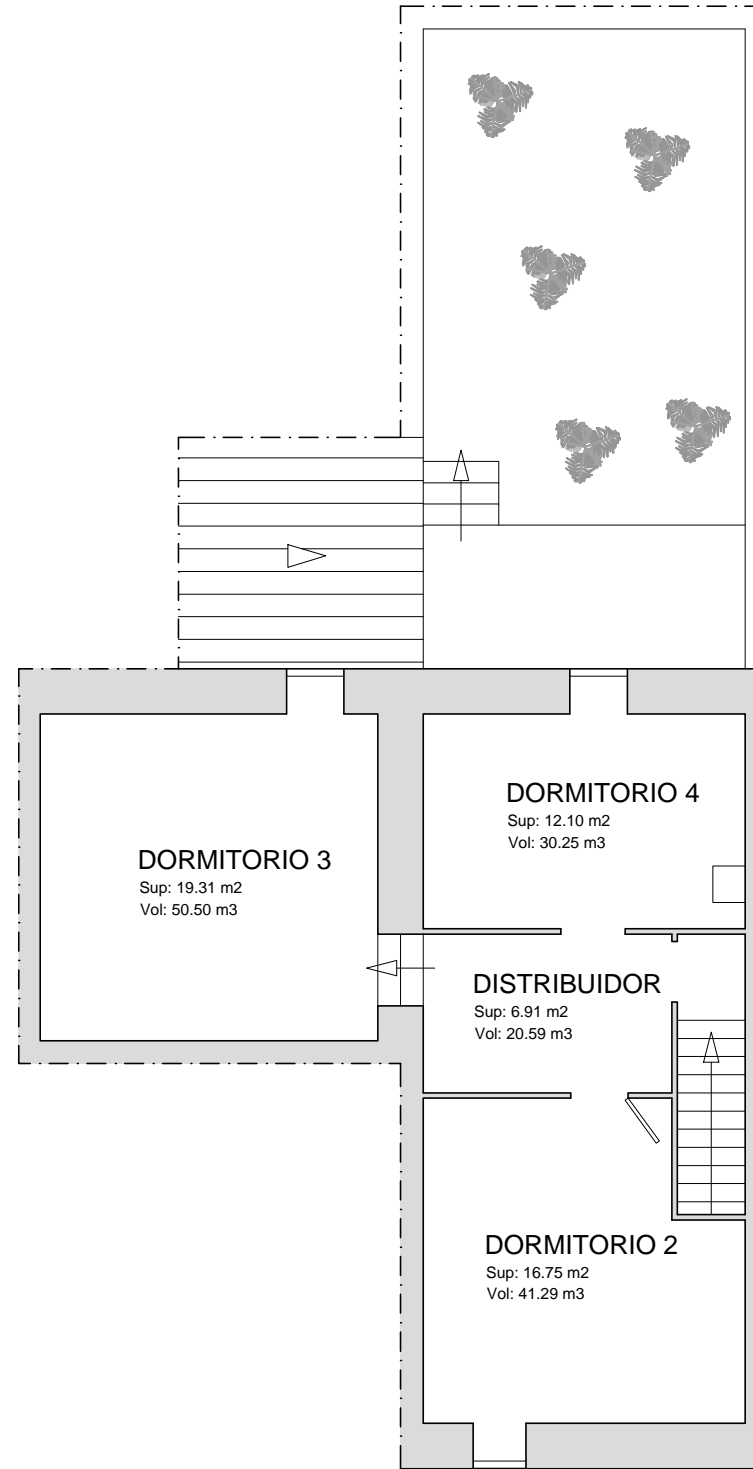
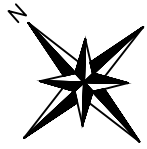




TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº	02
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)		
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)		
ESCALA	1:100	PLANO	Distribución P. Baja y P. Piso
FECHA	18 / 04 / 2016		ESTADO ACTUAL

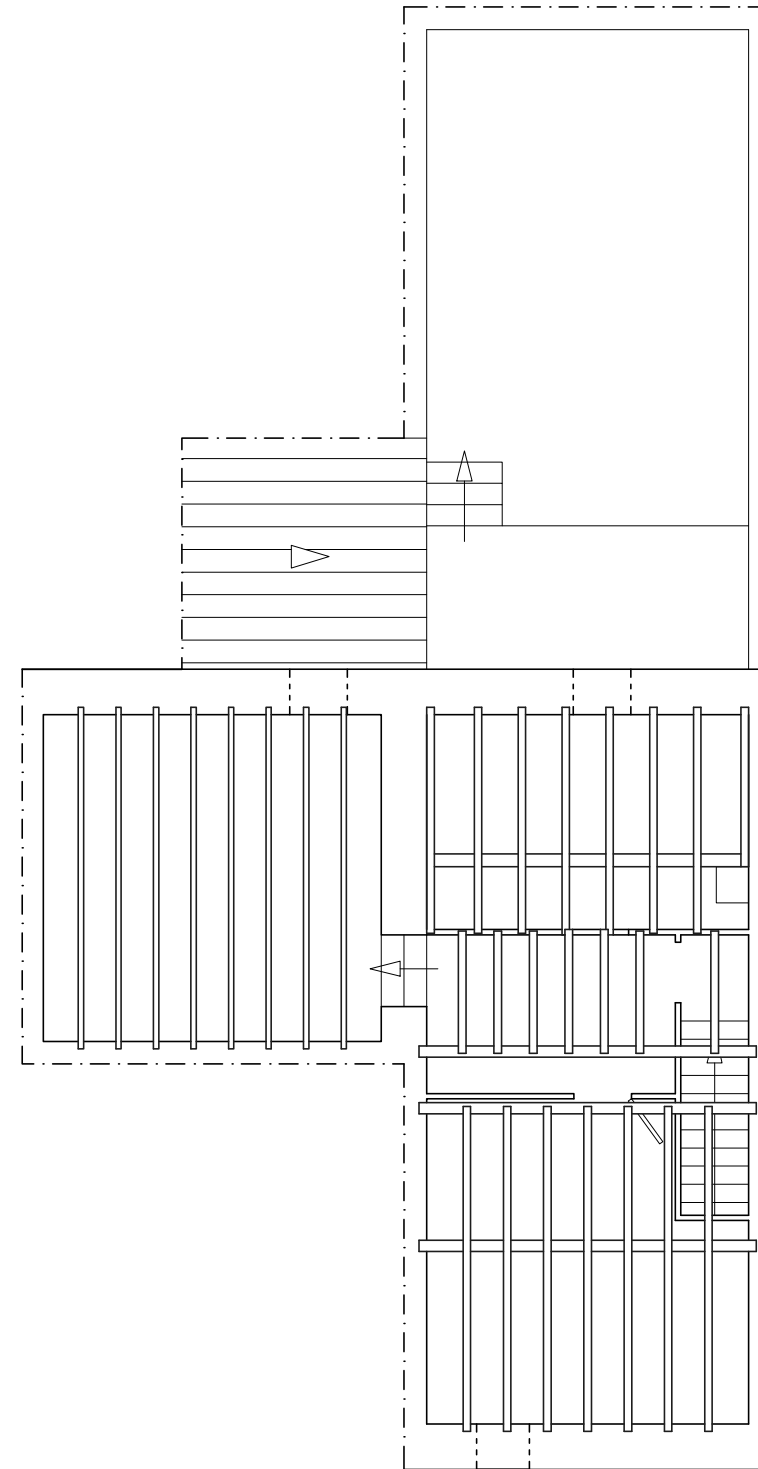
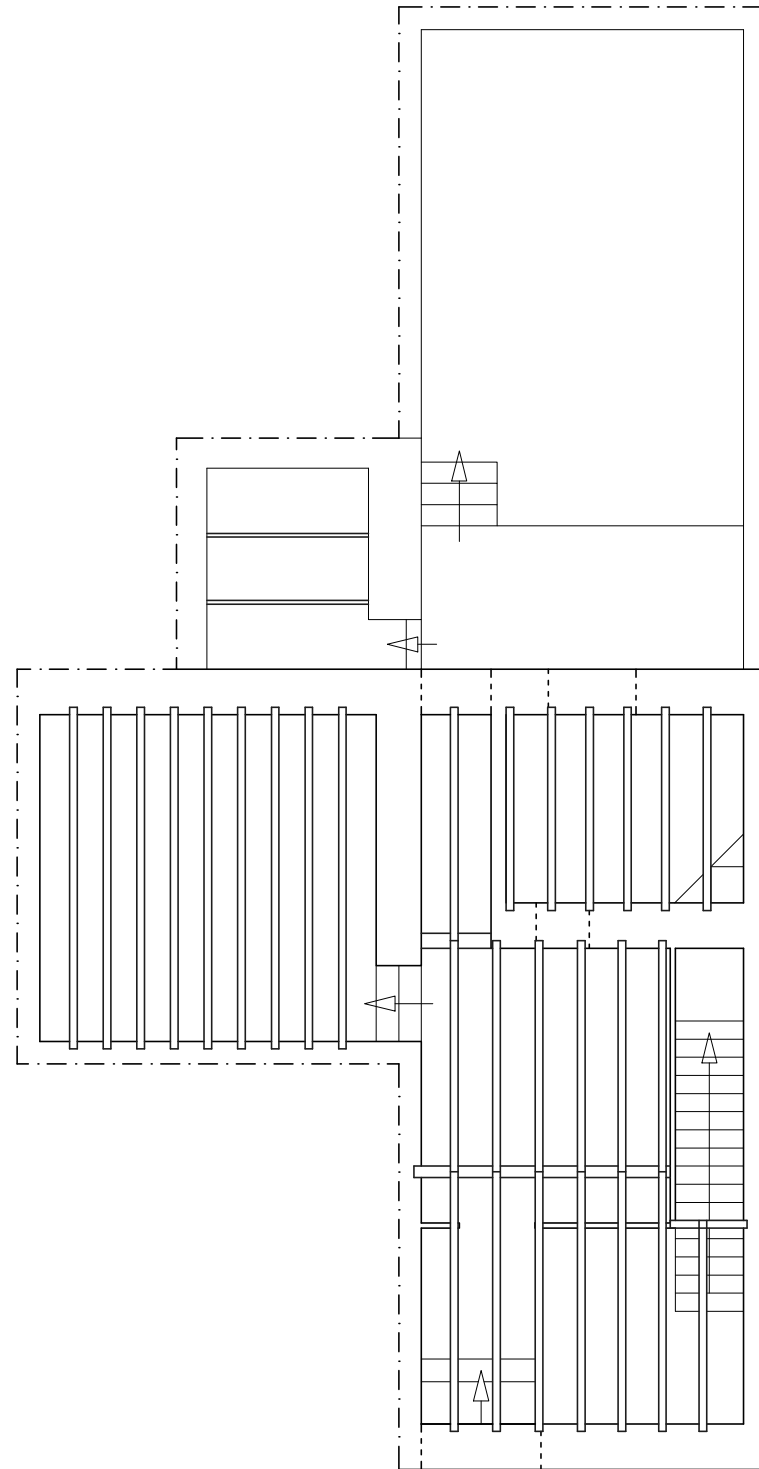
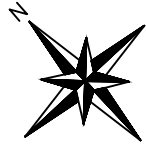


TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº	03
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)		
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)		
ESCALA	1:100	PLANO	Cotas P. Baja y P. Piso
FECHA	18 / 04 / 2016		ESTADO ACTUAL
			 <b>Universitat de les Illes Balears</b>



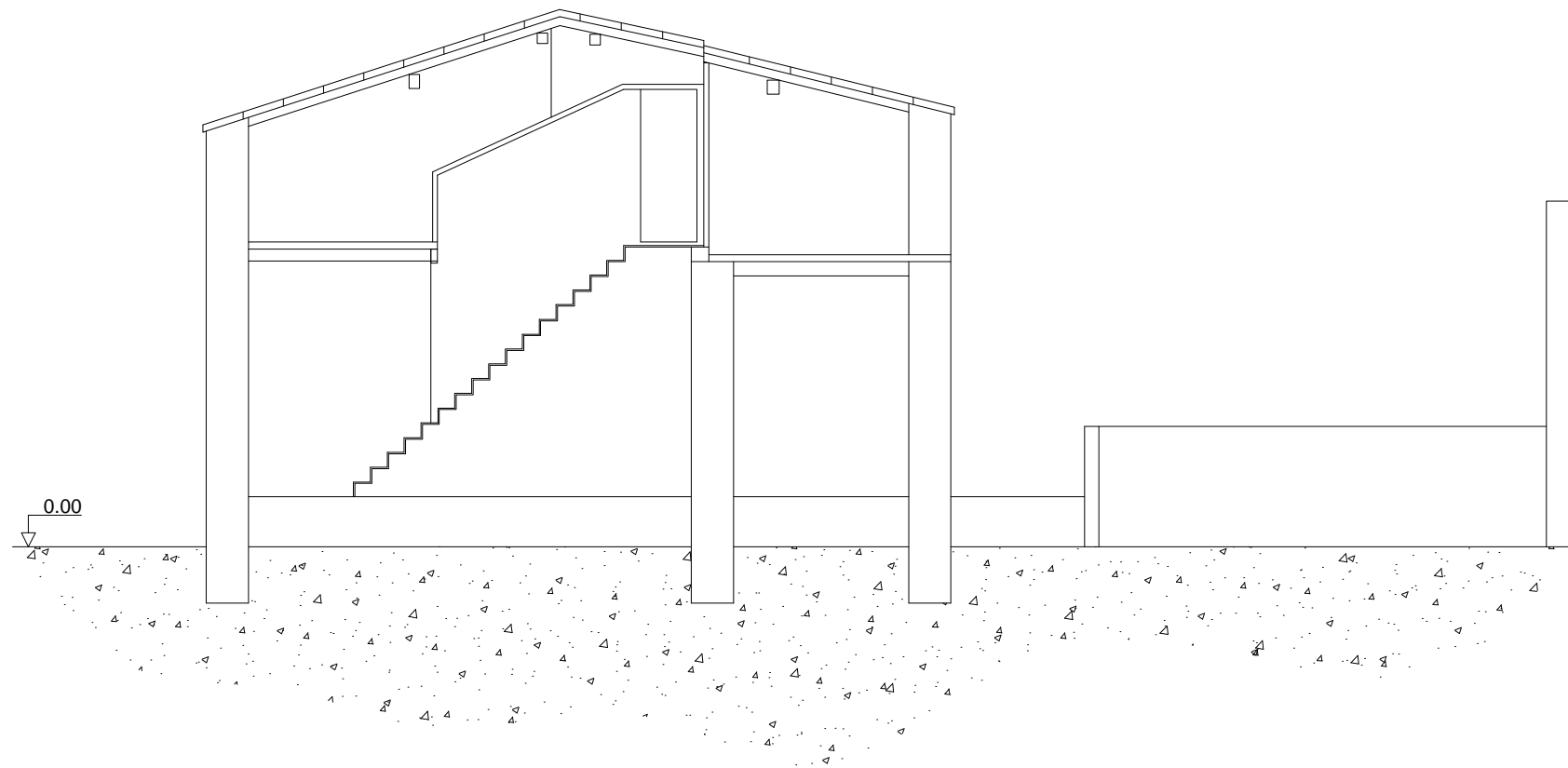
COCINA	SU: 7.81 m <sup>2</sup>	SALA DE ESTAR	SU: 11.94 m <sup>2</sup>
COLADURIA	SU: 6.15 m <sup>2</sup>	DISTRIBUIDOR	SU: 6.91 m <sup>2</sup>
DORMITORIO 1	SU: 19.22 m <sup>2</sup>	TERRAZA	SU: 8.09 m <sup>2</sup>
DORMITORIO 2	SU: 16.75 m <sup>2</sup>	JARDÍN	SU: 27.95 m <sup>2</sup>
DORMITORIO 3	SU: 19.31 m <sup>2</sup>	VESTÍBULO	SU: 11.03 m <sup>2</sup>
DORMITORIO 4	SU: 12.10 m <sup>2</sup>		

TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº	04
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)		
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)		
ESCALA	1:100	PLANO	Superficies P. Baja y P. Piso
FECHA	18 / 04 / 2016		ESTADO ACTUAL

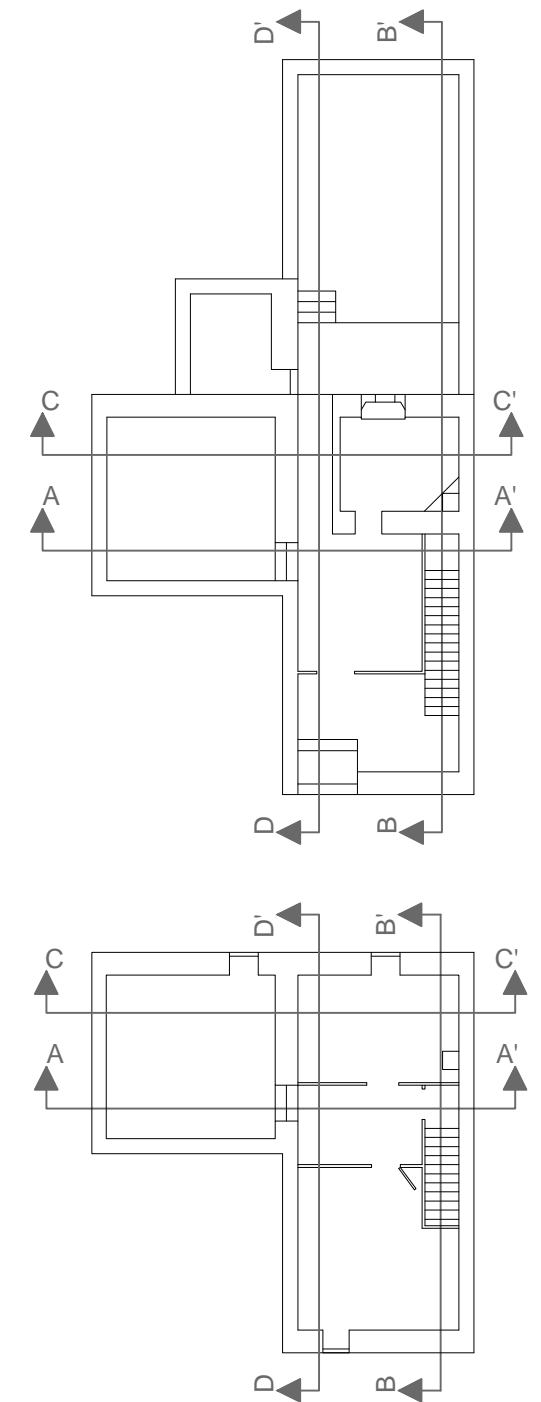
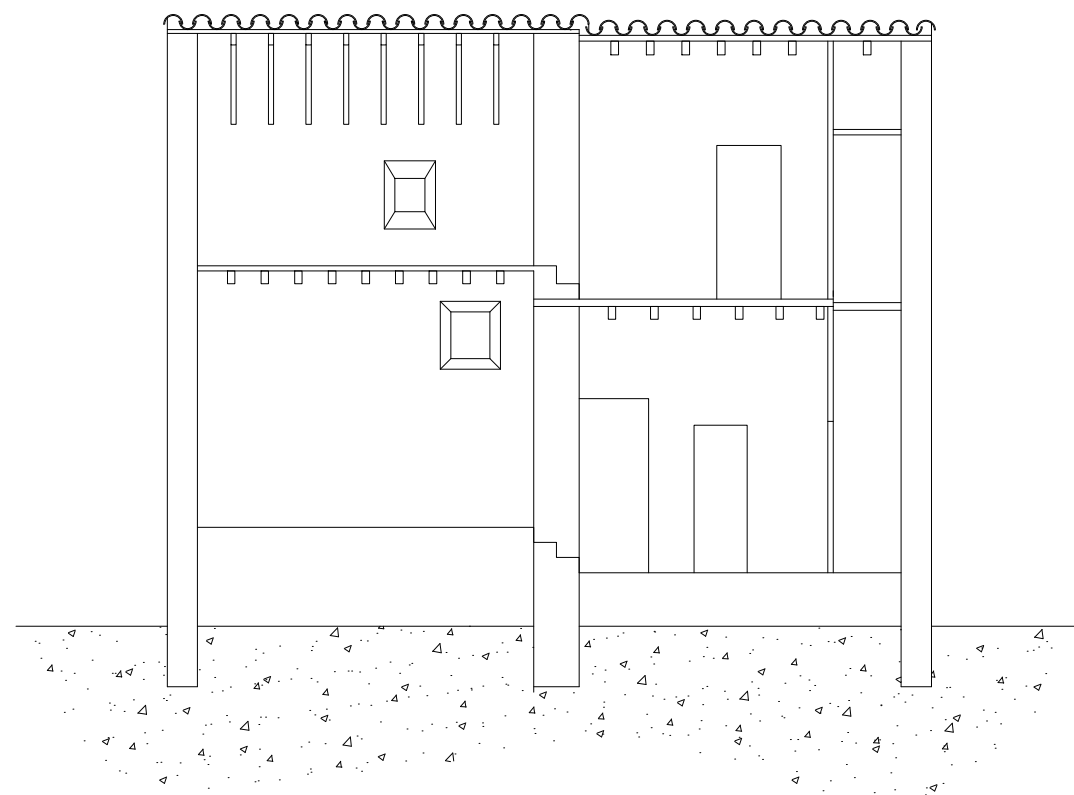


TÍTULO		ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº
TÉCNICO		ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)	05
SITUACIÓN		C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)	
ESCALA	1:100	PLANO	
FECHA	18 / 04 / 2016	Estructura P. Baja y P. Piso ESTADO ACTUAL	

SECCIÓ B-B'

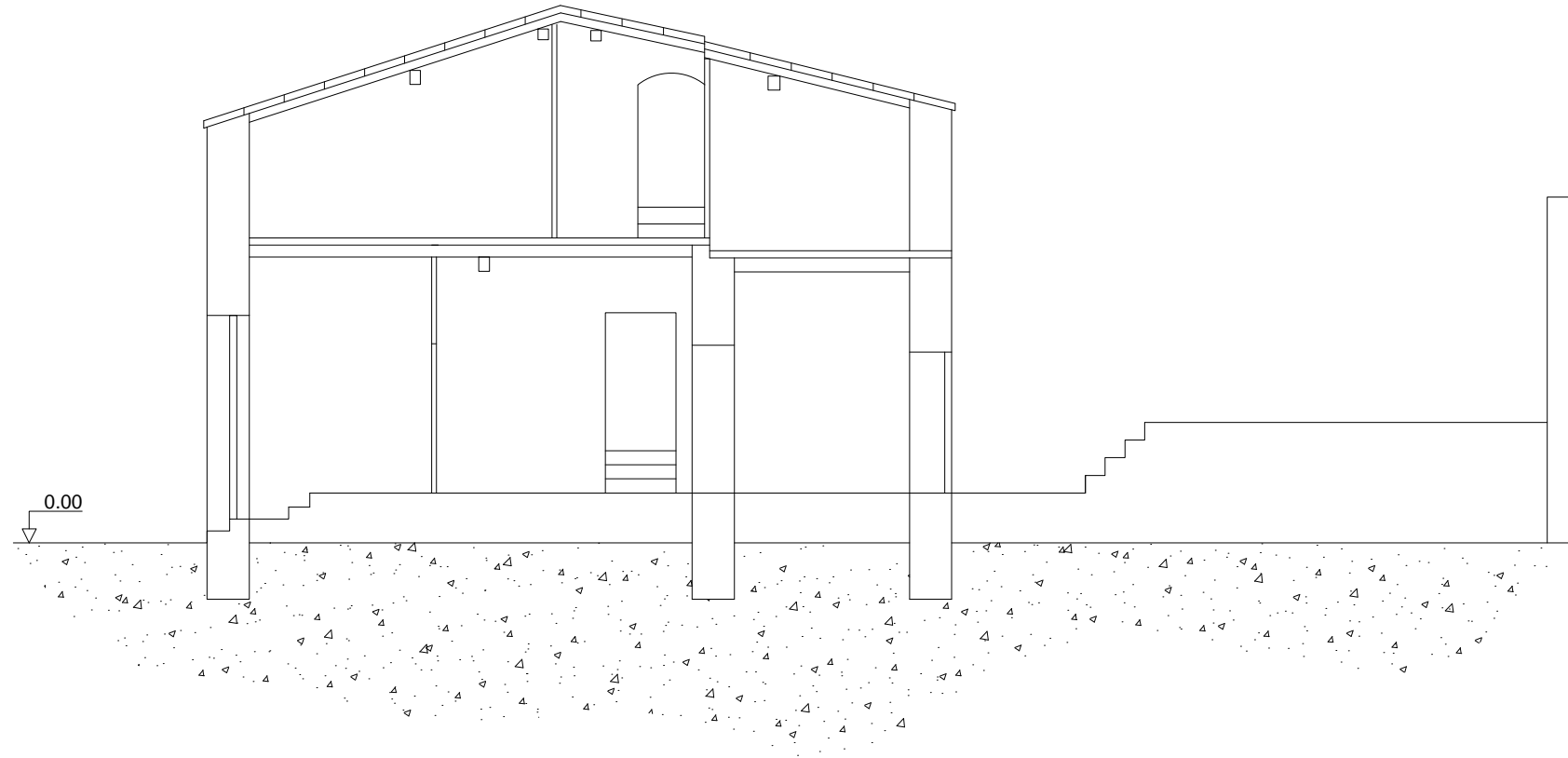


SECCIÓ A-A'

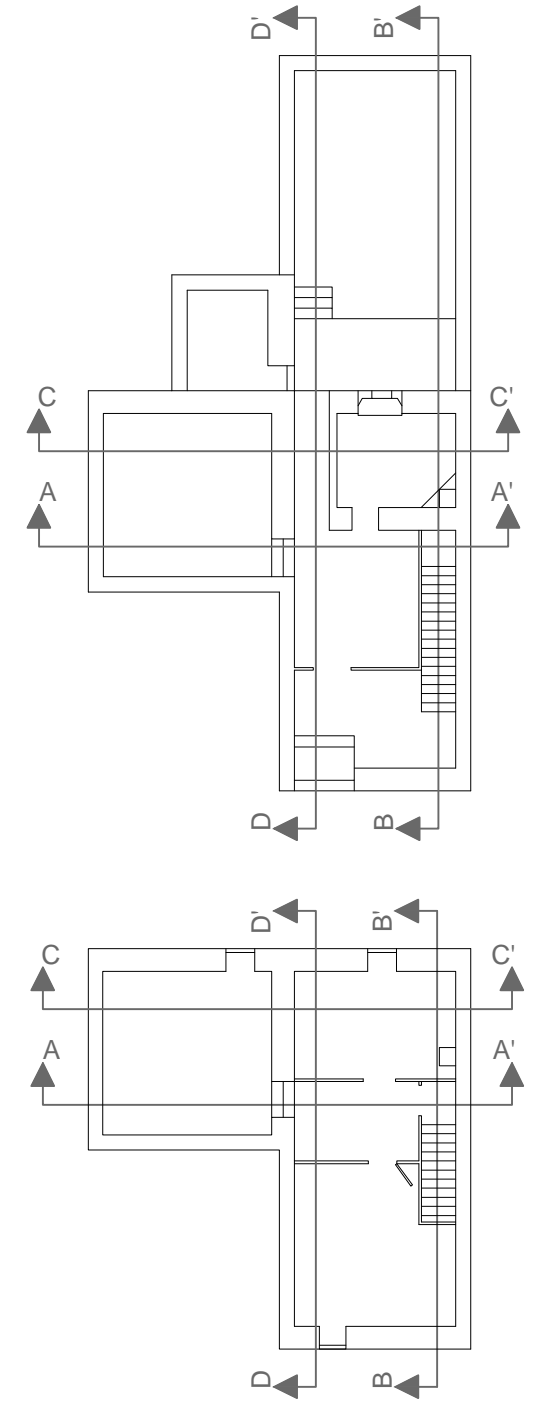
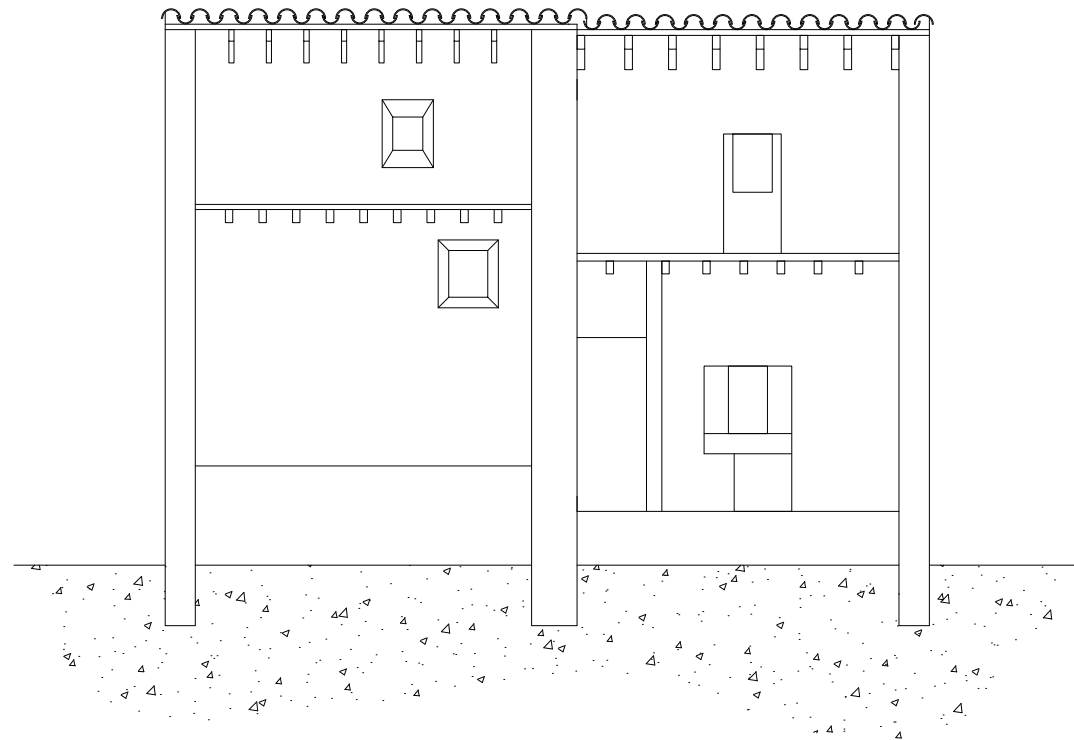


TÍTULO		ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº
TÉCNICO		ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)	06
SITUACIÓN		C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)	 Universitat de les Illes Balears
ESCALA	1:100	PLANO	
FECHA	18 / 04 / 2016	Secciones 01 ESTADO ACTUAL	

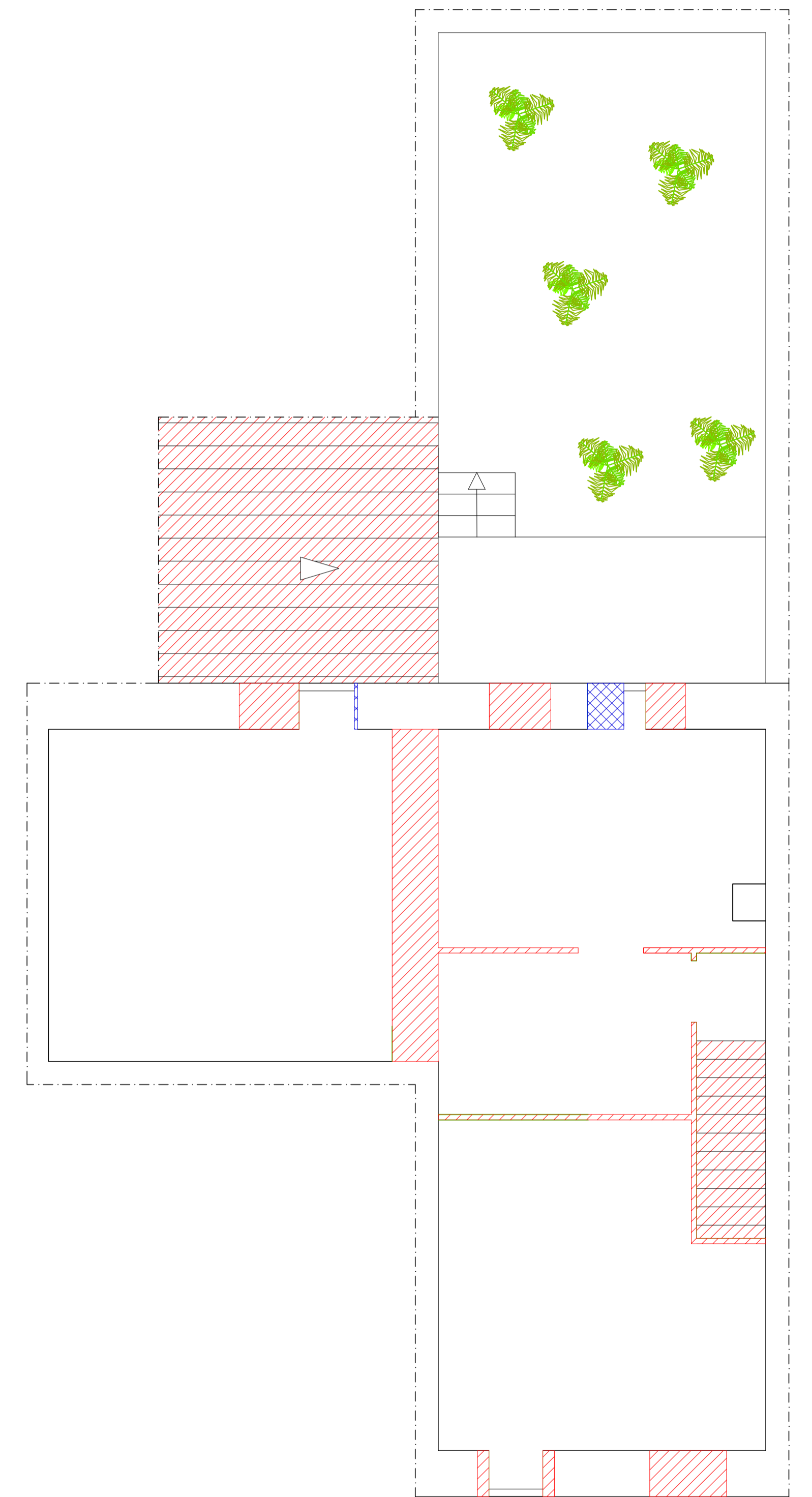
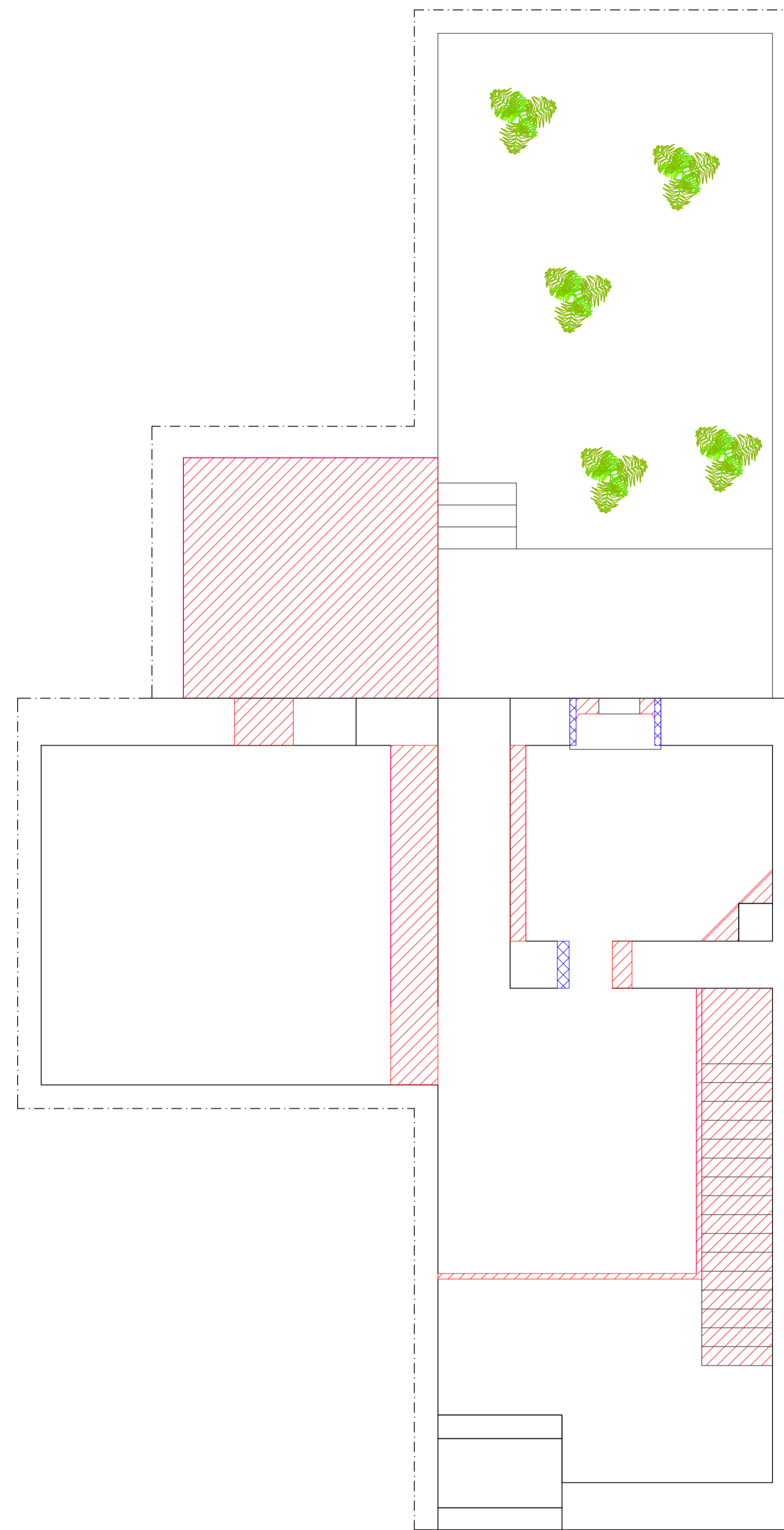
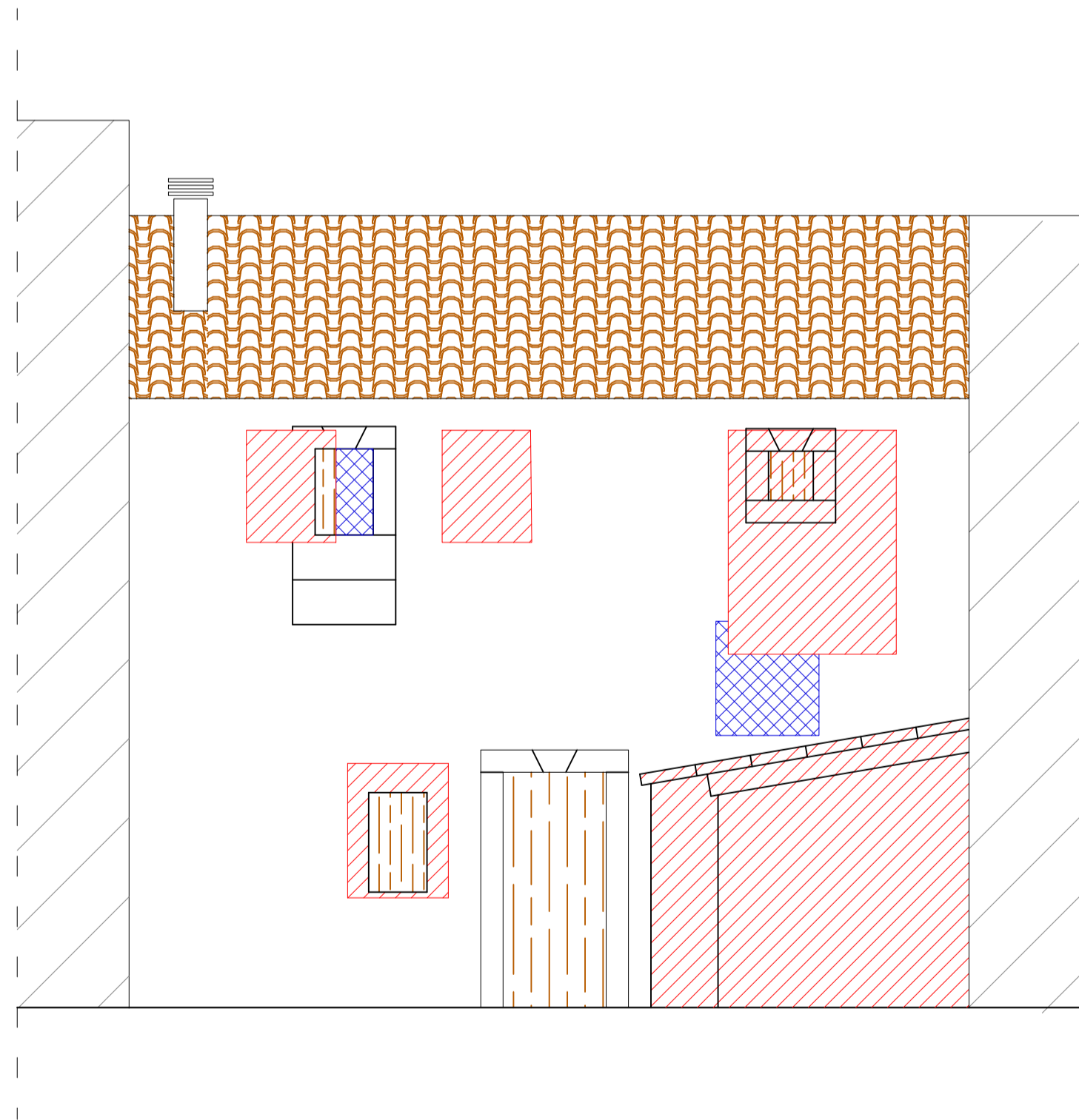
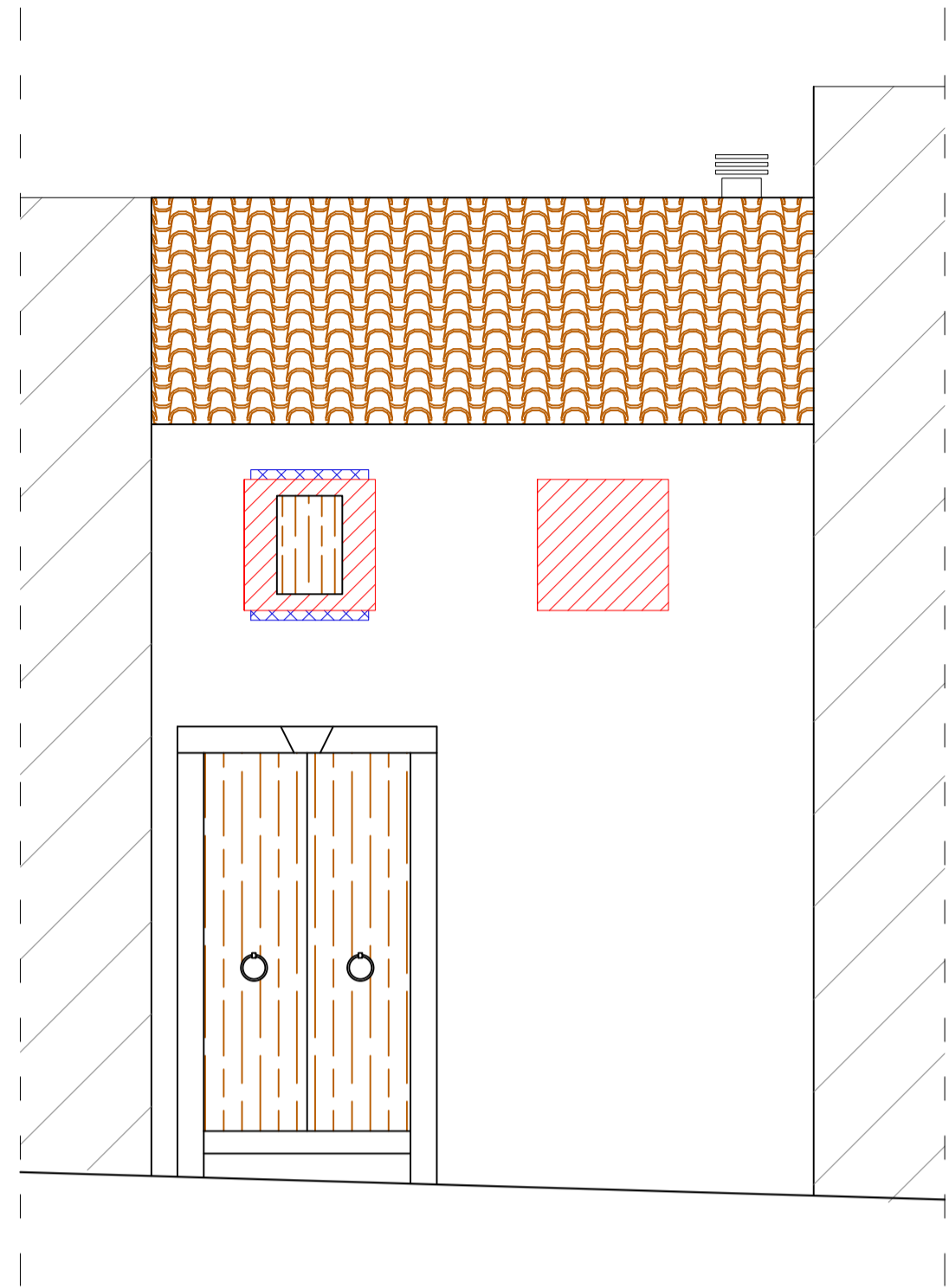
# SECCIÓ D-D'

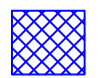




# SECCIÓ C-C'



TÍTULO		ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº
TÉCNICO		ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)	07
SITUACIÓN		C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)	 Universitat de les Illes Balears
ESCALA	1:100	PLANO	
FECHA	18 / 04 / 2016	Secciones 02 ESTADO ACTUAL	



-  A tapiar
-  A demoler

TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS		PLANO Nº	08
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)		 Universitat de les Illes Balears	
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)			
ESCALA	1:50	PLANO	Demolición P. Baja y P. Piso	
FECHA	18 / 04 / 2016	ESTADO ACTUAL		



TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº	09
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)		
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)		
ESCALA	1:50	PLANO	ALZADO PRINCIPAL
FECHA	18 / 04 / 2016		ESTADO ACTUAL



Universitat de les Illes Balears

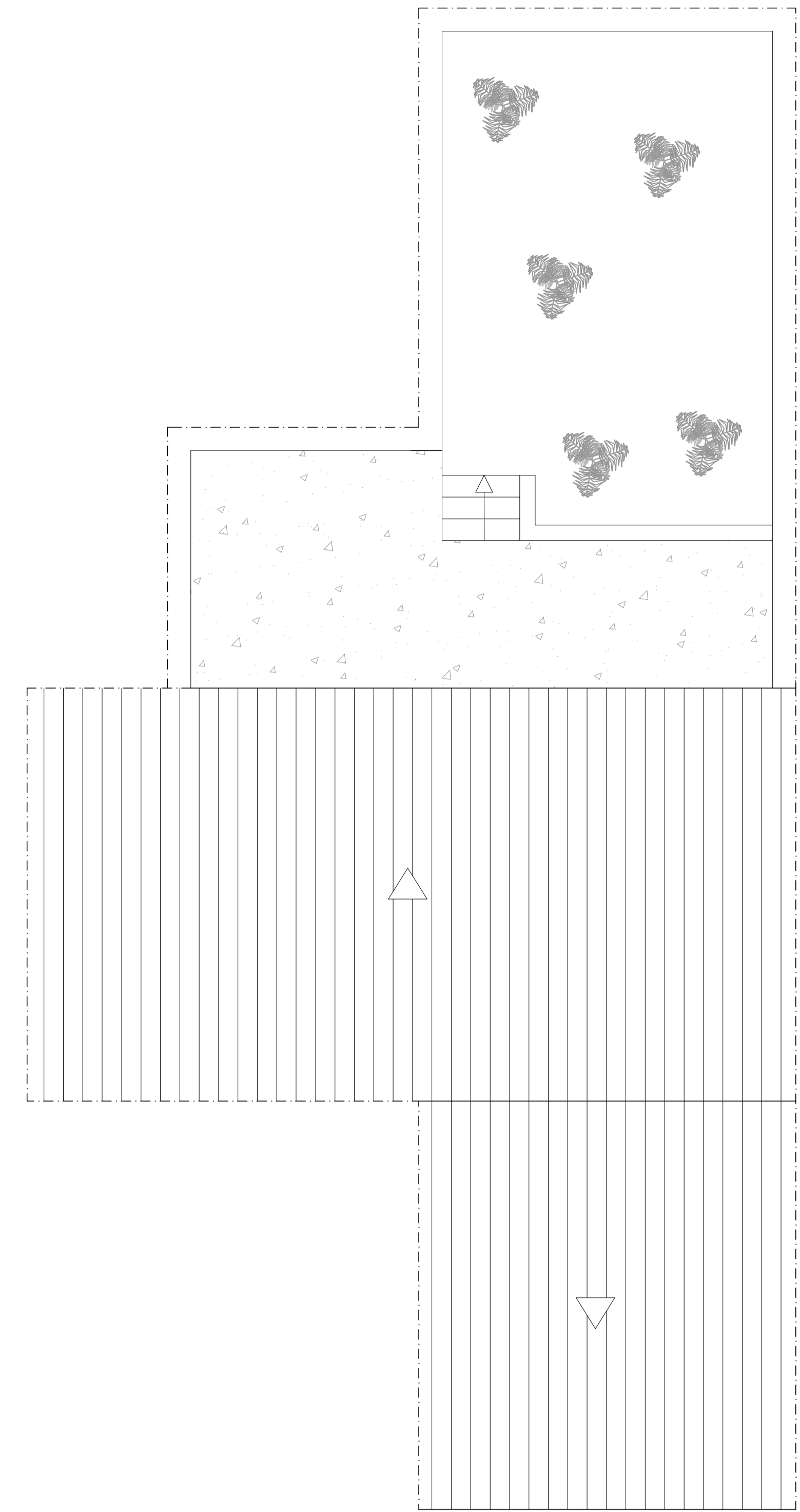
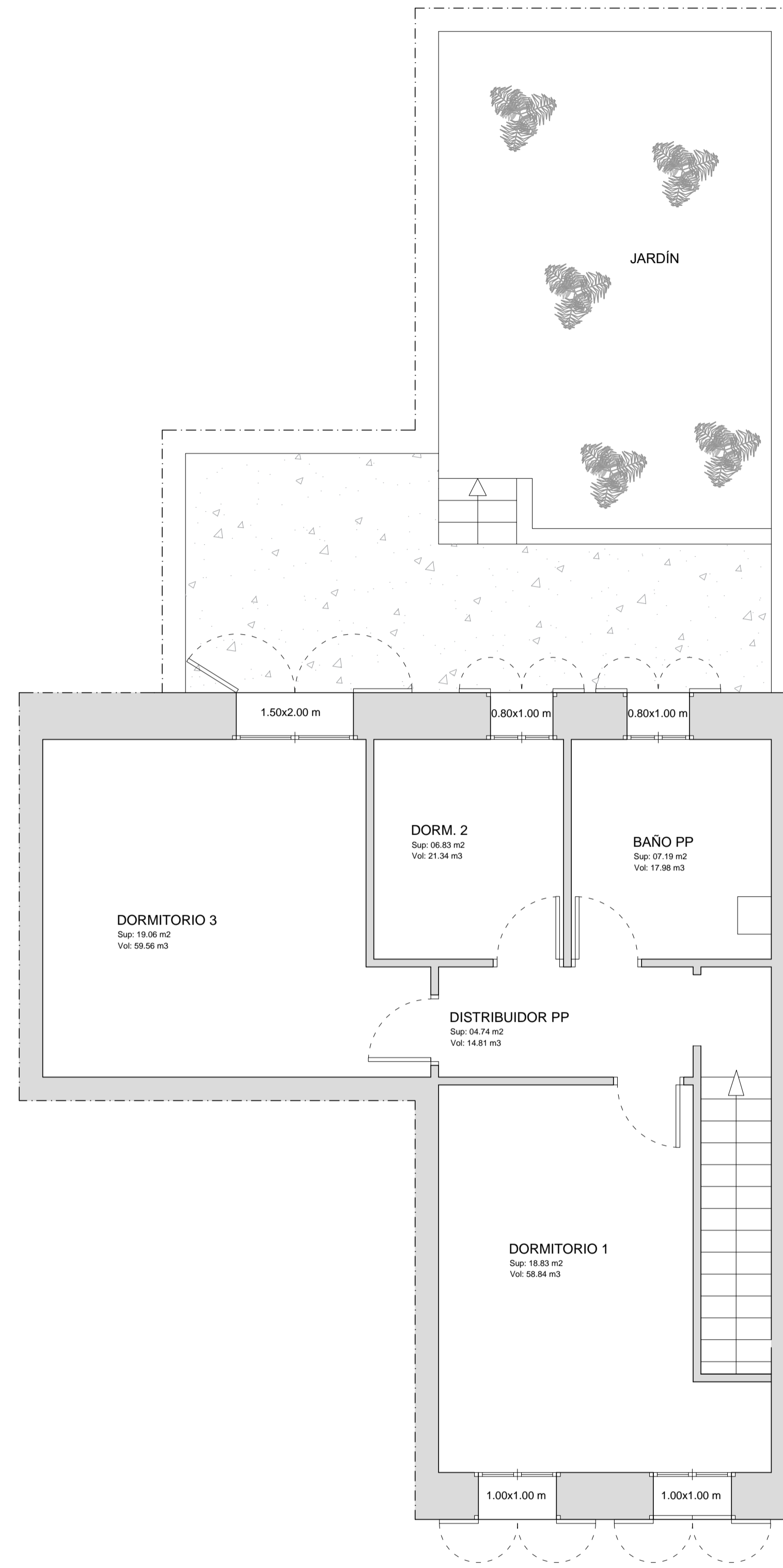
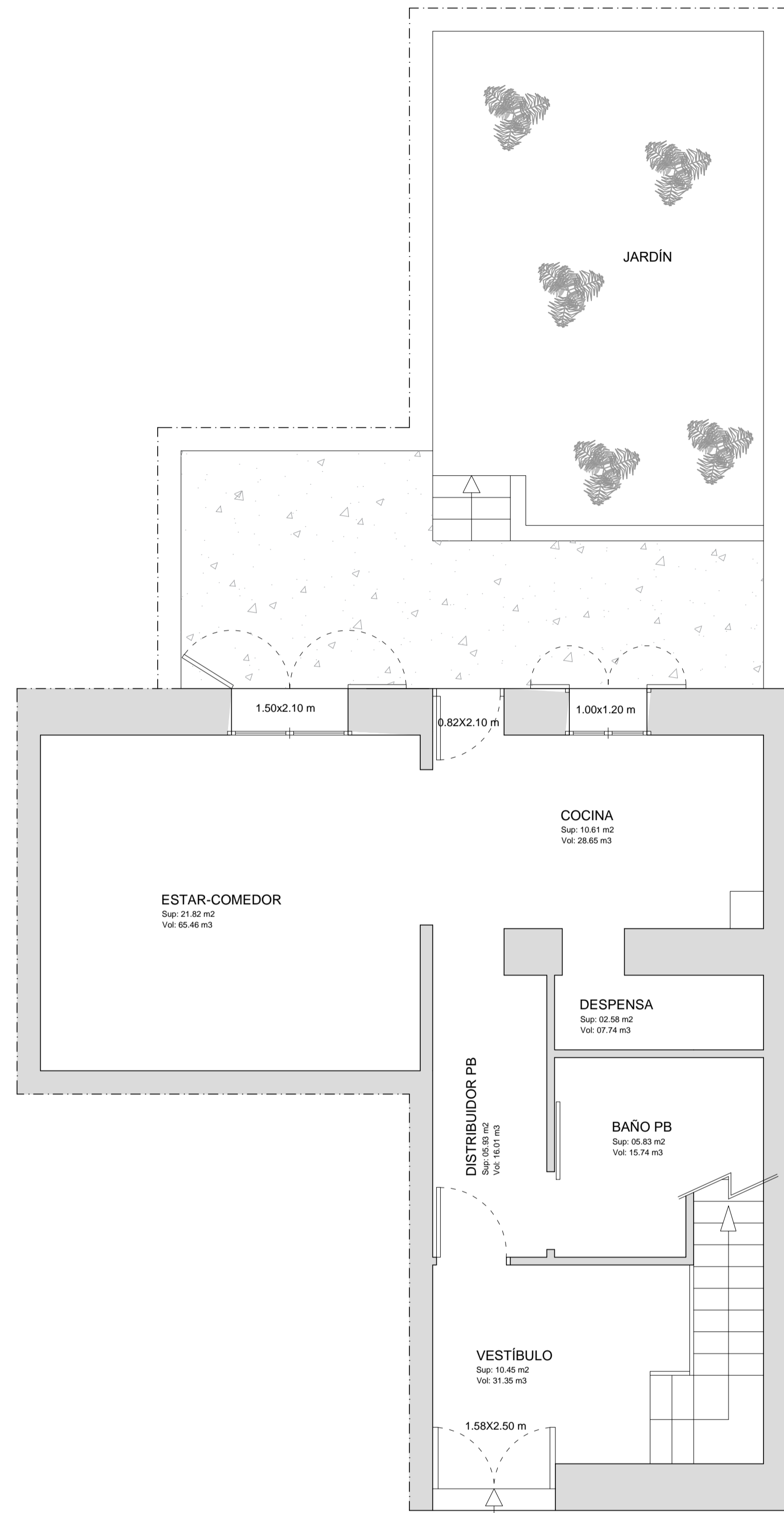
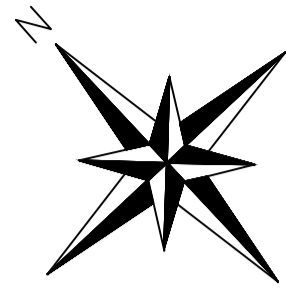




TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº	10
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)		
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)		
ESCALA	1:50	PLANO	ALZADO POSTERIOR
FECHA	18 / 04 / 2016		ESTADO ACTUAL




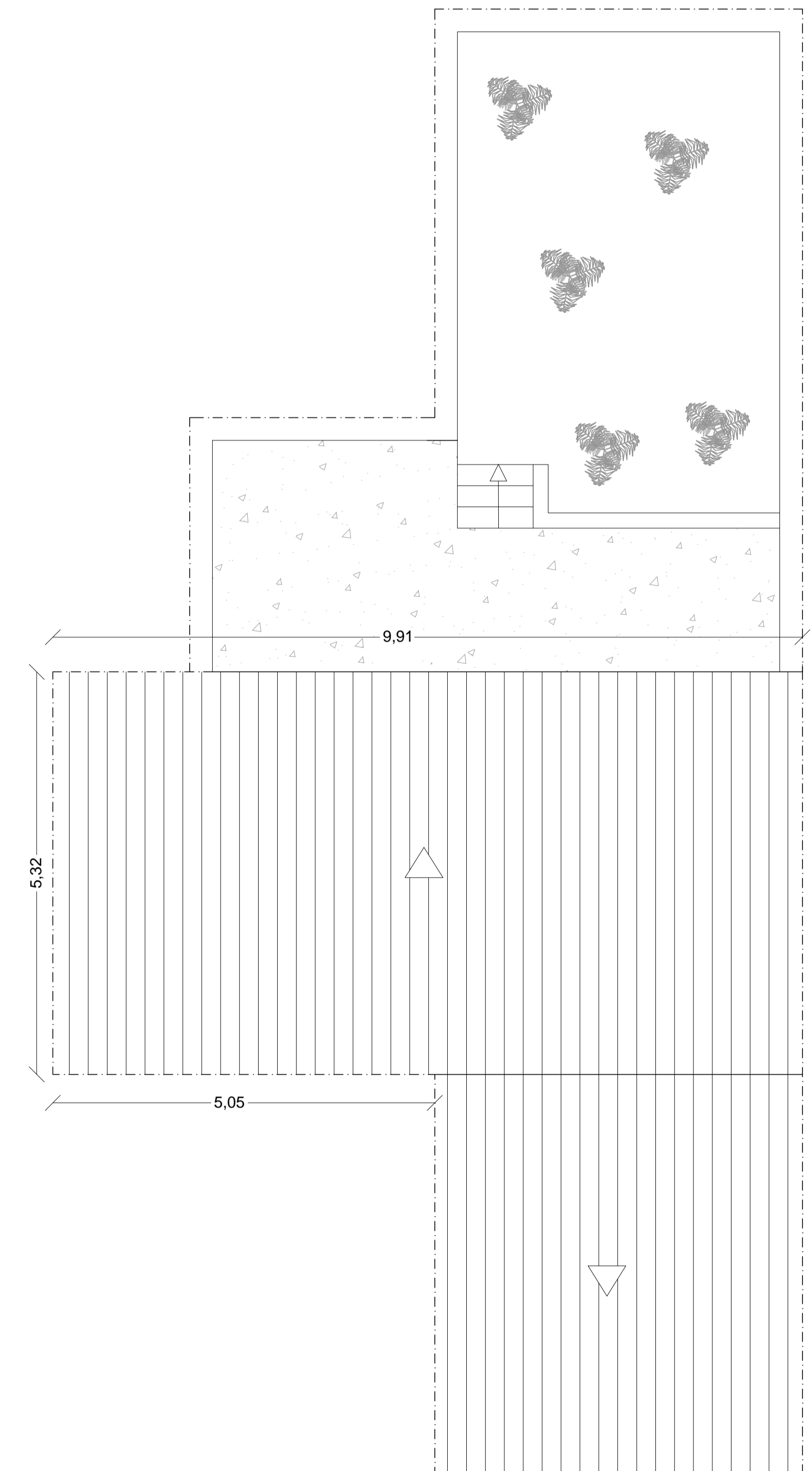
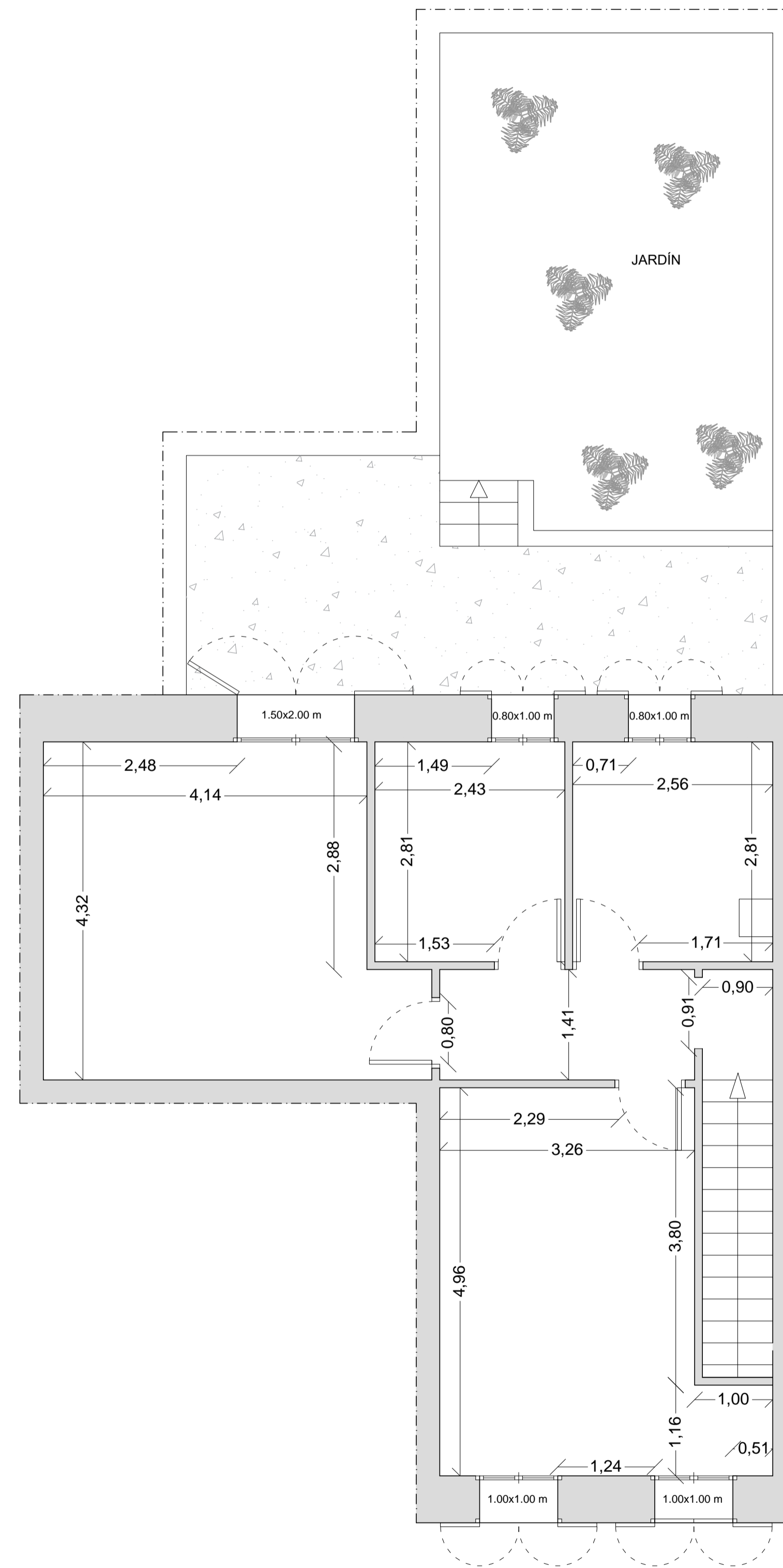
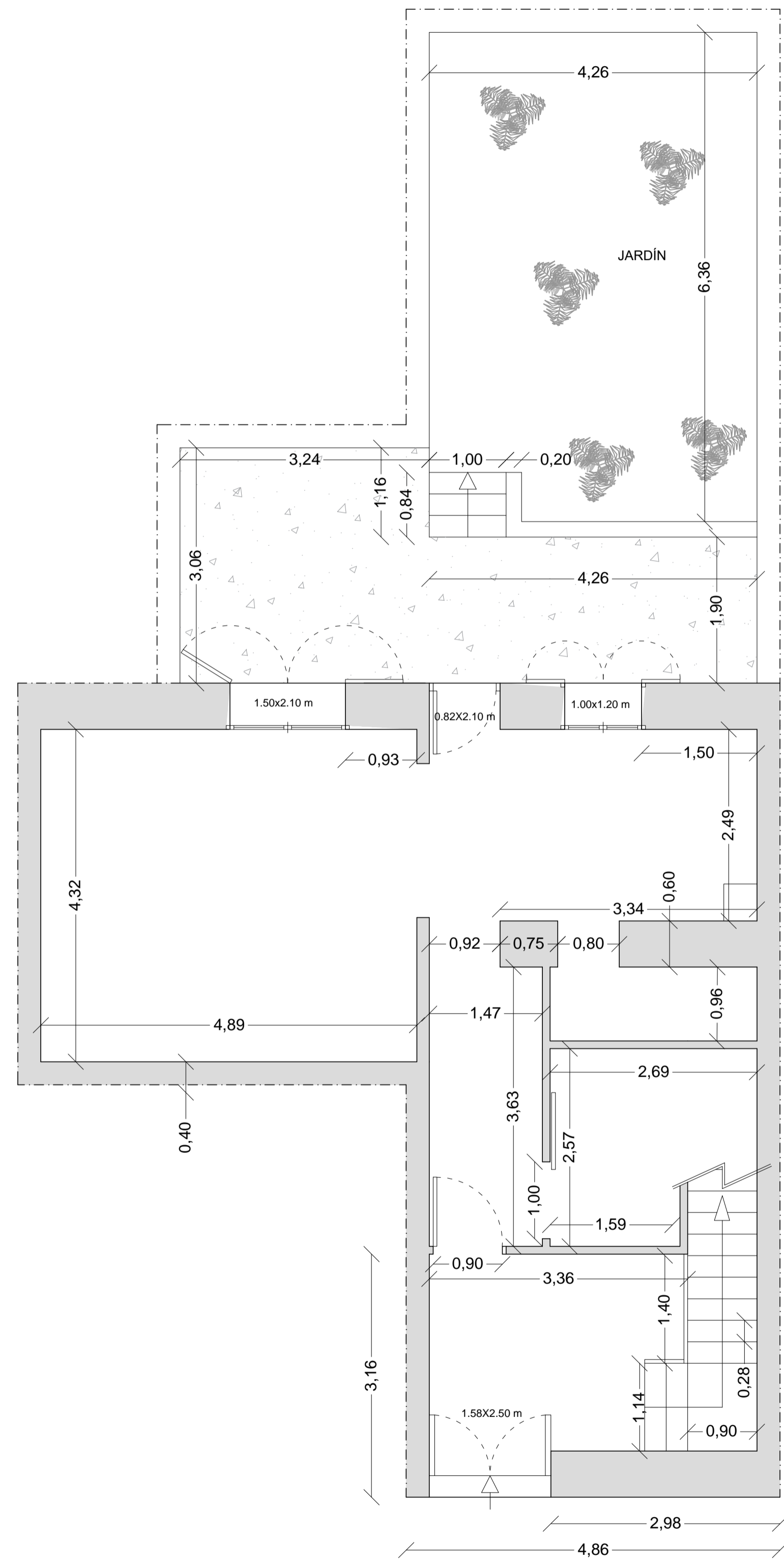
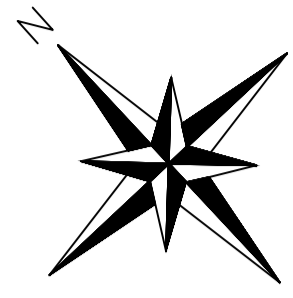
Universitat de les Illes Balears



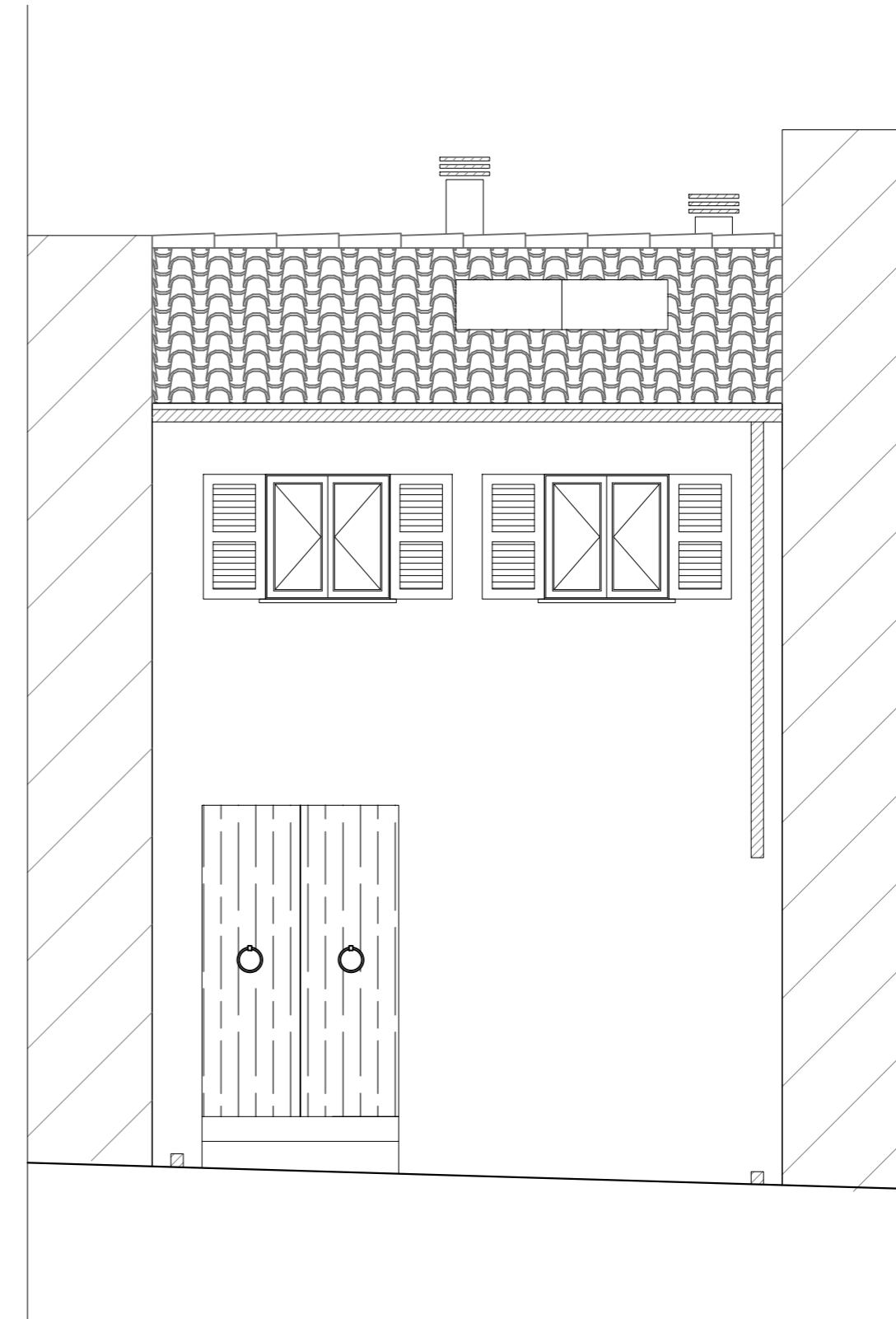
	CUADRO DE SUPERFICIES						
	SUPERFICIE PROYECTADA (m <sup>2</sup> )			MÍNIMA DECRETO HABITABILIDAD (m <sup>2</sup> )			CUMPLE
	S. ÚTIL	S. ILUM.	S. VENT.	S. ÚTIL	S. ILUM.	S. VENT.	
COCINA	10.61 m <sup>2</sup>	3.95 m <sup>2</sup>	3.95 m <sup>2</sup>	05.00 m <sup>2</sup>	0.50 m <sup>2</sup>	0.15 m <sup>2</sup>	SI
DORMITORIO 1	18.83 m <sup>2</sup>	2.00 m <sup>2</sup>	2.00 m <sup>2</sup>	10.00 m <sup>2</sup>	1.00 m <sup>2</sup>	0.33 m <sup>2</sup>	SI
DORMITORIO 2	06.83 m <sup>2</sup>	0.80 m <sup>2</sup>	0.80 m <sup>2</sup>	06.00 m <sup>2</sup>	0.60 m <sup>2</sup>	0.20 m <sup>2</sup>	SI
DORMITORIO 3	19.06 m <sup>2</sup>	3.00 m <sup>2</sup>	3.00 m <sup>2</sup>	10.00 m <sup>2</sup>	1.00 m <sup>2</sup>	0.33 m <sup>2</sup>	SI
DISTRIBUIDOR PB	05.93 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	00.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	SI
DISTRIBUIDOR PP	04.74 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	00.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	SI
BAÑO PB	05.83 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	02.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	SI
BAÑO PP	07.19 m <sup>2</sup>	0.80 m <sup>2</sup>	0.80 m <sup>2</sup>	02.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	SI
VESTÍBULO	10.45 m <sup>2</sup>	3.95 m <sup>2</sup>	3.95 m <sup>2</sup>	00.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	SI
ESTAR - COMEDOR	21.82 m <sup>2</sup>	3.15 m <sup>2</sup>	3.15 m <sup>2</sup>	14.00 m <sup>2</sup>	1.40 m <sup>2</sup>	0.42 m <sup>2</sup>	SI
DESPENSA	02.58 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	00.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	0.00 m <sup>2</sup>	SI

TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº	11
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)		
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)		
ESCALA	1:50	PLANO	Distribución Definitiva
FECHA	18 / 04 / 2016		ESTADO REFORMADO

  
 Universitat de les Illes Balears

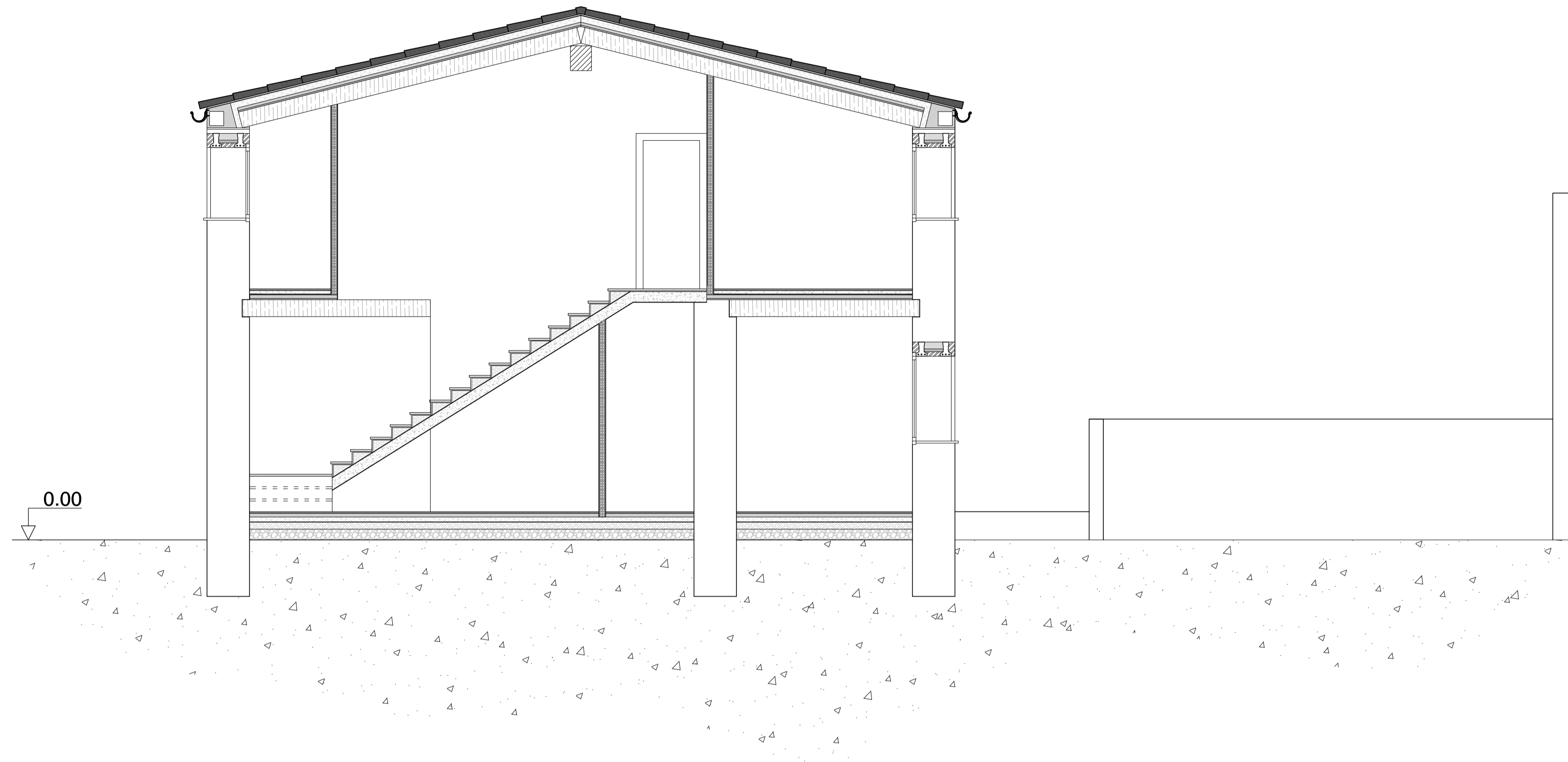


TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº	12
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)		
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)		
ESCALA	1:50	PLANO	COTAS P. BAJA Y P. PISO
FECHA	18 / 04 / 2016		ESTADO REFORMADO
			 Universitat de les Illes Balears

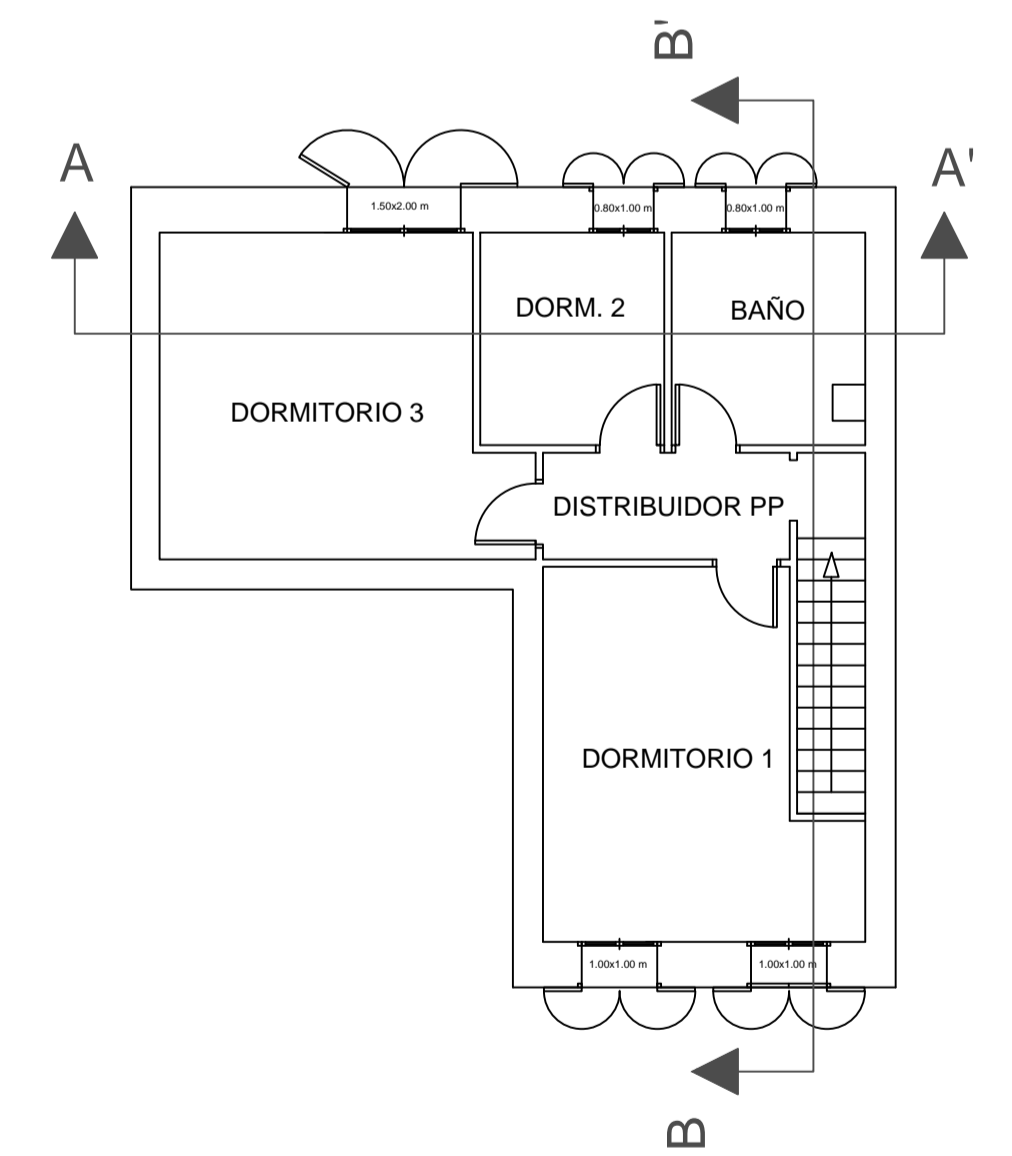
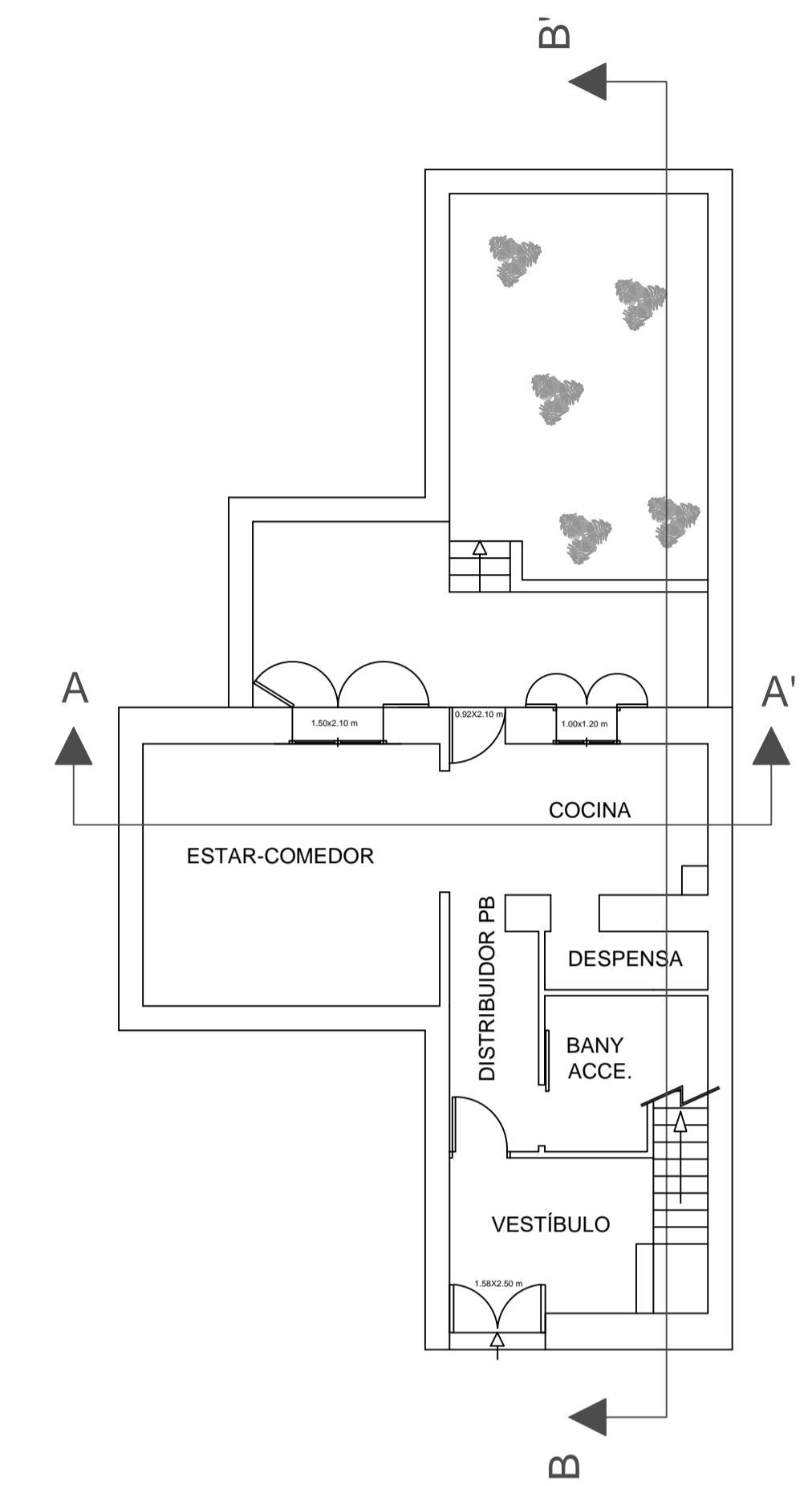
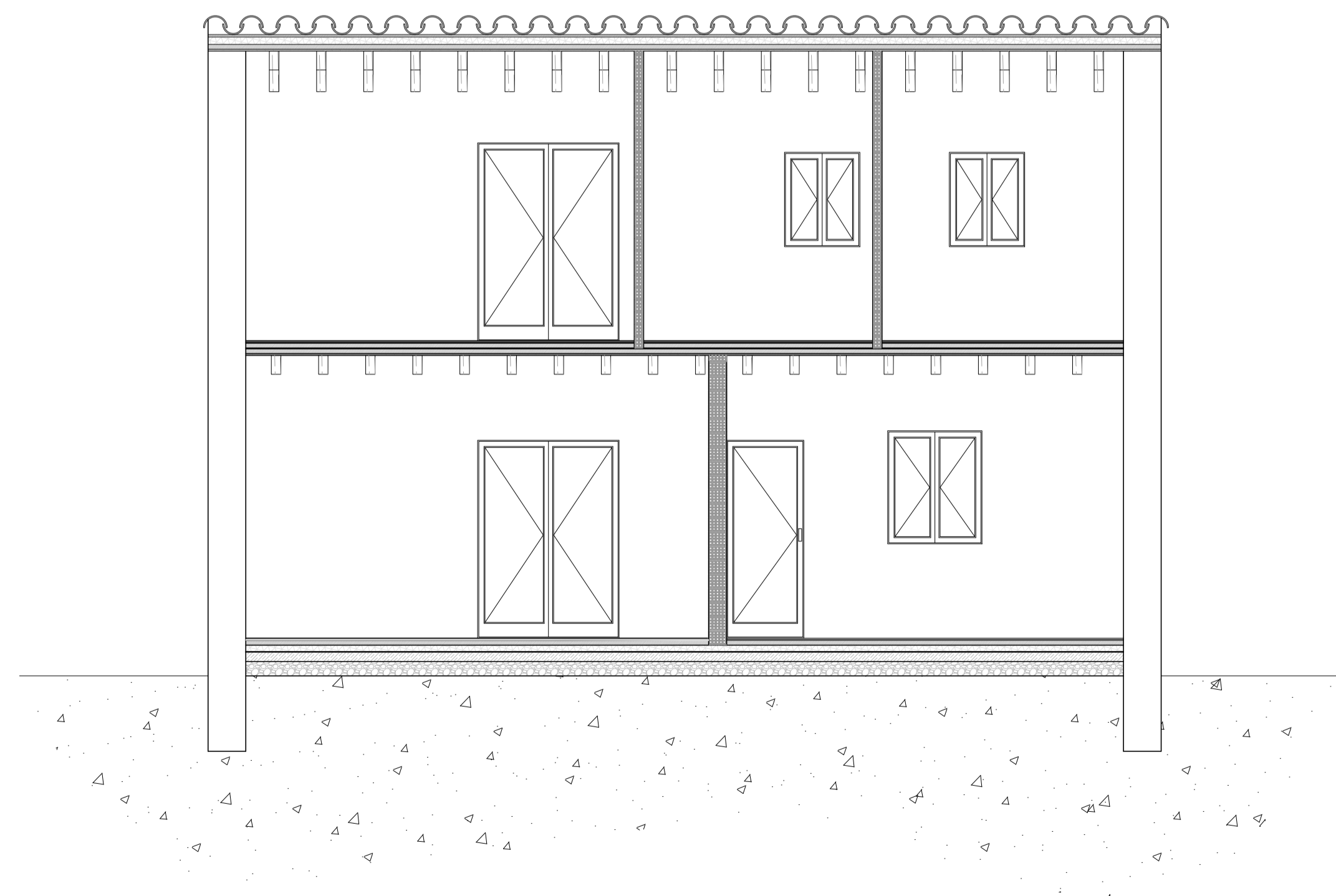


TÍTULO		ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº
TÉCNICO		ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)	13
SITUACIÓN		C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)	 Universitat de les Illes Balears
ESCALA	1:50	PLANO	
FECHA	18 / 04 / 2016	Alzado Prinpical y Posterior ESTADO REFORMADO	

SECCIÓN B-B'



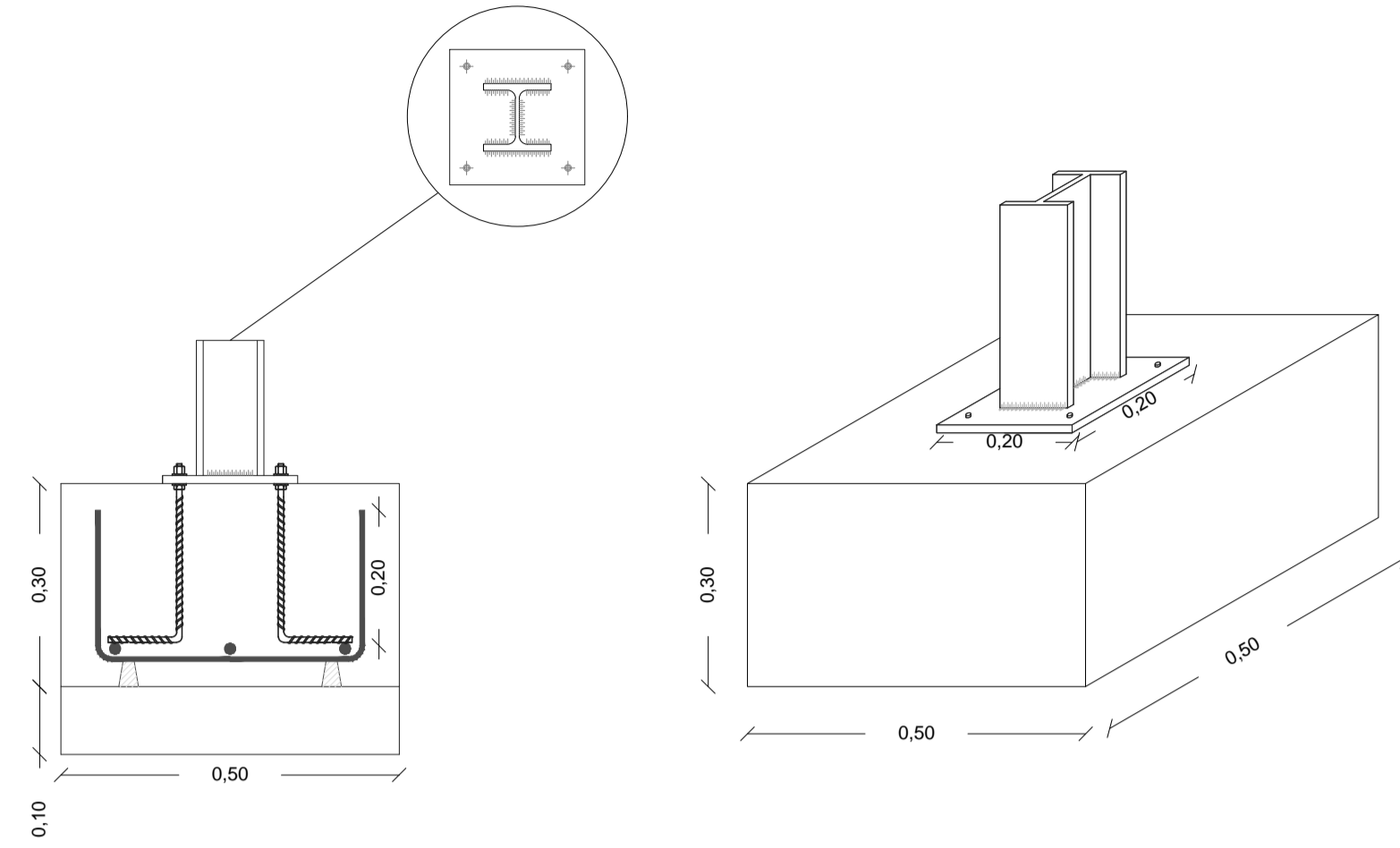
SECCIÓN A-A'



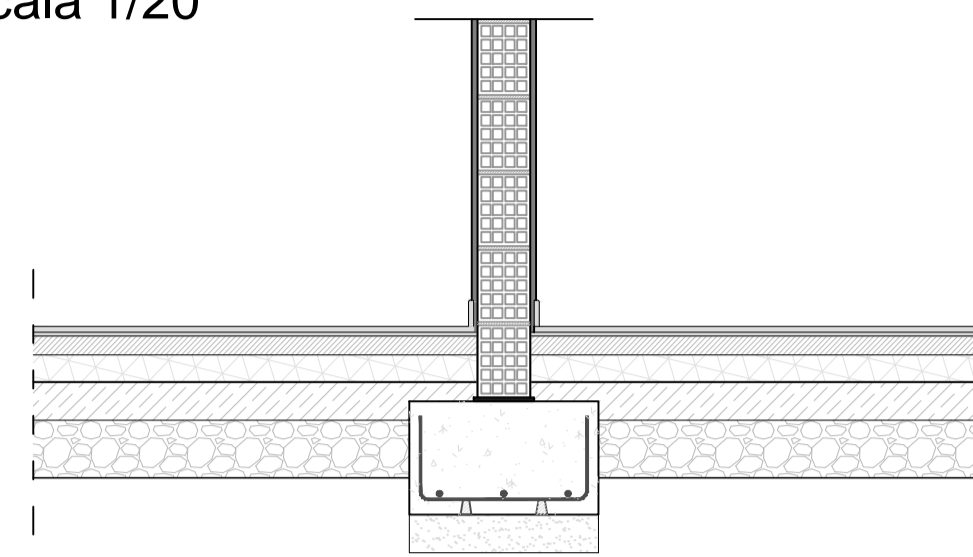
TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº	14
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)		
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)		
ESCALA	1:50	PLANO	Secciones P.Baja y P.Piso
FECHA	18 / 04 / 2016		ESTADO REFORMADO



Escala 1/10

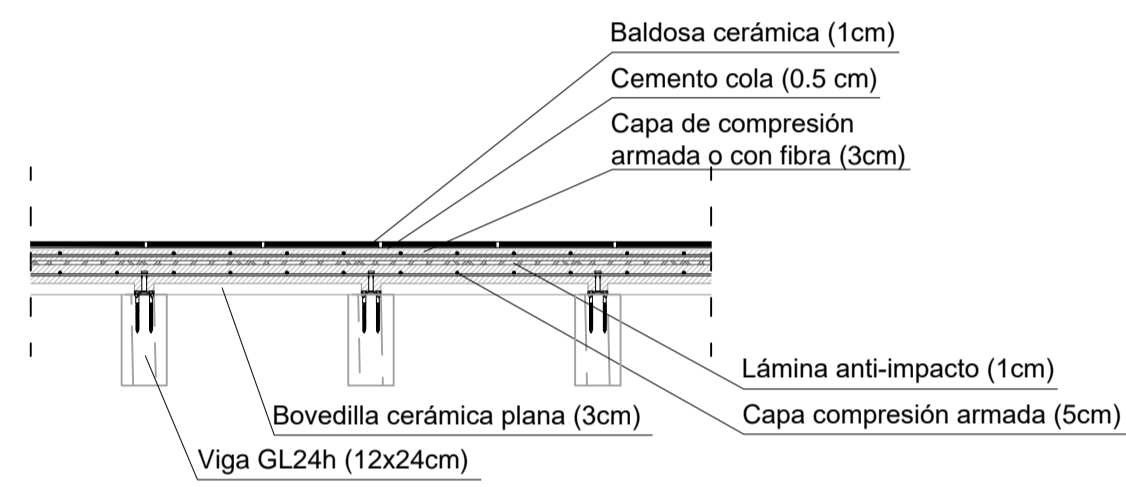


Escala 1/20



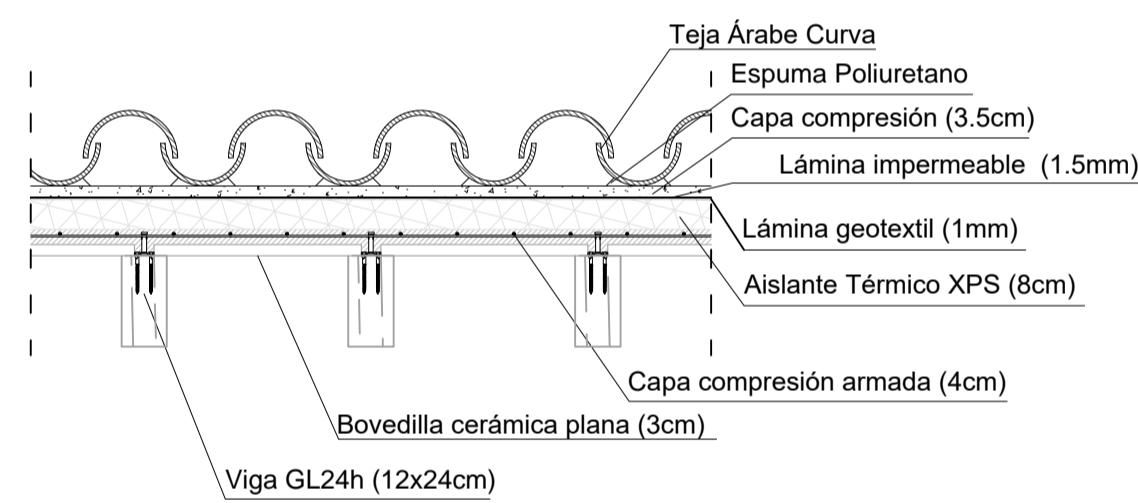
Escala 1/20

Sección forjado techo planta baja

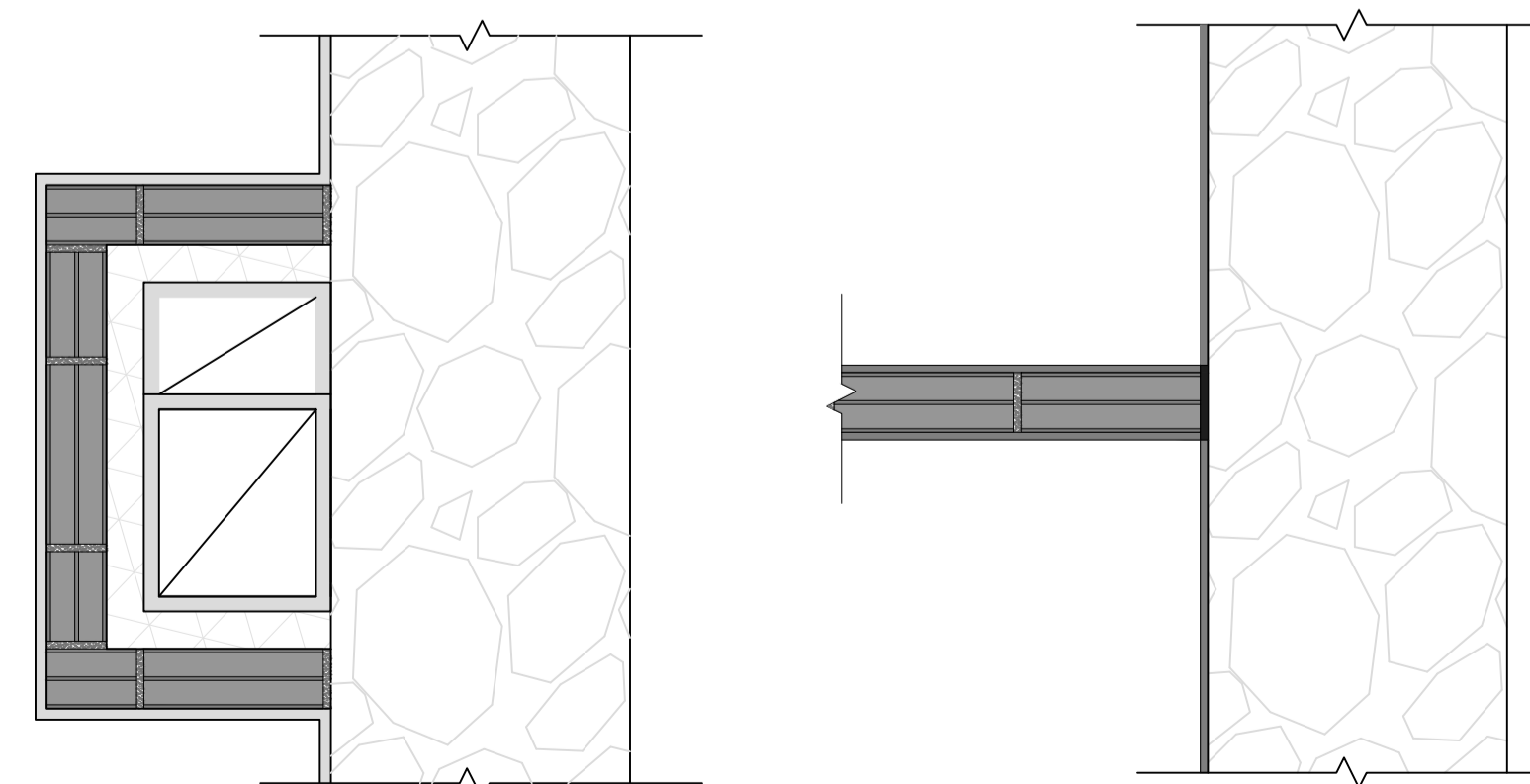


Escala 1/20

Sección forjado techo planta piso (Cubierta inclinada)



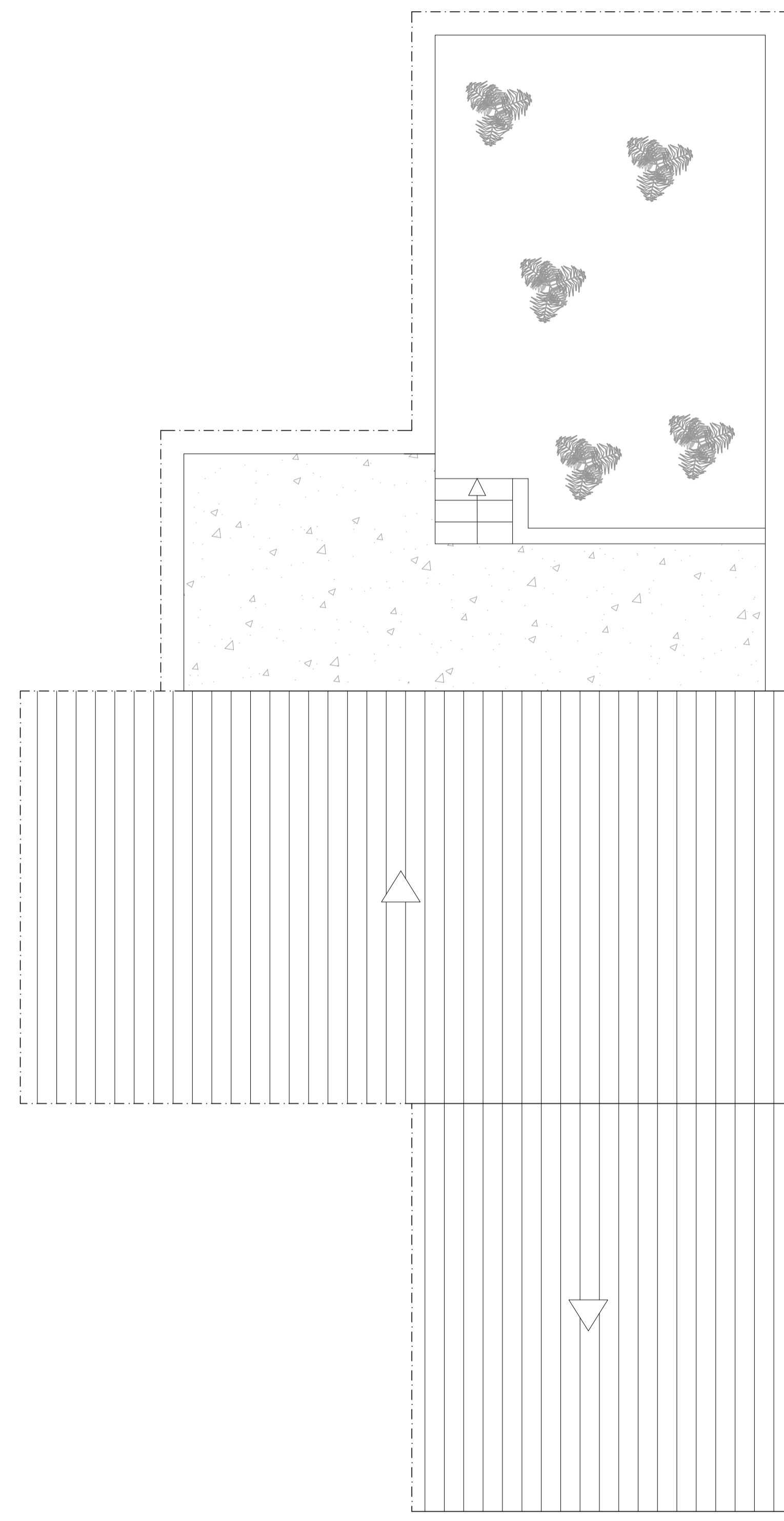
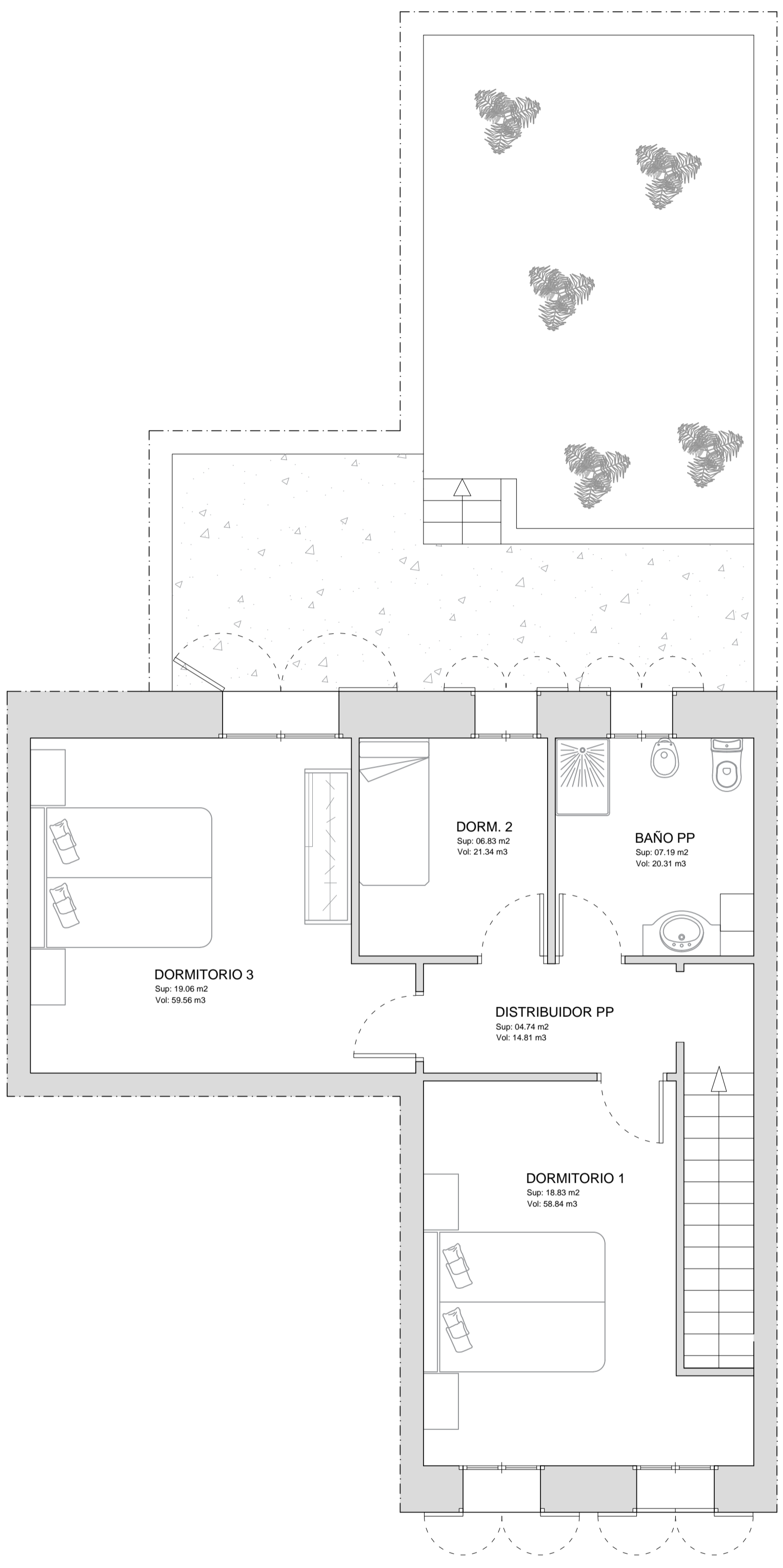
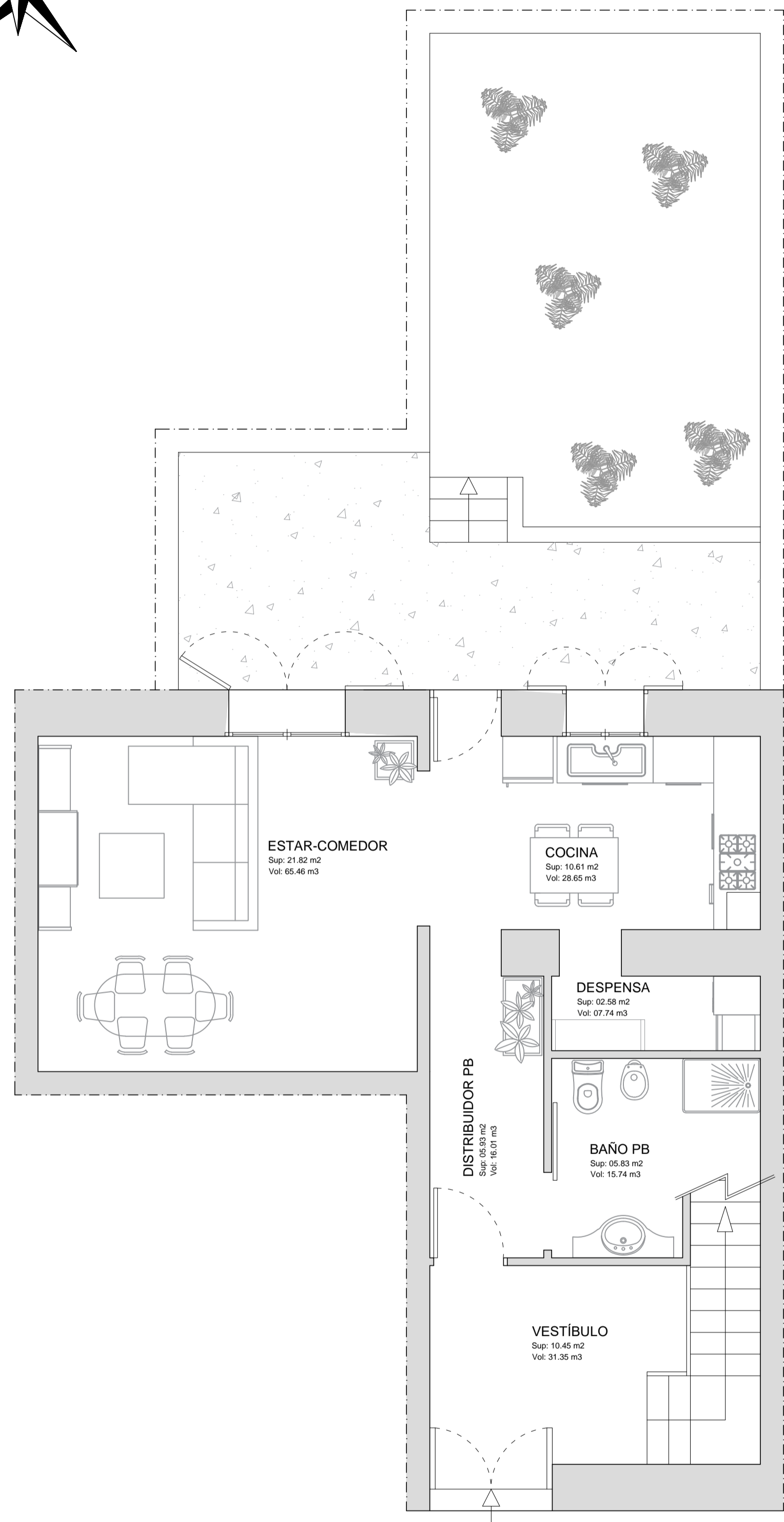
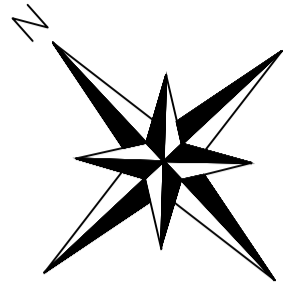
Escala 1/10



CUADRO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS			
LOCALIZACIÓN	LONGITUD	ANCHO	CANTO
Zapata aislada	50 cm	50 cm	30 cm
Zapata corrida	-- cm	50 cm	30 cm
Base escalera	115 cm	50 cm	30 cm
TIPO DE PERFIL	LONGITUD	TIPO DE UNIÓN	
Pilar metálico	HEB - 100	2.70 m	Soldada

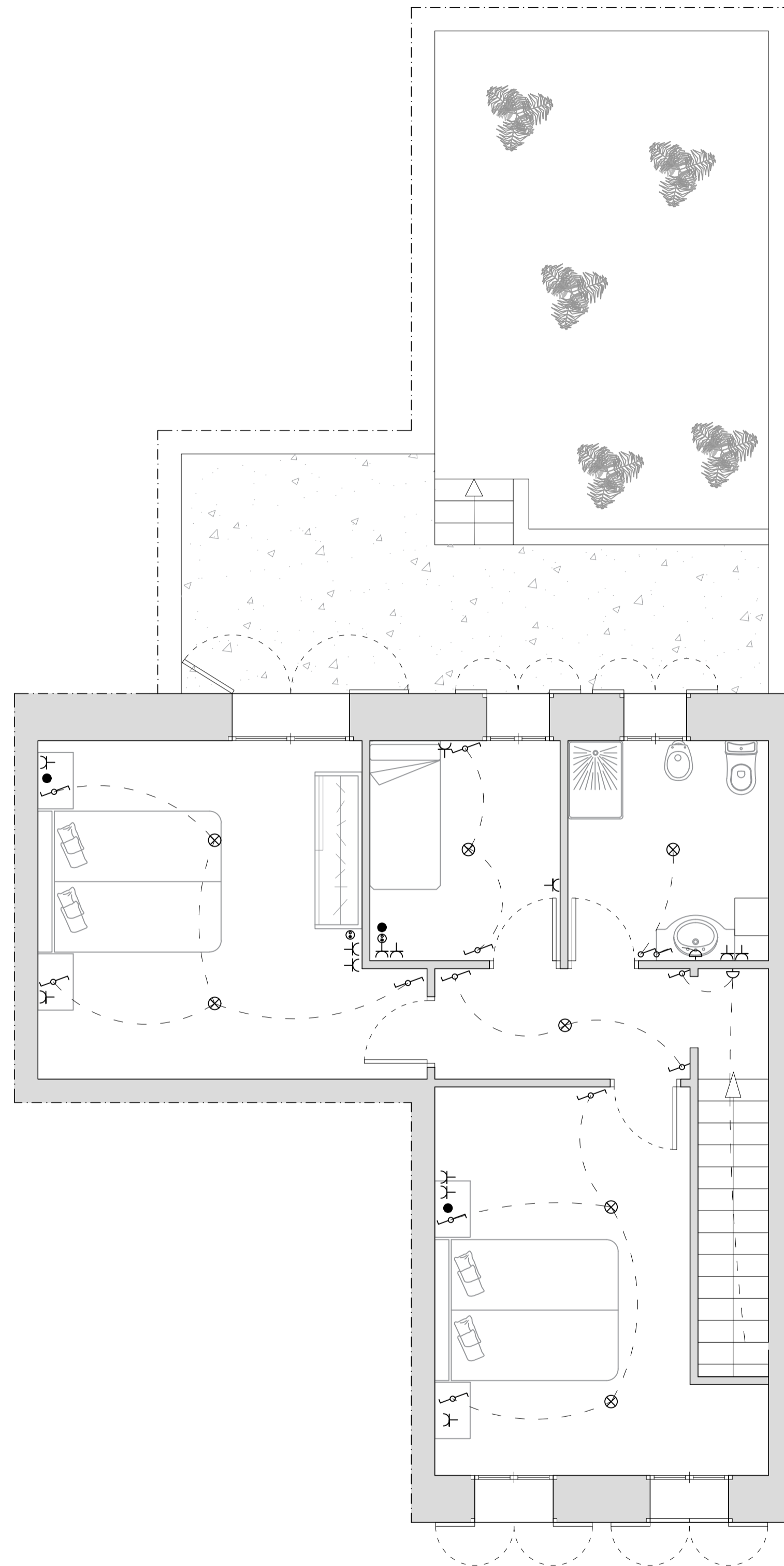
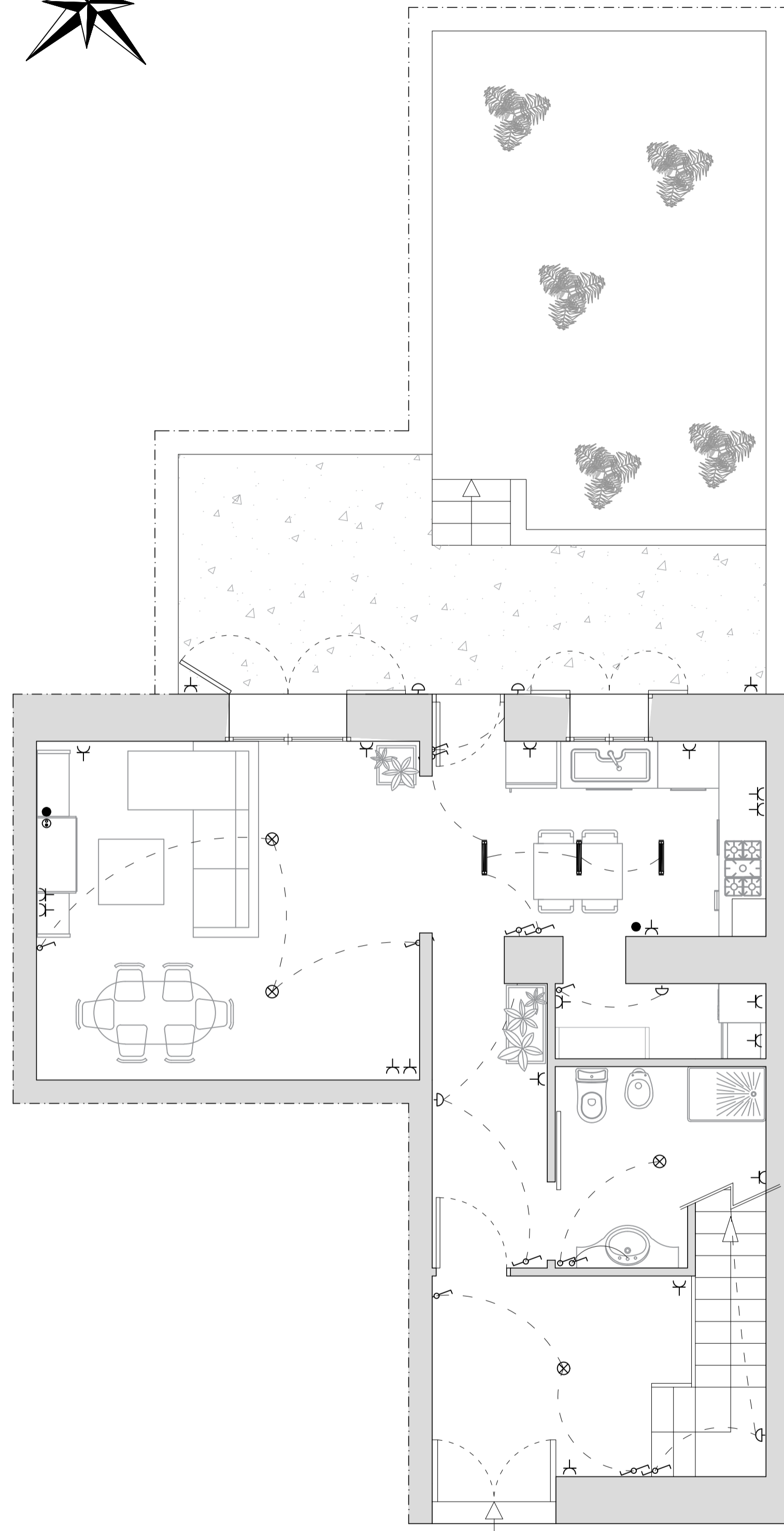
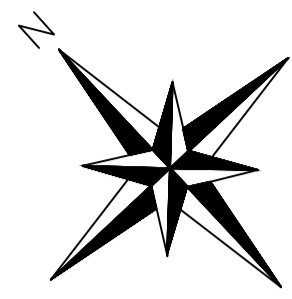
CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA EHE-08									
MATERIAL	HORMIGÓN						ACERO		
	CONTROL		CARACTERÍSTICAS				CONTROL		CARACTE.
	N. CONTROL	COEF. POND.	TIPO	CONSISTENCIA	TAM. MAX. ARIDO	AMBIENTE	TIPO	CONTROL	COEF. POND.
Cimentación	Estadístico	Yc = 1.50	HA-25	Plástica (3 - 5cm)	20 - 30 mm	Ila	B500S	Normal	1,15
Forjados	Estadístico	Yc = 1.50	HA-25	Plástica (3 - 5cm)	20 - 30 mm	Ila	B500S	Normal	1,15
Acciones	Normal	Yg = 1.35 Yq = 1.50	SEGÚN INSTRUCCIONES DE LA NORMATIVA EHE-08						
Exposición ambiente	I	Ila	Contacto con terreno						
Recubrimiento (mm)	35	50	70						

TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS		PLANO Nº	15
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)			 Universitat de les Illes Balears
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)			
ESCALA	1:50	PLANO	Estructura P.Baja y P.Piso	
FECHA	18 / 04 / 2016		ESTADO REFORMADO	

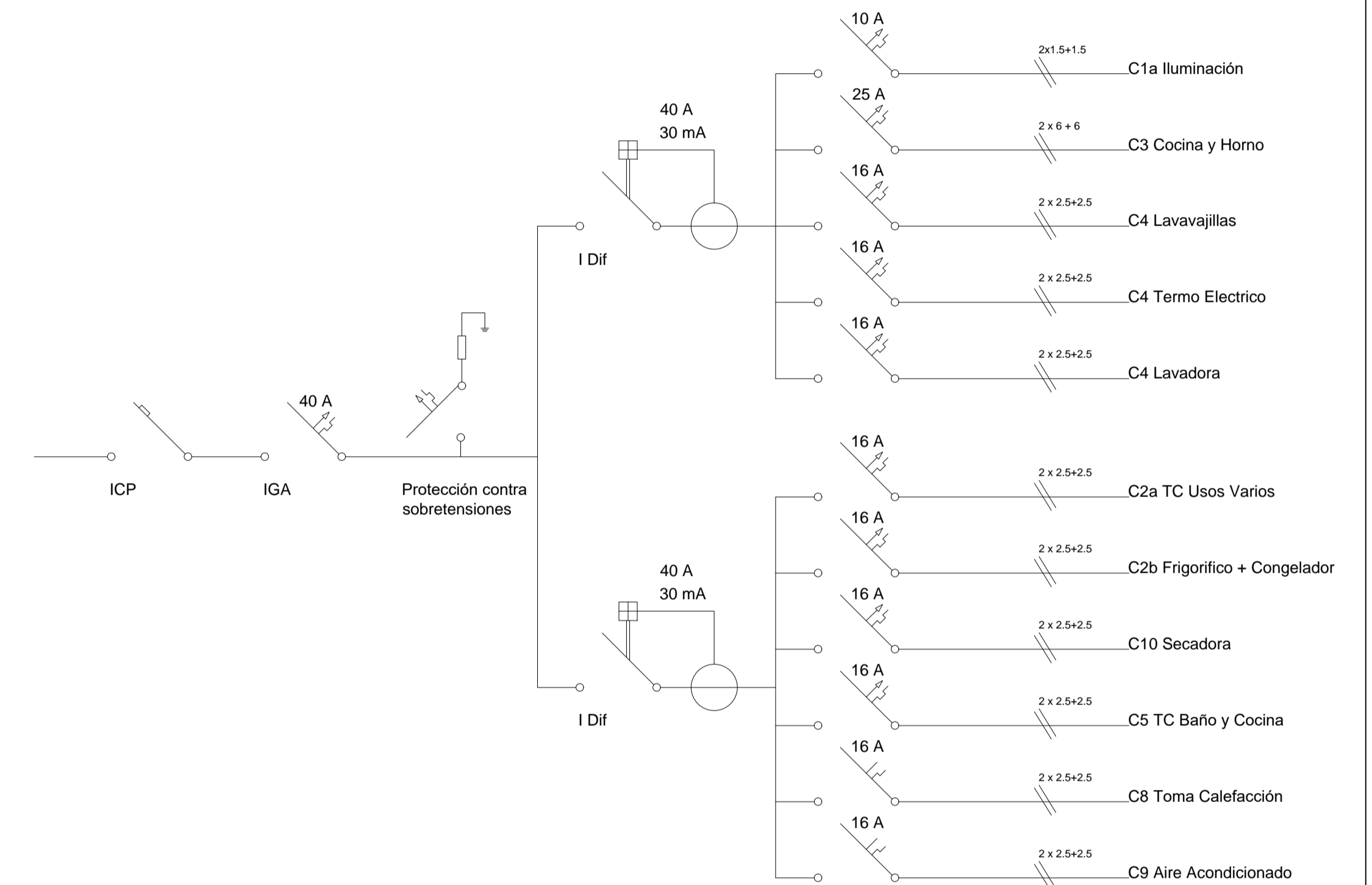


TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº	16
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)		
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carrítx, 12 Campanet (07310)		
ESCALA	1:50	PLANO	Mobiliario
FECHA	18 / 04 / 2016	ESTADO REFORMADO	





ESQUEMA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

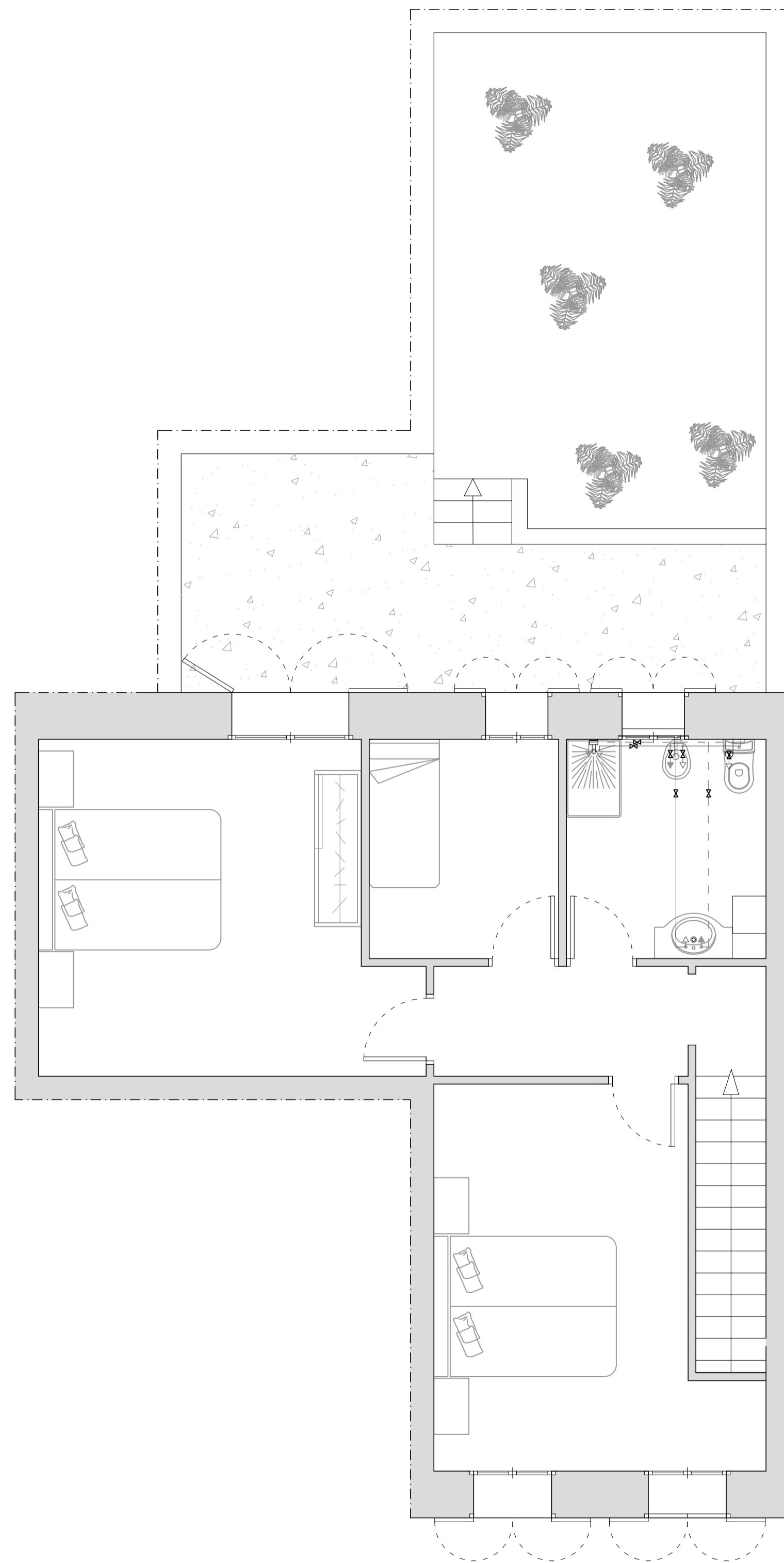
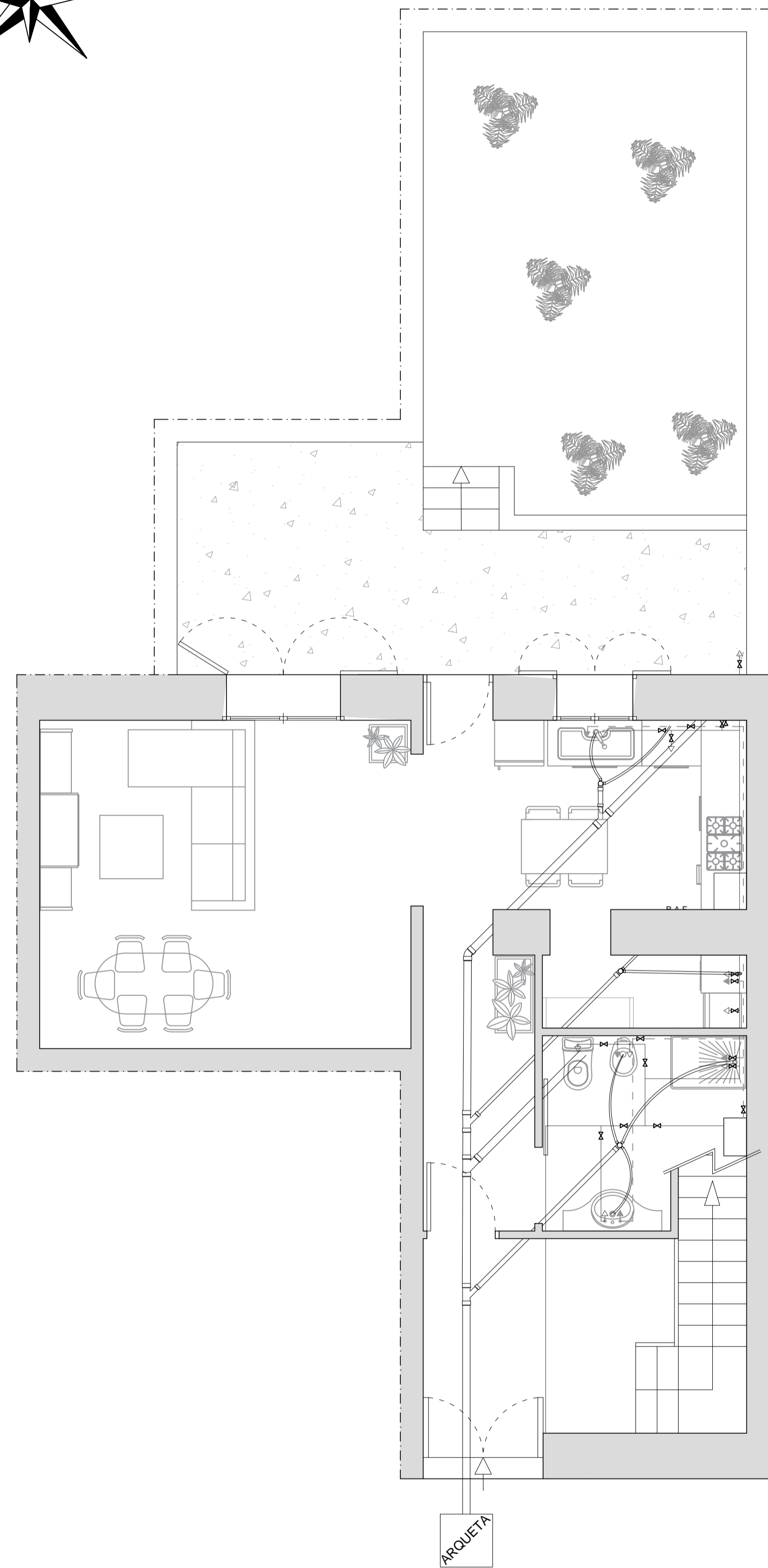
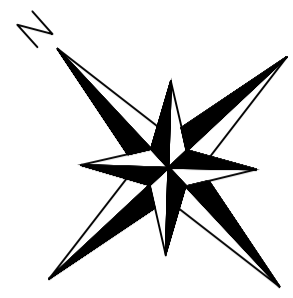


LEYENDA INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
	CONMUTADOR		PUNTO DE LUZ INCANDESCENTE
	INTERRUPTOR UNIPOLAR		PUNTO DE LUZ INCAND. MURAL
	BASE DE ENCHUFE DE 10/16A		FLUORESCENTE 1/40W
	BASE DE ENCHUFE DE 25A		CUADRO GRAL. DE DISTRIBUCIÓN
	TOMA DE TV		TOMA DE TELÉFONO

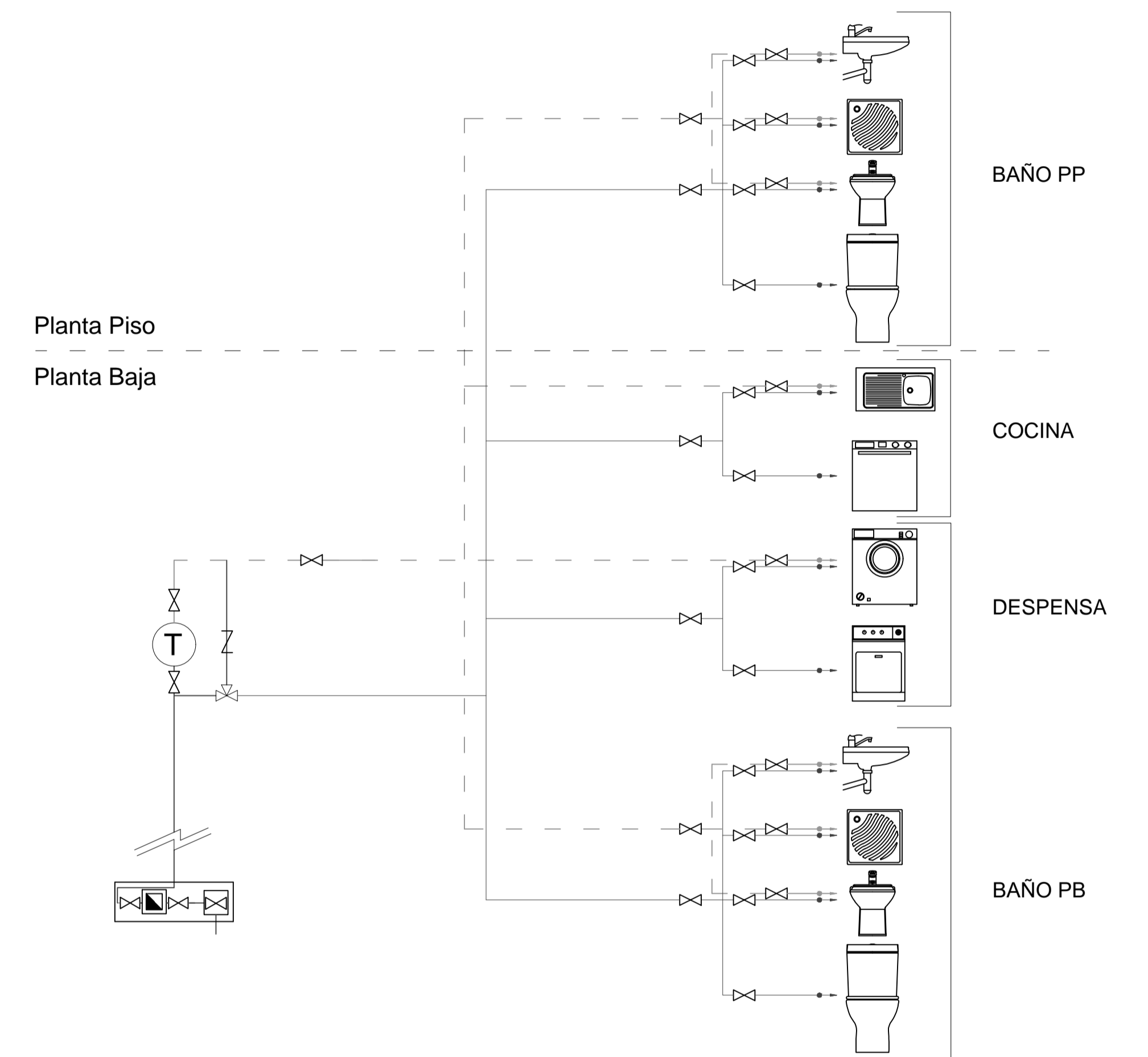
TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº	17
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)		
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)		
ESCALA	1:50	PLANO	Instalación Eléctrica
FECHA	18 / 04 / 2016	ESTADO	REFORMADO





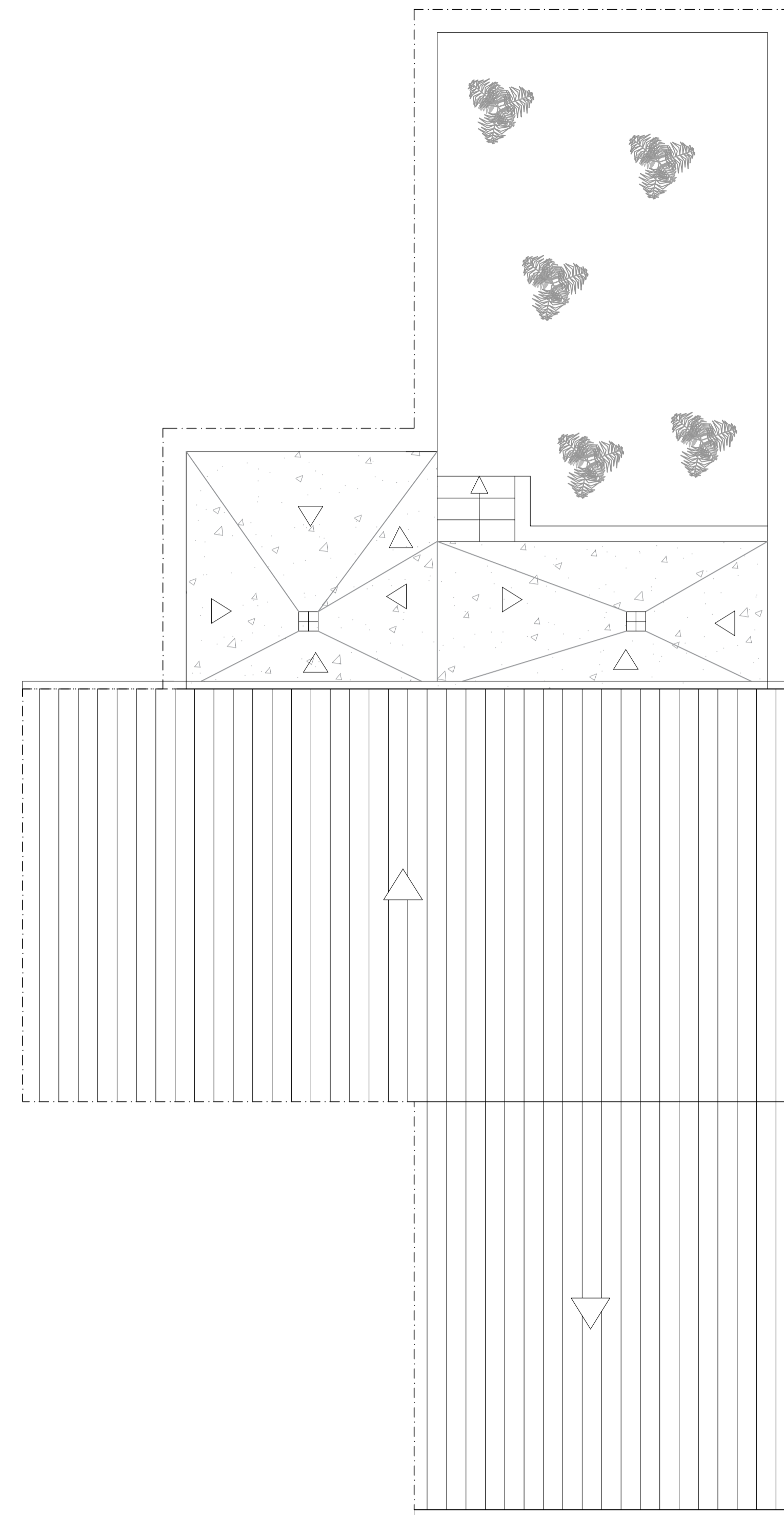
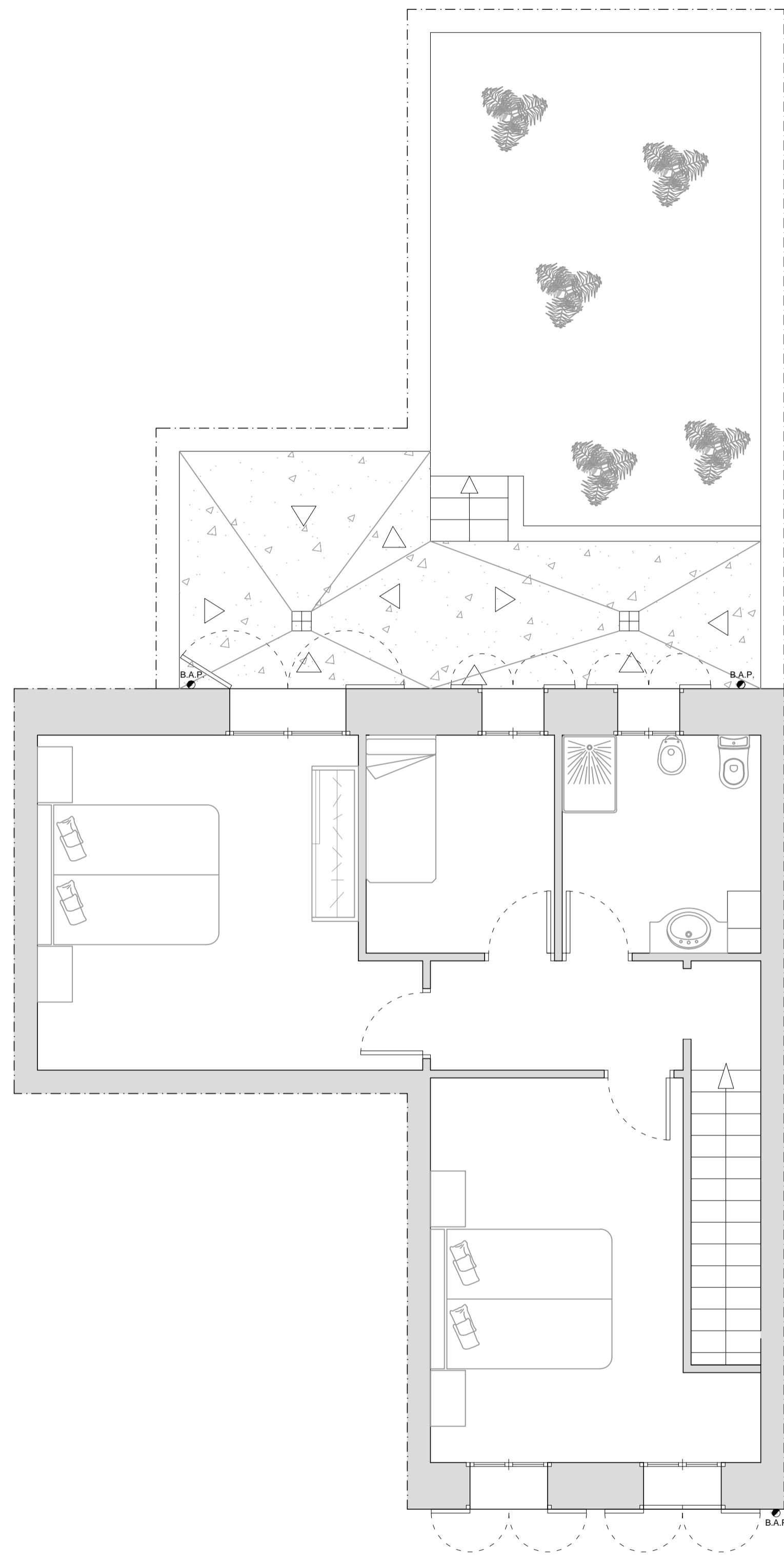
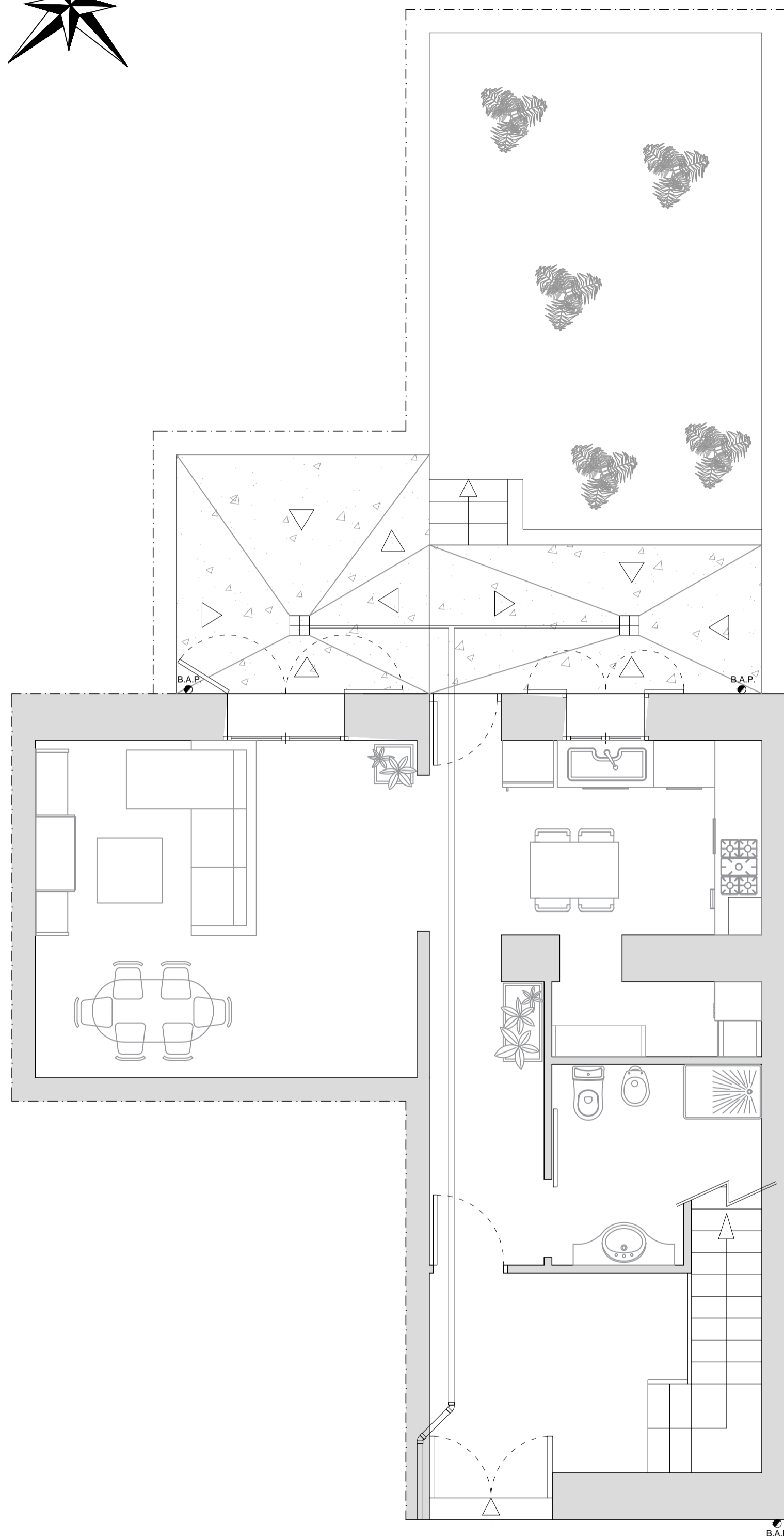
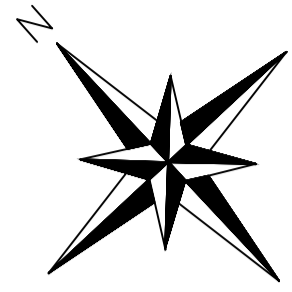


ESQUEMA INSTALACIÓN ACS Y AFS

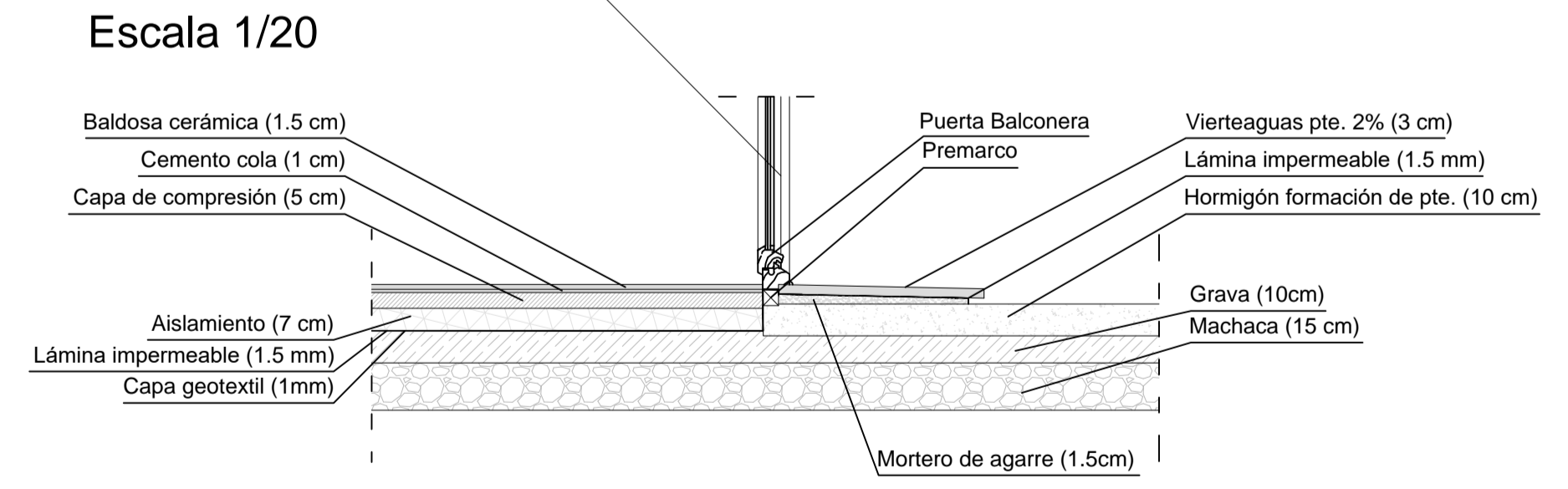
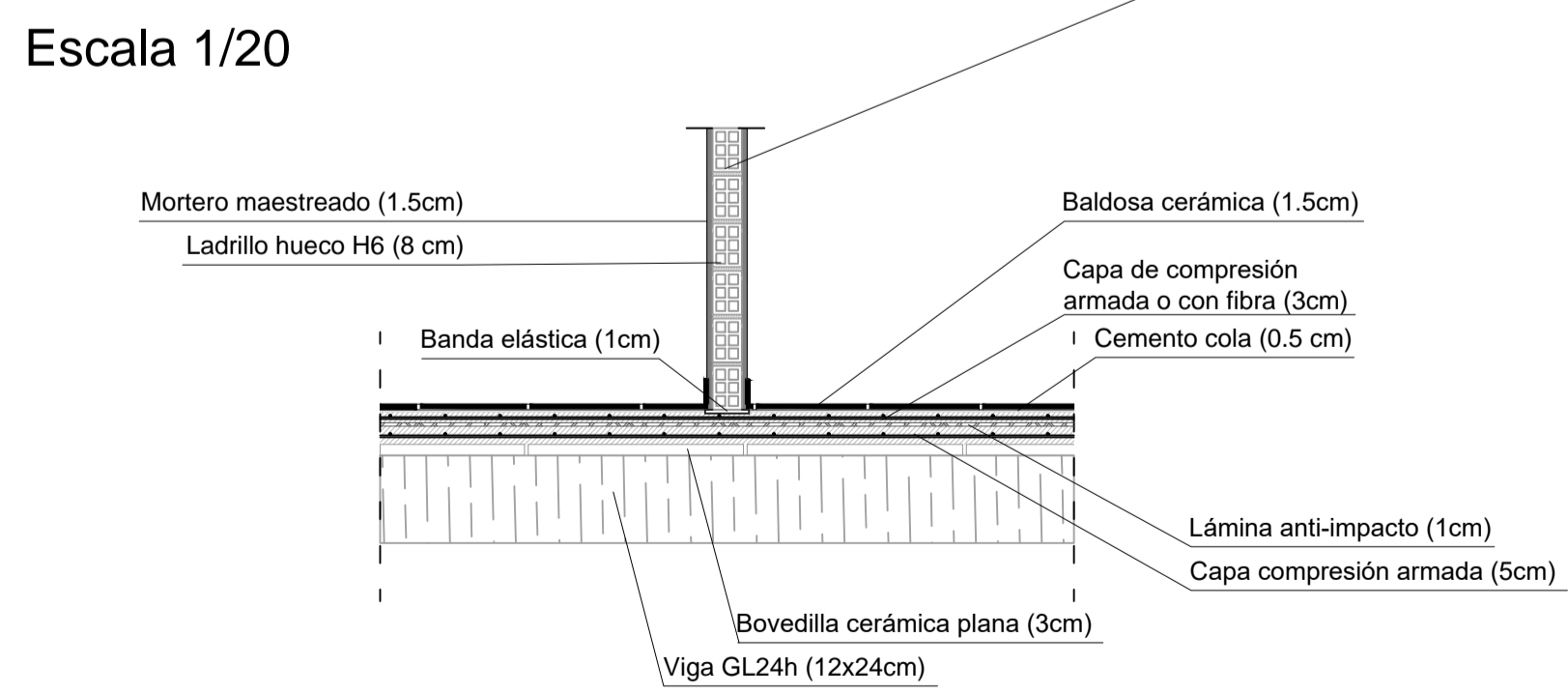
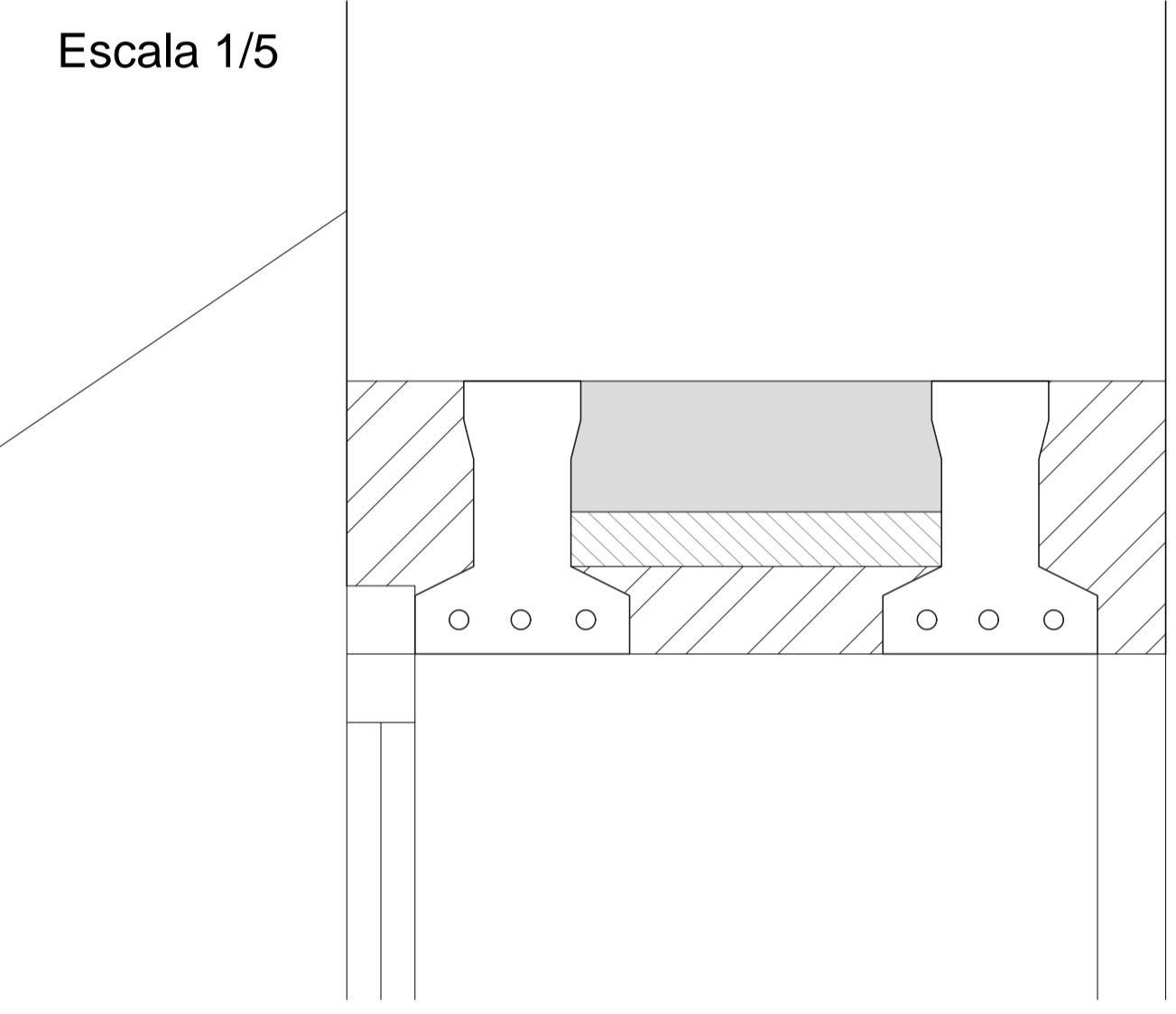
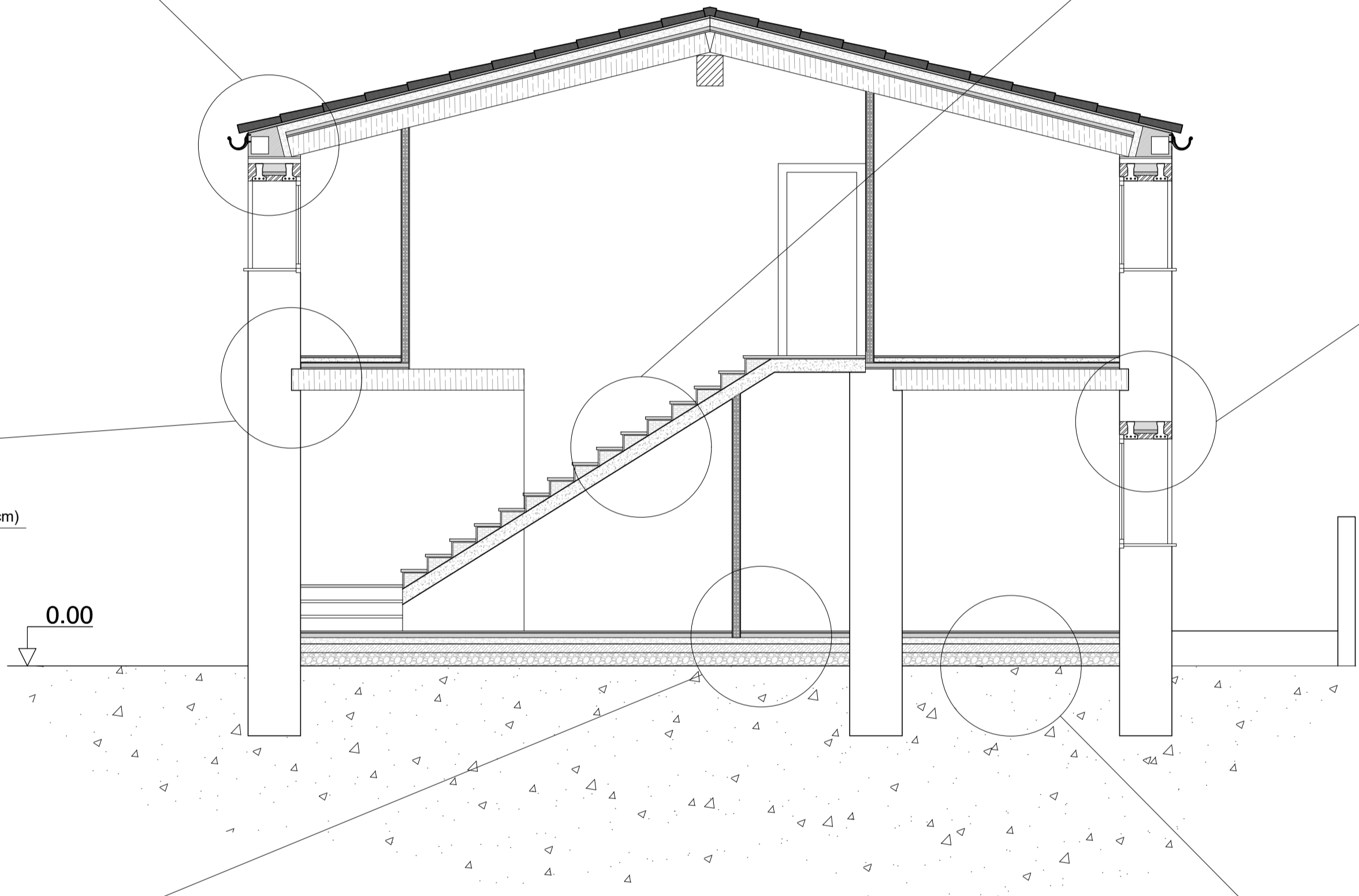
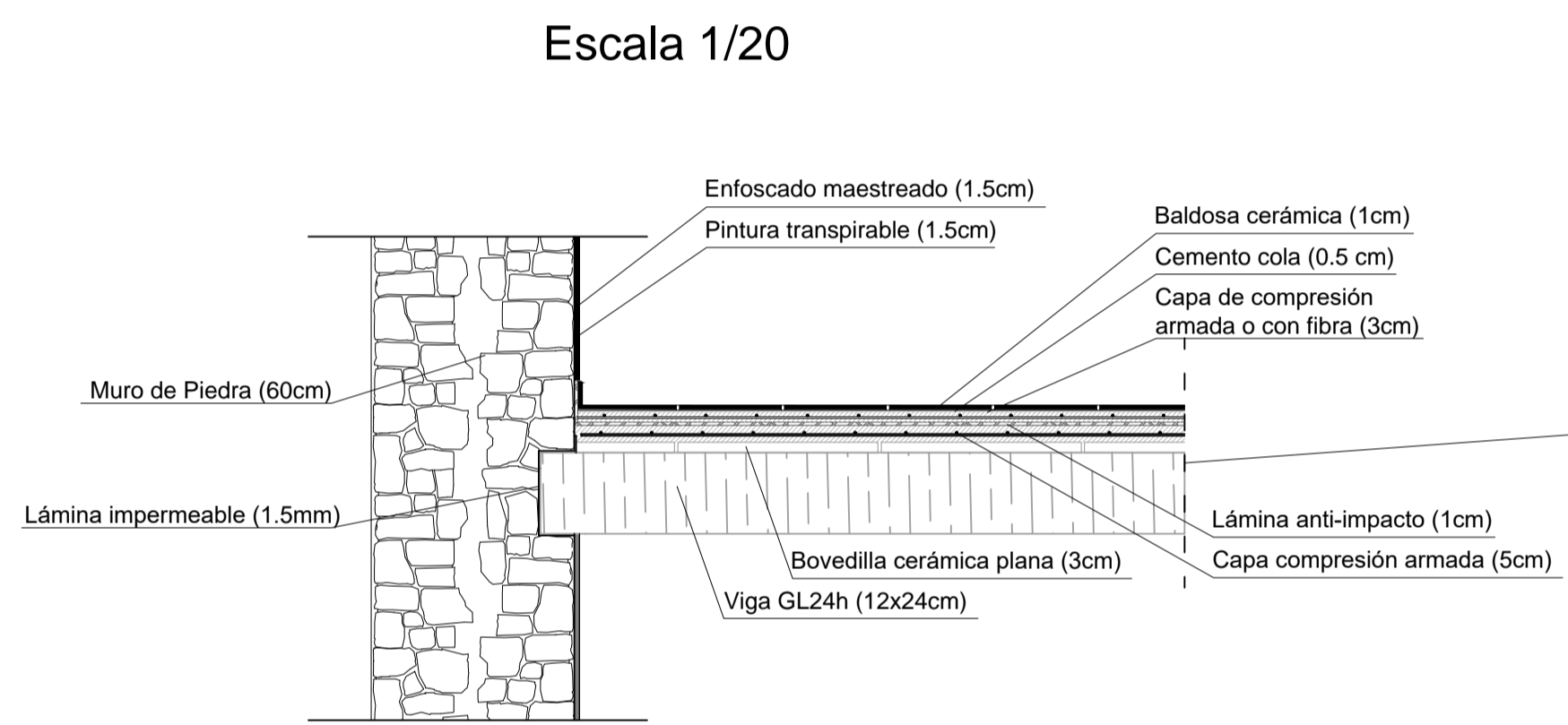
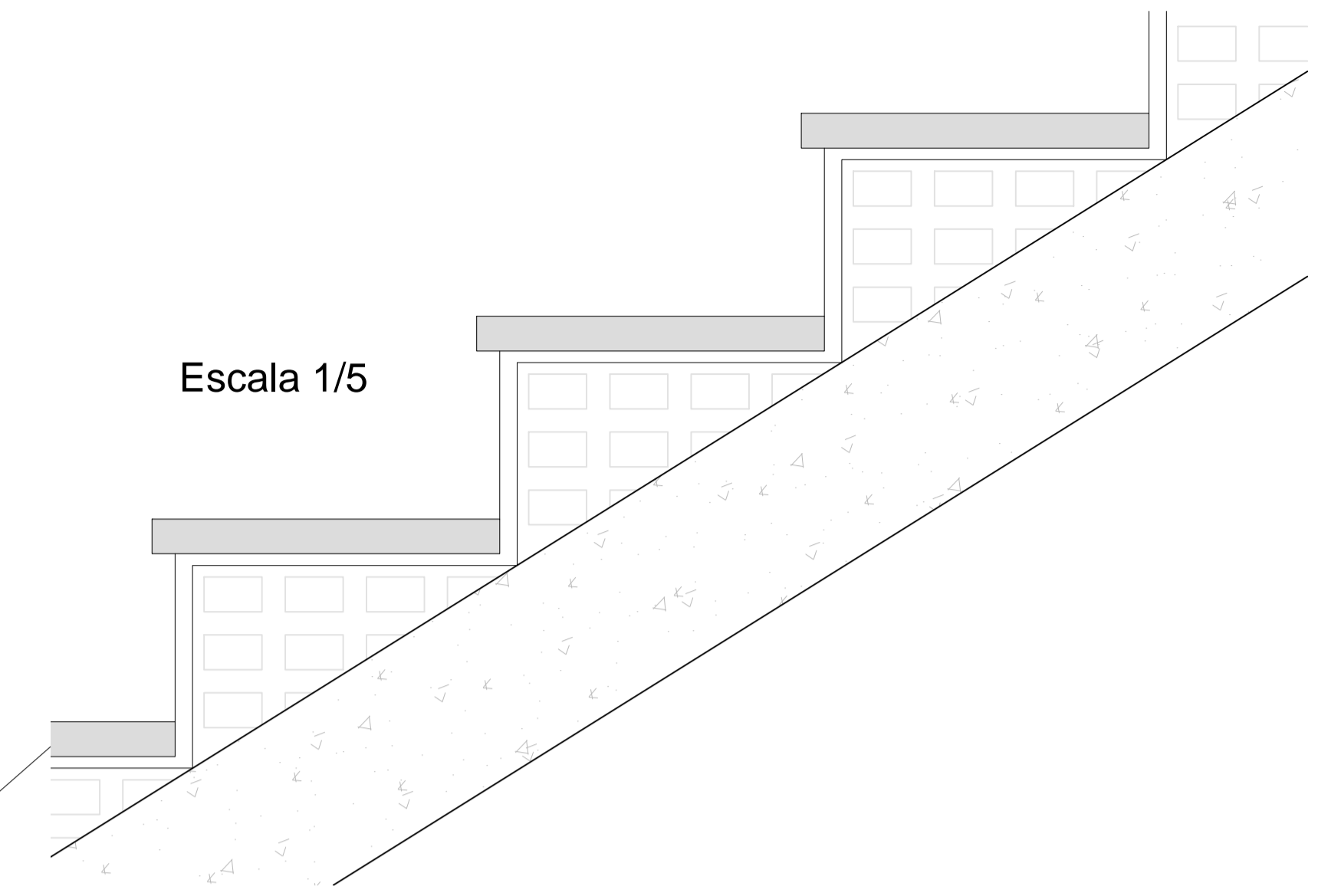
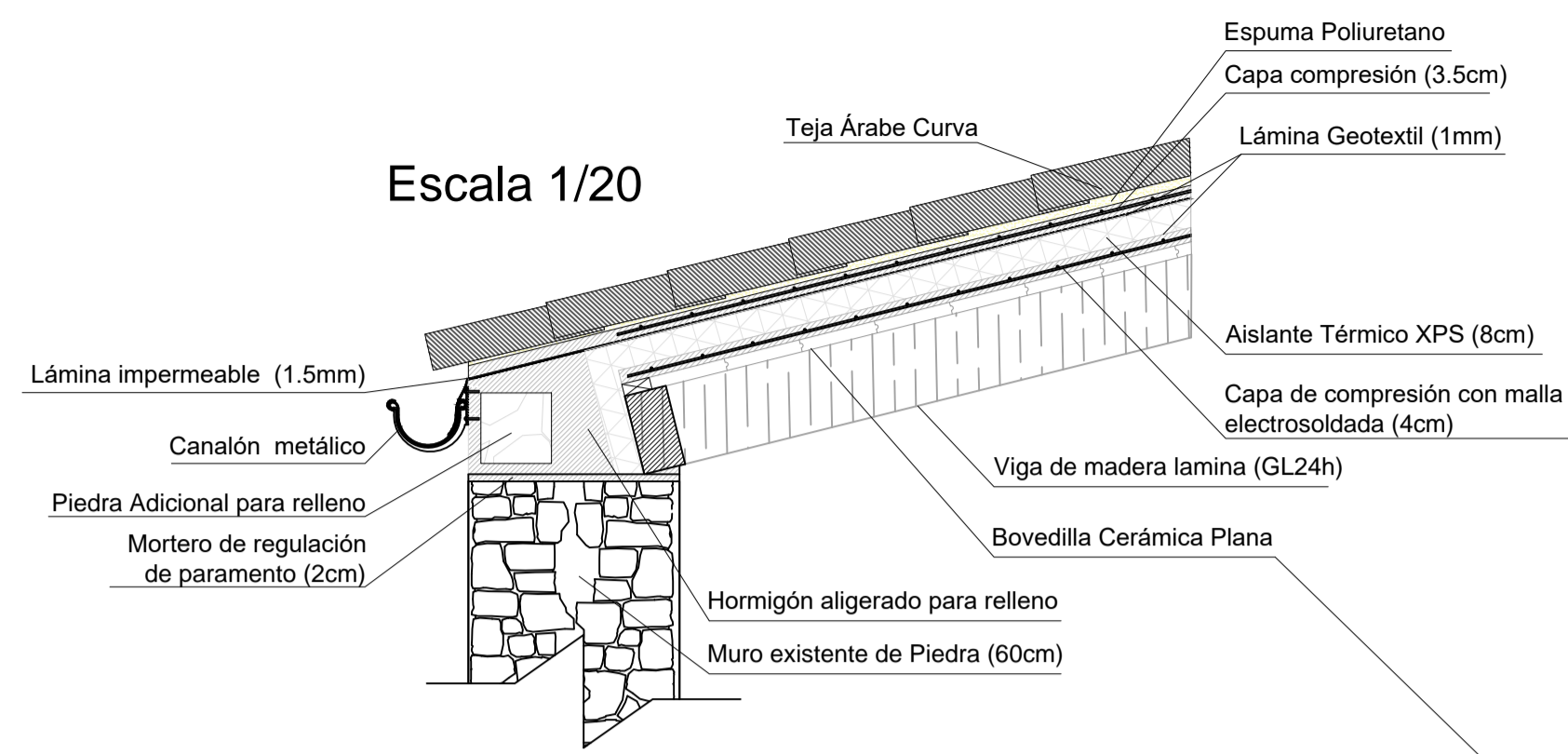


LEYENDA INSTALACIÓN FONTANERÍA Y SANEAMIENTO			
	LLAVE DE PASO		TUBERÍA A. FRIA SANITARIA
	GRIFO COLOCADO A. FRIA		TUBERÍA A. CALIENTE SANITARIA
	GRIFO COLOCADO A. CALIENTE		CONTADOR COLOCADO
	LLAVE GENERAL COLOCADA		

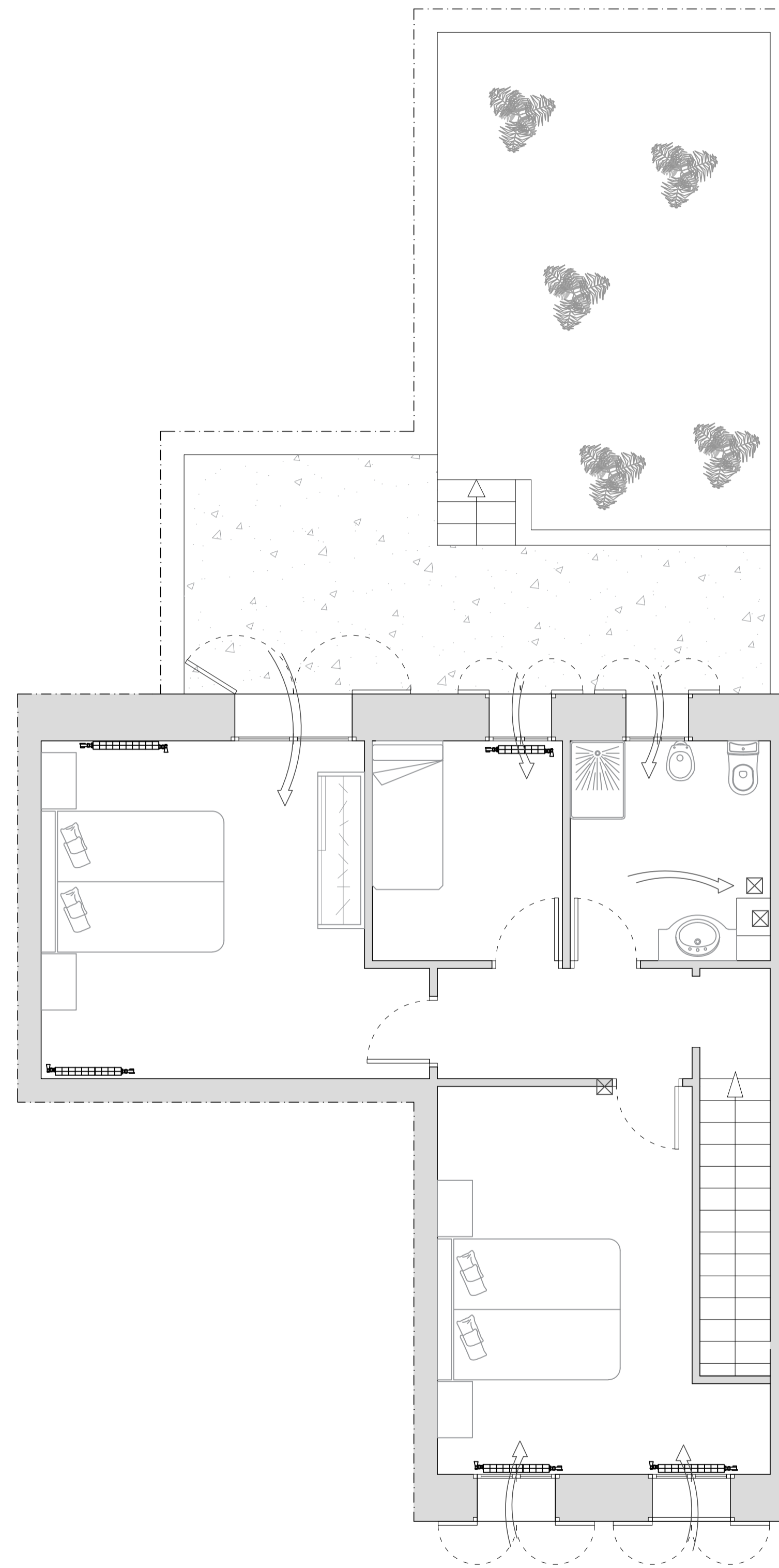
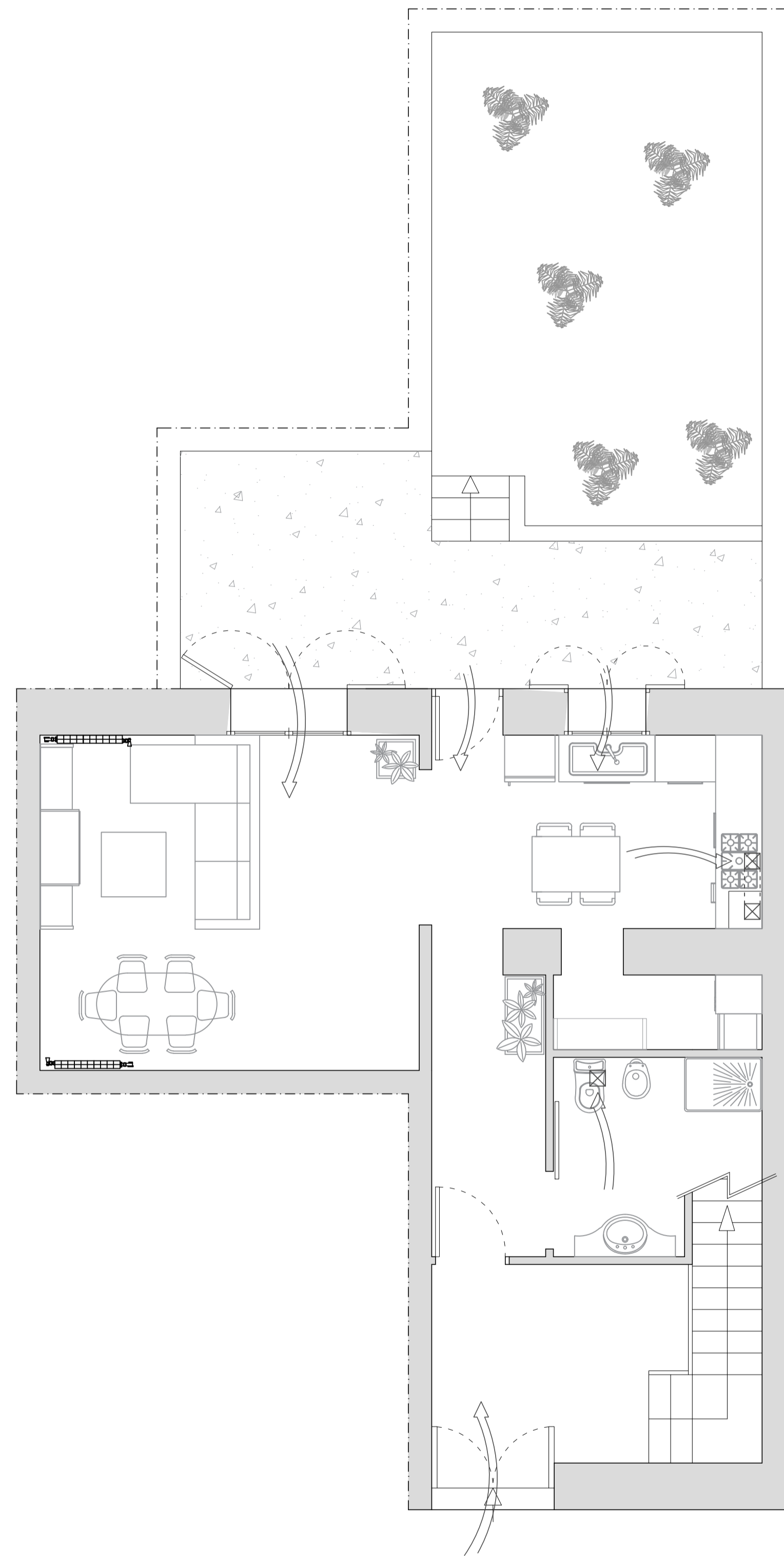
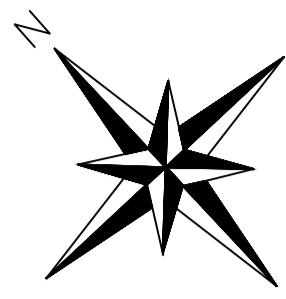
TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº	18
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)		
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)		
ESCALA	1:50	PLANO	Saneamiento y Agua Potable
FECHA	18 / 04 / 2016		ESTADO REFORMADO
			Universitat de les Illes Balears




TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº	19
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)		
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)		
ESCALA	1:50	PLANO	Evacuación Aguas Pluviales
FECHA	18 / 04 / 2016	ESTADO REFORMADO	

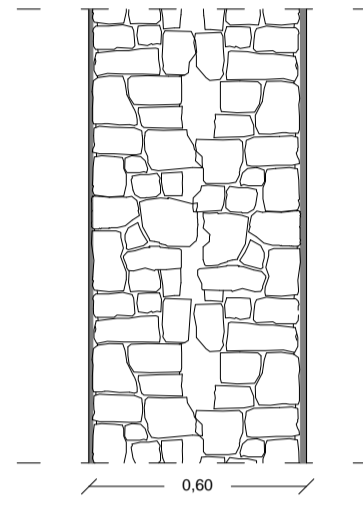
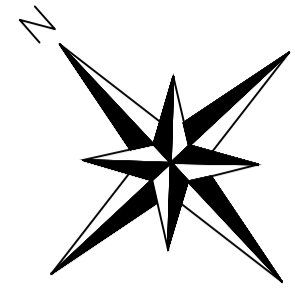


TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS		PLANO Nº	20
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)			
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carrix, 12 Campanet (07310)			
ESCALA	1:50	PLANO	Detalles	
FECHA	18 / 04 / 2016	ESTADO REFORMADO		

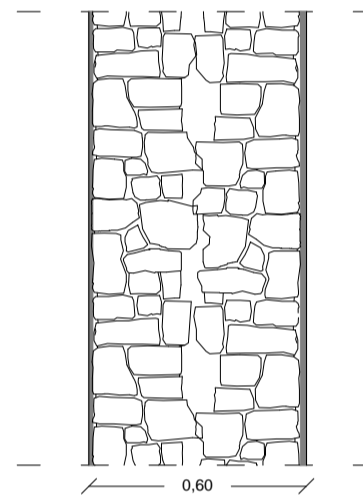


TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS	PLANO Nº	21
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)		
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)		
ESCALA	1:50	PLANO	Ventilación y Climatización
FECHA	18 / 04 / 2016		ESTADO REFORMADO

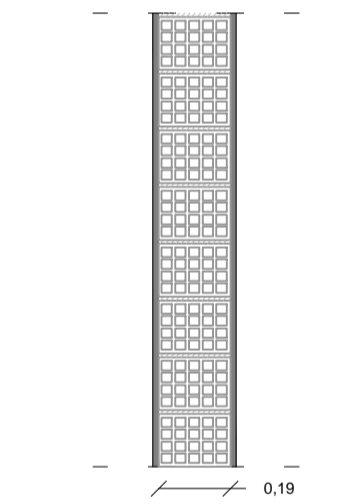




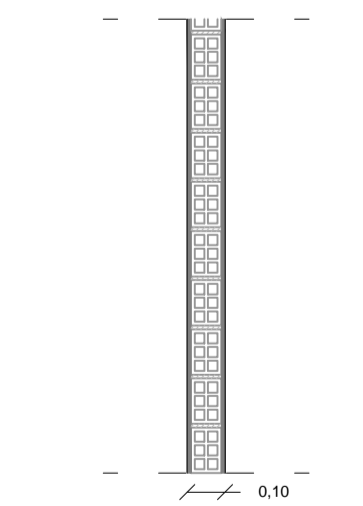
**MURO DE CARGA DE PIEDRA "Paret Verda" (Interior)**  
 - Acab. int. : Mortero transpirable + pintura permeable, o alicatado con cemento cola  
 Escala 1/20



**MURO DE CARGA DE PIEDRA "Paret Verda" (Fachada)**  
 - Acab. ext. : Visto  
 - Acab. int. : Mortero transpirable + pintura permeable  
 Escala 1/20



**MURO DE CARGA DE LADRILLO HUECO**  
 - Ladrillo: H20 de carga (e= 19cm)  
 - Acab. int. : Mortero transpirable + pintura permeable  
 Escala 1/20



**TABIQUE DE LADRILLO HUECO**  
 - Ladrillo: Super H6 (e= 8cm)  
 - Acab. int. : Mortero transpirable + pintura permeable  
 Escala 1/20



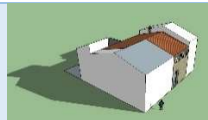

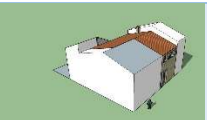

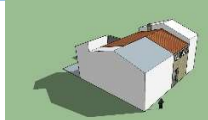
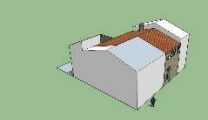
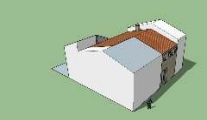
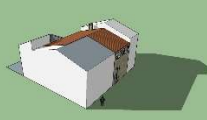



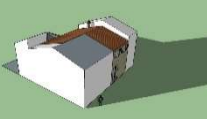

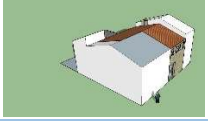


TÍTULO	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS		PLANO Nº	22
TÉCNICO	ARNAU PONS REUS (Graduado en Edificación)			
SITUACIÓN	C/ Cantó d'es Carritx, 12 Campanet (07310)			
ESCALA	1:50	PLANO	Tipología Muros	
FECHA	18 / 04 / 2016	ESTADO REFORMADO		
















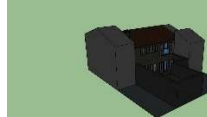


Universitat de les Illes Balears

## 9. ANEJO IV: ESTUDIO SOLAR

A continuación, se ha realizado un estudio solar, para determinar la incidencia de la luz solar sobre nuestra vivienda entre medianeras. Para ello, se han realizado unas tablas con la radiación solar según la hora del día y la época del año, para determinar la colocación y orientación de las placas solares.

<b>FACHADA PRINCIPAL</b>	<b>9:00 H</b>	<b>12:00 H</b>	<b>15:00 H</b>	<b>18.00 H</b>
<b>21 de Marzo</b>				
<b>21 de Junio</b>				
<b>21 de Septiembre</b>				
<b>21 de Diciembre</b>				

<b>FACHADA POSTERIOR</b>	<b>9:00 H</b>	<b>12:00 H</b>	<b>15:00 H</b>	<b>18.00 H</b>
<b>21 de Marzo</b>				
<b>21 de Junio</b>				
<b>21 de Septiembre</b>				
<b>21 de Diciembre</b>				

Por lo tanto, según la incidencia de los rayos de sol en la cubierta, comprobando tanto las sombras de la fachada principal como la fachada posterior de la vivienda, se ha llegado a la conclusión de disponer las placas solares en la vertiente de la cubierta de la fachada principal, con la misma inclinación, y con una orientación sur-este.



**Universitat**  
de les Illes Balears

TRABAJO DE FIN DE GRADO  
Estudio de Rehabilitación de vivienda  
unifamiliar entre medianeras  
C/ Cantó d'es Carritx, 12 (Campanet)

## 10. ANEJO V: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**



**Universitat de les Illes Balears**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 DEMOLICIONES</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 01.01 CUBIERTAS</b>									
01.01.01	<b>m2 Arranque cobertura teja cerám. manual</b>								
	m2 Arranque de cobertura de teja cerámica curva y elementos de fijación, colocada con mortero a menos de 20 m de altura, en cubierta inclinada a dos aguas con una pendiente media del 30% , con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.								
		1	5,32	5,06			26,92		
		1	5,78	10,11			58,44		
	Coladuría	1	3,40	3,06			10,40		
							95,76	13,12	1.256,37
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 CUBIERTAS.....</b>								<b>1.256,37</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.02 FORJADOS</b>									
01.02.01	<b>m2 Dem. forjado viguetas madera, manual y motosierra</b>								
	m2 Demolición de forjado de viguetas de madera y entrevigado de tablero de cerámico machihembrado, con medios manuales y motosierra, y carga manual de escombros sobre contenedor.								
	Techo PP	1	5,32	5,06			26,92		
		1	5,78	10,11			58,44		
	Coladuría	1	3,40	3,06			10,40		
	Techo PB	1	9,31	4,32			40,22		
		1	3,29	2,40			7,90		
		1	4,26	2,59			11,03		
							154,91	19,72	3.054,83
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 FORJADOS .....</b>								<b>3.054,83</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.03 FABRICAS</b>									
01.03.01	<b>m3 Dem. muro mampostería, martillo neum</b>								
	m3 Demolición de muro de mampostería ordinaria a una cara vista de piedra caliza, en seco, con martillo neumático y carga manual de escombros sobre contenedor.								
	PB	1	4,32	0,60	7,85		20,35		
		1	0,25	0,60	4,05		0,61		
		1	1,10	0,60	2,10		1,39		
		1	6,80	0,50	2,00		6,80		
	PP	1	1,00	0,60	1,00		0,60		
		2	0,15	0,60	1,00		0,18		
		1	1,78	0,60	1,10		1,17		
		1	0,80	0,60	1,00		0,48		
		1	0,52	0,60	1,00		0,31		
							31,89	96,95	3.091,74
01.03.02	<b>m2 Dem. part. interior ladrillo 7/9 cm, manual</b>								
	m2 Demolición de partición interior de fábrica revestida, formada por ladrillo hueco doble de 7/9 cm de espesor, con medios manuales, y carga manual de escombros sobre contenedor.								
	PB	1	3,36	3,72			12,50		
		1	3,63	3,72			13,50		
	PP	1	3,29	2,90			9,54		
		1	3,71	2,90			10,76		
		1	0,97	1,00			0,97		
		1	4,26	2,90			12,35		
							59,62	5,63	335,66



PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.03.03	<b>m2 Dem. hoja ext. bloque de horm. 20 cm, martillo neum</b> m2 Demolición de hoja interior de partición, de fábrica revestida, formada por bloque de hormigón de 20 cm de espesor, con martillo neumático, y carga manual de escombros sobre contenedor.	1	2,49	3,72		9,26			
							9,26	7,95	73,62
01.03.04	<b>m2 Dem. hoja ext. de fábr. de marés, martillo neum</b> m2 Demolición de hoja exterior en cerramiento, de fábrica de marés, con martillo neumático, con carga manual de escombros sobre contenedor.								
	Aseo exterior	2	3,00	1,70		10,20			
		1	2,00	1,70		3,40			
							13,60	13,03	177,21
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 FABRICAS .....</b>									<b>3.678,23</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.04 REVESTIMIENTOS</b>									
01.04.01	<b>m2 Pic. revest. yeso sobre par. vert. hasta 3 m, manual</b> m2 Picado de revestimiento de yeso aplicado sobre paramento vertical, con medios manuales.								
		1	9,31	5,59		52,04			
		1	4,26	5,39		22,96			
		2	9,38	6,09		114,25			
		2	3,14	4,05		25,43			
							214,68	7,30	1.567,16
01.04.02	<b>m2 Dem. pav. cont. h. masa 5 cm, martillo neum.</b> m2 Demolición de pavimento continuo de hormigón en masa de 5 cm de espesor, con martillo neumático, y carga manual de escombros sobre contenedor.								
		1	5,05	4,32		21,82			
		1	9,38	4,26		39,96			
							61,78	7,28	449,76
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 REVESTIMIENTOS .....</b>									<b>2.016,92</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>SUBCAPÍTULO 01.05 CARPINTERIA</b>									
01.05.01	<b>Ud arranque cercos con acopio</b>								
	Ud Arranque de cercos con acopio de elementos aprovechables.								
	PB	5					5,00		
		2					2,00		
	PP	3					3,00		
		3					3,00		
							13,00	26,33	342,29
01.05.02	<b>Ud arranque de persianas con acopio</b>								
	Arranque de persianas con acopio de elementos aprovechables.								
	PB	2					2,00		
	PP	3					3,00		
							5,00	6,36	31,80
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05 CARPINTERIA.....</b>									<b>374,09</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.06 CARGA Y RECOGIDA DE ESCOMBROS</b>									
01.06.01	<b>Ud Trans. resid. inertes de horm, morteros y prefabr. cont. de 4,2</b>								
	Ud Transporte de residuos inertes de hormigones, morteros, prefabricados, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 4,2 m <sup>3</sup> , a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. No incluye canon de vertido.								
		20					20,00		
							20,00	70,13	1.402,60
01.06.02	<b>Ud Trans. mezcla sin clasif. de resid. inertes; cont.de 4,2 m<sup>3</sup></b>								
	Ud Transporte de mezcla sin clasificar de residuos inertes producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 4,2 m <sup>3</sup> , a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. No incluye canon de vertido.								
		5					5,00		
							5,00	140,25	701,25
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.06 CARGA Y RECOGIDA DE</b>									<b>2.103,85</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 DEMOLICIONES.....</b>									<b>12.484,29</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 02 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>									
02.01	<b>m3 exc. mecan. cielo ab. t.compacto</b>								
	m3 Excavación mecánica a cielo abierto en terreno compacto con extracción de tierras a borde.								
		1	9,38	6,80	0,40		25,51		
		1	5,37	3,06	0,40		6,57		
	Hab. PB	1	4,32	4,55	1,00		19,66		
							51,74	4,49	232,31
02.02	<b>m3 Excav. zanjas para instal. arcilla semidura, manual</b>								
	m3 Excavación en zanjas para instalaciones en suelo de arcilla semidura, con medios manuales, retirada de los materiales excavados y carga a camión.								
	Aguas Residuales	1	12,60	0,40	0,40		2,02		
	Aguas Pluviales	1	11,75	0,40	0,40		1,88		
							3,90	39,87	155,49
02.03	<b>m3 Transp. de tierras, dist. máx. 20 km</b>								
	m3 Transporte de tierras con camión a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 20 km.								
		1	51,79				51,79		
		1	3,90				3,90		
							55,69	4,35	242,25
02.04	<b>m3 carga con minipala cargadora</b>								
	m3 Carga sobre camión con minipala cargadora.								
		1	51,79				51,79		
		1	3,90				3,90		
							55,69	9,61	535,18
<b>TOTAL CAPÍTULO 02 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....</b>									<b>1.165,23</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 03 HORMIGONES</b>									
03.01	<b>m3 Zapata cimentación, HA-25/B/20/IIa, cuantía 50 kg/m<sup>3</sup></b> m3 Zapata aislada de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con camión-grua, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m <sup>3</sup> , incluso encofrado.								
	Zapata aislada	1	0,80	0,80	0,50	0,32			
	Zapata escalera	1	1,00	0,80	0,50	0,40			
							0,72	145,13	104,49
03.02	<b>m2 Losa escalera, con peldaño, HA-25/P/20/IIa</b> m2 Losa de escalera de hormigón armado, e=15 cm, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa fabricado en central, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, 18 kg/m <sup>2</sup> ; montaje y desmontaje de sistema de encofrado recuperable de madera.								
		1	6,28	1,00		6,28			
							6,28	124,77	783,56
03.03	<b>m3 Zapata corrida cim, HA-25/B/20/IIa, cuantía 100 kg/m<sup>3</sup></b> m3 Zapata corrida de cimentación, de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con camión-grua, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 100 kg/m <sup>3</sup> , incluso encofrado.								
		1	4,32	0,60	0,40	1,04			
							1,04	188,37	195,90
<b>TOTAL CAPÍTULO 03 HORMIGONES .....</b>									<b>1.083,95</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 04 FORJADOS</b>									
04.01	<b>m2 Forjado trad.10x20-15x25 cm</b>								
	m2 Forjado con un intereje de 60 cm, de viguetas de madera aserrada de pino silvestre (Pinus sylvestris), de 12x24cm de sección y hasta 6 m de longitud, calidad estructural MEG, clase resistente C-24, protección de la madera con clase de penetración NP2, trabajada en taller, entrevigado con tablero cerámico hueco machihembrado mallorquín liso; acero UNE-EN 10080 B 500 SD, cuantía 1,1 kg/m <sup>2</sup> , y malla electrosoldada ME 15x15 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión de 5 cm de espesor de hormigón ligero HLE-25/B/10/IIa, densidad entre 1200 y 1500 kg/m <sup>3</sup> , (cantidad mínima de cemento 275 kg/m <sup>3</sup> ), fabricado en central; lámina anti-impacto de 1cm de espesor; y acero UNE-EN 10080 B 500 SD, cuantía 1,1 kg/m <sup>2</sup> , y malla electrosoldada ME 15x15 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión de 3 cm de espesor de hormigón ligero HLE-25/B/10/IIa, densidad entre 1200 y 1500 kg/m <sup>3</sup> , (cantidad mínima de cemento 275 kg/m <sup>3</sup> ), fabricado en central.								
		1	6,85	9,31		63,77			
							63,77	166,25	10.601,76
	<b>TOTAL CAPÍTULO 04 FORJADOS.....</b>								<b>10.601,76</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 05 ESTRUCTURAS METALICAS</b>									
05.01	Ud Placa anclaje 250x250x12 mm, 4 pernos, 12 mm diám  Ud Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 250x250 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 12 mm de diámetro y 50 cm de longitud total.	1				1,00			
							1,00	23,99	23,99
05.02	kg Acero en pilares, piezas simples  Kg Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	1	20,91	2,90		60,64			
							60,64	2,34	141,90
<b>TOTAL CAPÍTULO 05 ESTRUCTURAS METALICAS .....</b>									<b>165,89</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 06 CUBIERTAS</b>									
06.01	<b>m2 Form. pend. con tablero cer. 60x23x4 cm; pend. 25%</b> m2 Base de cubierta inclinada con tablero cerámico hueco machihembrado mallorquín liso, para revestir, 60x23x4 cm, con una capa de compresión de 4 cm de espesor de hormigón ligero HLE-25/B/10/IIa, densidad entre 1200 y 1500 kg/m³, (cantidad mínima de cemento 275 kg/m³), fabricado en central, sobre viguetas de madera aserrada de pino silvestre (Pinus sylvestris), de 10x20 a 15x25 cm de sección y hasta 6 m de longitud, calidad estructural MEG, clase resistente C-24, protección de la madera con clase de penetración NP2, trabajada en taller, en cubierta inclinada, con una pendiente media del 25% . Incluso aislamiento: poliestireno expandido (EPS) con un espesor de 8cm; impermeabilización: lamina asfáltica de betun elastomérico; Capa de compresion: 3.5cm de espesor de hormigón ligero HLE-25/B/10/IIa, densidad entre 1200 y 1500 kg/m³, (cantidad mínima de cemento 275 kg/m³), fabricado en central;	1	5,55	5,06		28,08			
		1	5,55	10,11		56,11			
							84,19	105,33	8.867,73
06.02	<b>m2 Cub. incl. teja cer. curva, perfil árabe, 50x22 cm, normal</b> m2 Cubierta inclinada de teja cerámica curva (26 U/d/m2), perfil árabe, 50x22cm, recibida con espuma de poliuretano	1	5,55	5,06		28,08			
		1	5,55	10,11		56,11			
							84,19	120,79	10.169,31
06.03	<b>mL Cumb. con teja cer. curva, perfil árabe, 50x22 cm, normal</b> mL Cumbriera realizada con teja cerámica curva, perfil árabe, 50x22 cm, normal, recibida con mortero de cemento, industrial, M-5.	1	10,11			10,11			
							10,11	18,32	185,22
06.04	<b>mL Limah. con teja cer. curva, perfil árabe, 50x22 cm, normal</b> mL Limahoya realizada con teja cerámica curva, perfil árabe, 50x22 cm, normal, recibida con mortero de cemento, industrial, M-5.	1	10,58			10,58			
							10,58	44,58	471,66
	<b>TOTAL CAPÍTULO 06 CUBIERTAS .....</b>								<b>19.693,92</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 07 FABRICAS Y TABIQUES</b>									
07.01	<b>m2 Muro carga ladr. cerám. perf 24x19x14 cm</b>								
	m2 Fábrica de ladrillo cerámico perforado H-20, 24x19x14 cm, con un espesor de 20cm, recibida con mortero de cemento M-7'5, de muro de carga								
		1	4,32	3,13			13,52		
		-1	2,00	2,05			-4,10		
							<hr/>	9,42	48,68
									458,57
07.02	<b>m2 Hoja part. int. ladr. Super H6; 8 cm esp</b>								
	m2 Hoja de partición interior de 8 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble Super H6, para revestir, 33x19x8 cm, recibida con mortero de cemento M-5.								
	PB	1	3,36	3,13			10,52		
		1	1,09	3,13			3,41		
		1	3,63	3,13			11,36		
		1	2,69	3,13			8,42		
	PP	1	4,87	3,35			16,31		
		1	0,90	2,92			2,63		
		1	3,26	3,63			11,83		
		1	2,56	3,23			8,27		
		1	2,91	2,88			8,38		
		1	2,53	3,23			8,17		
		1	2,81	2,88			8,09		
		1	1,41	3,41			4,81		
							<hr/>	102,20	20,51
									2.096,12
07.03	<b>mL Peldaño de escalera</b>								
	mL Peldaño de escalera, mediante ladrillo cerámico hueco.								
		1	6,28				6,28		
							<hr/>	6,28	28,53
									179,17
<b>TOTAL CAPÍTULO 07 FABRICAS Y TABIQUES.....</b>									<b>2.733,86</b>



PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 08 RED DE SANEAMIENTO Y VENTILACION</b>									
08.01	<b>mL Colector PVC 110 mm diám. ext</b> mL Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 110 mm de diámetro exterior.	1	7,05			7,05			
							7,05	15,56	109,70
08.02	<b>mL Colector PVC 125 mm diám. ext</b> mL Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 125 mm de diámetro exterior.	1	5,15			5,15			
							5,15	17,04	87,76
08.03	<b>Ud Arq. paso, registr. obra fábr. 50x50x50 cm, tapa prefabr H.A</b> Ud Arqueta de paso, registrable, de obra de fábrica, de dimensiones interiores 50x50x50 cm, con tapa prefabricada de hormigón armado, sobre solera de hormigón en masa.	1				1,00			
							1,00	171,38	171,38
08.04	<b>mL Bajante int. aguas resid. 110 mm diám</b> mL Bajante interior de la red de evacuación de aguas residuales, formada por tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.	1	3,50			3,50			
							3,50	23,31	81,59
08.05	<b>mL Bajante red evac. aguas pluviales</b> mL Bajante de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubos cónicos de barro cocido.	1	5,98			5,98			
		1	5,58			5,58			
							11,56	76,43	883,53
08.06	<b>mL Canal creu, barro cocido</b> mL Canal creu de barro cocido.	1	4,94			4,94			
		1	7,38			7,38			
							12,32	129,20	1.591,74
08.07	<b>Ud Sum. sifónico PVC, 50 mm diám</b> Ud Sumidero sifónico de PVC con rejilla de acero inoxidable de 100x100 mm y salidas vertical y horizontal de 50 mm de diámetro.	2				2,00			
							2,00	19,52	39,04
<b>TOTAL CAPÍTULO 08 RED DE SANEAMIENTO Y VENTILACION.....</b>									<b>2.964,74</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 09 REVOCOS Y ENLUCIDOS</b>									
09.01	<b>m2 Enfosc. maestreado, param. vert. int</b>								
	m2 Enfoscado de mortero, maestreado, aplicado sobre un paramento vertical interior, acabado superficial fratasado, con mortero de cemento M-5, previa colocación de mallatex en cambios de material.								
	Cocina	1	4,26		2,70		11,50		
		1	2,49		2,70		6,72		
		1	3,34		2,70		9,02		
		1	3,05		2,70		8,24		
		-1	2,00		2,05		-4,10		
	Despensa	2	2,69		2,70		14,53		
		2	0,96		2,70		5,18		
	Distribuidor PB	2	4,28		2,70		23,11		
		1	1,47		2,70		3,97		
		1	0,55		2,70		1,49		
	Sala estar-Comedor	2	4,32		3,00		25,92		
		-0,5	1,50		2,10		-1,58		
		-1	2,00		2,05		-4,10		
		2	4,89		3,00		29,34		
	Baño PB	1	2,69		2,70		7,26		
		2	2,57		2,70		13,88		
		1	1,69		2,70		4,56		
	Vestíbulo	2	2,56		3,00		15,36		
		1	3,36		3,00		10,08		
		1	4,26		3,00		12,78		
	Caja escalera	2	4,77		2,65		25,28		
		1	0,90		3,20		2,88		
	Distribuidor PP	1	3,26		3,20		10,43		
		2	1,41		3,39		9,56		
		1	3,26		3,57		11,64		
	Dormitorio 1	2	4,96		3,05		30,26		
		1	4,26		2,50		10,65		
		1	4,26		3,60		15,34		
	Baño PP	1	2,56		2,50		6,40		
		1	2,56		2,50		6,40		
		2	2,81		2,50		14,05		
	Dormitorio 2	2	2,81		2,85		16,02		
		1	2,43		2,50		6,08		
		1	2,43		3,20		7,78		
	Dormitorio 3	1	4,97		3,60		17,89		
		2	4,32		3,05		26,35		
		1	4,14		2,50		10,35		
		1	0,83		3,20		2,66		
							423,18	21,30	9.013,73
09.02	<b>m2 Enfosc. a buena vista, param. horiz. int</b>								
	m2 Enfoscado de mortero, a buena vista, aplicado sobre un paramento horizontal interior, acabado superficial fratasado, con mortero de cemento M-5, previa colocación de mallatex en cambios de material.								
	Sala estar-Comedor	1	4,32	4,89			21,12		
	Vestíbulo	1	4,26	2,56			10,91		
	Despensa	1	2,69	0,96			2,58		
	Distribuidor PP	1	1,45	3,26			4,73		
	Dormitorio 1	1	5,11	4,26			21,77		
	Dormitorio 2	1	2,90	2,43			7,05		

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Dormitorio 3	1	4,56	4,45		20,29			
							88,45	21,01	1.858,33
<b>09.03</b>	<b>m2 Falso techo cont. placas 100x60 cm, canto recto, estop. colg</b>								
	m2 Falso techo continuo para revestir, situado a una altura menor de 4 m, de placas nervadas de escayola, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, suspendidas del forjado mediante estopadas colgantes, incluso limpieza.								
	Cocina	1	2,49	4,26		10,61			
	Baño PB	1	2,69	2,57		6,91			
	Despensa	1	2,69	0,96		2,58			
	Distribuidor PB	1	4,28	1,47		6,29			
	Baño PP	1	2,81	2,56		7,19			
							33,58	14,39	483,22
<b>09.04</b>	<b>mL Encuentro mediante form. junta elást. perimetral</b>								
	mL Encuentro de falso techo continuo de placas de escayola con paramento vertical, mediante formación de junta elástica perimetral con cinta de papel y banda de poliestireno; dejando una separación mínima de 5 mm entre las placas y el paramento, incluso limpieza.								
	Cocina	2	2,49			4,98			
		2	4,26			8,52			
	Baño PB	2	2,69			5,38			
		2	2,57			5,14			
	Distribuidor PB	2	1,47			2,94			
		2	4,28			8,56			
	Baño PP	2	2,81			5,62			
		2	2,56			5,12			
	Despensa	2	0,96			1,92			
		2	2,69			5,38			
							53,56	12,97	694,67
	<b>TOTAL CAPÍTULO 09 REVOCOS Y ENLUCIDOS .....</b>								<b>12.049,95</b>



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 10 SOLADOS Y ALICATADOS</b>									
10.01	<b>m2 Solado bald. cerámicas gres porcelánico, "GRES PANIA"</b>								
	m2 Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico, estilo rústico, serie Abadía "GRES PANIA", acabado mate, color blanco, 30x30 cm y 10 mm de espesor, para uso interior, con resistencia al deslizamiento tipo 1, según CTE, recibidas con adhesivo cementoso normal, C2 blanco, doble encolado, y rejuntadas con lechada de cemento y arena, L, 1/3 CEM II/A-P 32,5 R, coloreada con la misma tonalidad de las piezas.								
	Sala estar-Comedor	1	4,32	4,89			21,12		
	Cocina	1	2,49	4,29			10,68		
	Distribuidor PB	1	4,23	1,47			6,22		
	Vestíbulo	1	4,26	2,56			10,91		
	Despensa	1	2,69	0,96			2,58		
	Distribuidor PP	1	1,41	3,26			4,60		
	Dormitorio 1	1	4,96	4,26			21,13		
	Dormitorio 2	1	2,81	2,43			6,83		
	Dormitorio 3	1	4,56	4,32			19,70		
							103,77	40,78	4.231,74
10.02	<b>m2 Solado baldosín catalán, mate o natural</b>								
	m2 Solado de baldosas cerámicas de baldosín catalán, mate o natural 2/0/-/, de 20x20 cm, 8 €/m <sup>2</sup> , recibidas con adhesivo cementoso normal, C1 sin ninguna característica adicional, color gris y rejuntadas con lechada de cemento y arena, L, 1/2 CEM II/A-P 32,5 R, coloreada con la misma tonalidad de las piezas.								
	Baño PB	1	2,69	2,57			6,91		
	Baño PP	1	2,81	2,56			7,19		
							14,10	45,08	635,63
10.03	<b>mL Cerámico gres porc. pulido 7 cm</b>								
	mL Rodapié cerámico de gres porcelánico, pulido de 7 cm, 3 €/m, recibido con adhesivo cementoso normal, C2 sin ninguna característica adicional, blanco y rejuntado con mortero de juntas cementoso, CG2, con la misma tonalidad de las piezas.								
	Cocina	2	4,26				8,52		
		2	2,49				4,98		
		-1	2,00				-2,00		
	Distribuidor PB	2	1,47				2,94		
		2	4,28				8,56		
	Sala Estar-Comedor	2	4,32				8,64		
		2	4,89				9,78		
		-1	2,00				-2,00		
		-0,5	1,50				-0,75		
	Vestíbulo	2	4,26				8,52		
		1	2,56				2,56		
		-1	1,58				-1,58		
	Distribuidor PP	2	1,41				2,82		
		2	3,26				6,52		
	Dormitorio 1	2	4,26				8,52		
		2	4,96				9,92		
	Dormitorio 2	2	2,43				4,86		
		2	2,81				5,62		
	Dormitorio 3	2	4,97				9,94		
		2	4,32				8,64		
							105,01	10,58	1.111,01

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
10.04	<b>m2 Alic. gres esmalt. sobre fábrica, con junta</b>								
	m2 Alicatado con gres esmaltado 1/0/-/-, 20x30 cm, 8 €/m <sup>2</sup> , colocado sobre una superficie soporte en paramentos interiores, mediante adhesivo cementoso normal, C2 sin ninguna característica adicional, blanco y rejuntado con mortero de juntas cementoso, CG2, con la misma tonalidad de las piezas.								
	Baño PB	1	2,69		3,00		8,07		
		2	2,57		3,00		15,42		
		1	1,69		3,00		5,07		
	Baño PP	1	2,56		2,50		6,40		
		1	2,56		3,20		8,19		
		2	2,81		2,85		16,02		
							59,17	34,36	2.033,08
	<b>TOTAL CAPÍTULO 10 SOLADOS Y ALICATADOS.....</b>								<b>8.011,46</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 11 CANTERIA Y PIEDRA ARTIFICIAL</b>									
11.01	<b>mL viert.Santany 25x3 c/goter.vent</b>								
	mL Vierteaguas piedra Santanyi de 25x3 cm provisto de goteron en ventanas								
	Dormitorio 1	6	1,00				6,00		
	Baño PP	3	0,80				2,40		
	Domitorio 2	3	0,80				2,40		
	Cocina	3	1,00				3,00		
							13,80	46,84	646,39
11.02	<b>mL umbral.Santanyi 25x3 s/ goter. puert</b>								
	mL Umbral de piedra Santanyi de 25x3 cm en puertas.								
	Cocina	3	0,92				2,76		
	Sala Estar-Comedor	3	1,50				4,50		
	Dormitorio 3	3	1,50				4,50		
							11,76	46,84	550,84
11.03	<b>mL Revest. peldaño, piezas cerám. barro cocido</b>								
	mL Rev estimiento de peldaño de escalera mediante forrado con piezas cerámicas de barro cocido, tipo bocel, de 100x30 cm, recibidas con mortero de cemento, industrial, M-10 y contrahuella enlucida.								
		1	6,28				6,28		
							6,28	82,18	516,09
11.04	<b>Ud encim. m.marfil.100x60x2 ro/agu</b>								
	Ud Encimera de marmol marfil de 100x60x3 cm Incl. rodapie y agujero para lavabo, totalmente colocada								
	Baño PB	1					1,00		
	Baño PP	1					1,00		
							2,00	206,18	412,36
11.05	<b>Ud encim.gr.sud.ne. 510x60x2cm ro/faj</b>								
	Ud Encimera de granito sudafrica negro de 510x60x2 cm Incl. faja de borde inferior de 7 cm peg. con canto biselado, totalmente colocada, incluso agujero para fregadero y rodapie								
	Cocina	1					1,00		
							1,00	894,89	894,89
<b>TOTAL CAPÍTULO 11 CANTERIA Y PIEDRA ARTIFICIAL.....</b>									<b>3.020,57</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 12 ORAS VARIAS Y ALBAÑILERIA</b>									
12.01	<b>Ud recibido marcos zoq.y norm.&lt;3 m2</b>								
	Ud Recibido de marcos zoquetes y normales, hasta 3 m2								
	Puertas	8				8,00			
	Ventanas	5				5,00			
							11,00	53,82	592,02
12.02	<b>Ud recibido cercos en muros &lt; 3 m2</b>								
	Ud Recibido de cercos en muros, hasta 3 m2								
	Puertas	1				1,00			
							1,00	64,33	64,33
12.03	<b>Ud recibo cercos en muros &gt;3 m2</b>								
	Ud Recibido de cercos en muros, mayores de 3 m2								
		2				2,00			
							2,00	99,89	199,78
12.04	<b>Ud Recibido plato de ducha</b>								
	Ud Recibido de plato de ducha de cualquier medida.								
		2				2,00			
							2,00	60,07	120,14
12.05	<b>mL Colocación y fijación barandilla de escalera</b>								
	mL Colocación y fijación de barandilla de escalera, mediante recibido con mortero de cemento M-5.								
		1	1,70			1,70			
							1,70	28,26	48,04
12.06	<b>Ud recibido persianas libr. &lt;3 m2</b>								
	Ud Recibido de persiana de librillo con correas y topes, hasta 3 m2								
		5				5,00			
							5,00	59,72	298,60
12.07	<b>Ud recibido persianas libr.de 3a 5m</b>								
	Ud Recibido de persiana de librillo con correas y topes, de 3 a 5 m2								
		2				2,00			
							2,00	93,79	187,58
12.08	<b>Ud ayudas instalc. fontaneria 100 m²</b>								
	Ud Ayudas instalación de fontanería en viv. hasta 100 m². con cocina, coladuría, baño y aseo. Incluye rozas en paredes y tapado de las mismas después de la colocación de tuberías. Colocación de bañera y plato de ducha y sellado con masilla de pliuetano blanca de sanitarios. (18% del presupuesto de fontanería)								
		1				1,00			
							1,00	647,39	647,39
12.09	<b>Ud ayudas instalc. electricidad 100 m²</b>								
	Ud Ayudas instalación de electricidad en viv. hasta 100 m². electrificación básica. Incluye rozas en paredes y tapado de los tubos tanto en paredes como en suelos con mortero de c.p., colocación de CMP, cajas de empalme y cajetines para mecanismos. Incluye ayudas a instalación telecomunicaciones. (22% del presupuesto de electricidad)								
		1				1,00			
							1,00	818,05	818,05

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	TOTAL CAPÍTULO 12 ORAS VARIAS Y ALBAÑILERIA.....								<u>2.975,93</u>



PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 13 CARPINTERIA DE MADERA</b>									
13.01	<b>Ud Carp. ext. madera pino melis, pract. 100x120 cm.</b> Ud Carpintería exterior en madera de pino melis para barnizar, para ventana practicable de dos hojas de 100x120 cm, incluso montaje y colocacion en obra.	1				1,00			
							1,00	327,53	327,53
13.02	<b>Ud Carp. ext. madera pino melis, pract. 100x100 cm.</b> Ud Carpintería exterior en madera de pino melis para barnizar, para ventana practicable de dos hojas de 100x100 cm.	2				2,00			
							2,00	272,94	545,88
13.03	<b>Ud Carp. ext. madera pino melis, pract. 80x100 cm.</b> Ud Carpintería exterior en madera de pino melis para barnizar, para ventana practicable de dos hojas de 80x100 cm.	2				2,00			
							2,00	218,35	436,70
13.04	<b>Ud Carp. ext. madera pino melis, pract. 150x210 cm.</b> Ud Carpintería exterior en madera de pino melis para barnizar, para puerta practicable de dos hojas de 150x210 cm.	1				1,00			
							1,00	834,24	834,24
13.05	<b>Ud Carp. ext. madera pino melis, pract. 150x200 cm.</b> Ud Carpintería exterior en madera de pino melis para barnizar, para puerta practicable de dos hojas de 150x200 cm.	1				1,00			
							1,00	794,51	794,51
13.06	<b>Ud Carp. ext. madera pino melis, pract. 120x210 cm.</b> Ud Carpintería exterior en madera de pino melis para barnizar, para puerta practicable de una hoja de 92x210 cm.	1				1,00			
							1,00	511,67	511,67
13.07	<b>Ud Puerta hoja tablero aglom. con moldura</b> Ud Puerta de entrada de 258x158x4 cm, hoja de tablero aglomerado, chapado con pino país, barnizada en taller, con moldura de forma recta; precerco de pino país de 130x40 mm; galces de MDF rechapado de pino país de 130x20 mm; tapajuntas de MDF rechapado de pino país de 70x10 mm.	1				1,00			
							1,00	799,43	799,43
13.08	<b>Ud Puerta ciega, tipo castellana</b> Ud Puerta de paso, ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, tipo castellana, con cuarterones, con tablero de madera maciza de pino melis, barnizada en taller; precerco de pino país de 90x35 mm; galces macizos, de pino melis de 90x20 mm; tapajuntas macizos, de pino melis de 70x15 mm; con herrajes de colgar y de cierre.	5				5,00			
							5,00	283,76	1.418,80

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
13.09	<b>Ud Contravent. 2 hojas de lamas fijas, 100x120 cm</b> Ud Contraventana mallorquina, exterior, de madera de pino melis para barnizar, con dos hojas de lamas fijas, de 100x120 cm, colocada en ventana.	1				1,00			
							1,00	362,93	362,93
13.10	<b>Ud Contravent. 2 hojas de lamas fijas, 100x100 cm</b> Ud Contraventana mallorquina, exterior, de madera de pino melis para barnizar, con dos hojas de lamas fijas, de 100x100 cm, colocada en ventana.	2				2,00			
							2,00	302,44	604,88
13.11	<b>Ud Contravent. 2 hojas de lamas fijas, 80x100 cm</b> Ud Contraventana mallorquina, exterior, de madera de pino melis para barnizar, con dos hojas de lamas fijas, de 80x100 cm, colocada en ventana.	2				2,00			
							2,00	241,95	483,90
13.12	<b>Ud Contravent. 2 hojas de lamas fijas, 150x210 cm</b> Ud Contraventana mallorquina, exterior, de madera de pino melis para barnizar, con dos hojas de lamas fijas, de 150x210 cm, colocada en puerta balconera.	1				1,00			
							1,00	943,28	943,28
13.13	<b>Ud Contravent. 2 hojas de lamas fijas, 150x200 cm</b> Ud Contraventana mallorquina, exterior, de madera de pino melis para barnizar, con dos hojas de lamas fijas, de 150x200 cm, colocada en puerta balconera.	1				1,00			
							1,00	898,36	898,36
<b>TOTAL CAPÍTULO 13 CARPINTERIA DE MADERA.....</b>									<b>8.962,11</b>



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 14 CERRAJERIA</b>									
14.01	<b>mL Barandilla recta de fachada, 100 cm de alt, bastidor</b>								
	mL Barandilla en forma recta de fachada de 100 cm de altura formada por: bastidor compuesto de barandal superior e inferior de tubo cuadrado de perfil hueco de acero laminado en frío de 30x30x1,5 mm y montantes de tubo cuadrado de perfil hueco de acero laminado en frío de 20x20x1,5 mm con una separación de 100 cm entre ellos; entrepaño para relleno de los huecos del bastidor compuesto de barrotes verticales de tubo cuadrado de perfil hueco de acero laminado en frío de 20x20x1,5 mm con una separación de 10 cm y pasamanos de tubo rectangular de perfil hueco de acero laminado en frío de 50x20x1,5 mm, fijada mediante recibido en obra de fábrica.								
		1	1,50			1,50			
							1,50	96,35	144,53
	<b>TOTAL CAPÍTULO 14 CERRAJERIA.....</b>								<b>144,53</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 15 FONTANERIA</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 15.01 Fontanería</b>									
15.01.01	<b>Ud Acometida enterrada agua potable 2 m, formada, polietileno PE 10</b> Ud Acometida enterrada de abastecimiento de agua potable de 2 m de longitud, formada por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2 mm de espesor y llave de corte alojada en arqueta de obra de fábrica.	1				1,00			
							1,00	369,82	369,82
15.01.02	<b>Ud Instalación interior fontanería cuarto baño</b> Ud Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, palto de ducha, bidé, realizada con polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente.	2				2,00			
							2,00	716,62	1.433,24
15.01.03	<b>Ud Instalación interior fontanería galería</b> Ud Instalación interior de fontanería para galería con dotación para toma y llave de paso para lavadora, realizada con polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente.	1				1,00			
							1,00	413,90	413,90
15.01.04	<b>Ud Instalación interior fontanería cocina</b> Ud Instalación interior de fontanería para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, realizada con polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente.	1				1,00			
							1,00	456,55	456,55
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 15.01 Fontanería.....</b>									<b>2.673,51</b>
<b>SUBCAPÍTULO 15.02 Aparatos sanitarios</b>									
15.02.01	<b>Ud Fregadero inox encimera, 2 sen, 80x49, grifería</b> Ud Fregadero de acero inoxidable para instalación en encimera, de 2 cubetas, de 800x490 mm, equipado con grifo mezclador monomando mural para fregadero, de caño giratorio inferior, acabado cromo, con cartucho cerámico.	1				1,00			
							1,00	265,81	265,81
15.02.02	<b>Ud Lavabo encimera blanco, 60x47,5, grifería</b> Ud Lavabo de encimera serie básica, color blanco, de 600x475 mm, con grifería monomando, serie básica, acabado cromado, con aireador y desagüe, acabado blanco, con sifón botella.	2				2,00			
							2,00	192,55	385,10
15.02.03	<b>Ud Inodoro con tanque bajo serie básica, color blanco.</b> Ud Inodoro con tanque bajo serie básica, color blanco.	2				2,00			
							2,00	187,07	374,14
15.02.04	<b>Ud Bidé blanco, sin tapa, grifería monomando</b> Ud Bidé serie básica, color blanco, sin tapa, con grifería monomando, serie básica, acabado cromado, con aireador y desagüe, acabado blanco.	2				2,00			
							2,00	151,62	303,24

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
15.02.05	Ud Plato ducha porcelana blanco, 80x80x12 cm, grifería								
	Ud Plato de ducha de porcelana sanitaria gama básica color blanco, 80x80x12 cm, con grifería monomando serie básica, acabado cromado.								
		2					2,00		
								208,26	416,52
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 15.02 Aparatos sanitarios.....</b>								<b>1.744,81</b>
	<b>SUBCAPÍTULO 15.03 Calentadores</b>								
15.03.01	Ud Termo eléctrico ACS, mural 150 l, 2000 W								
	Ud Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., mural vertical, resistencia blindada, capacidad 150 l, potencia 2000 W, de 913 mm de altura y 450 mm de diámetro.								
		1					1,00		
								475,00	475,00
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 15.03 Calentadores.....</b>								<b>475,00</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO 15 FONTANERIA.....</b>								<b>4.893,32</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 16 ELECTRICIDAD</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 16.01 Cuadros y derivación individual</b>									
16.01.01	<b>Ud CGP, 160 A, esquema 7.</b>								
	Ud Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 160 A, esquema 7.	1					1,00		
								314,54	314,54
16.01.02	<b>mL Derivación individual monofásica fija en superficie para viviend</b>								
	mL Derivación individual monofásica fija en superficie para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 3G16 mm², siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, de 40 mm de diámetro.	1	10,00				10,00		
								20,16	201,60
16.01.03	<b>Ud Cuadro eléctrico de 21 módulos para vivienda unif</b>								
	Ud Cuadro eléctrico de 21 módulos protegido por 1 disyuntor de conexión monofásica de 90 A, compuesto de: 3 interruptores diferenciales (, 1 tipo A y 2 tipo AC), de 2 telerruptores, de 1 contactor fuera de hora punta, de 11 interruptores automáticos magnetotérmicos (2 de 2 A, 3 de 16 A, 5 de 20 A, 1 de 25 A, de curva C) y de un colector de tierra, para vivienda unifamiliar de 125 m² con un nivel de confort medio, equipado con: 1 lavadora.	1					1,00		
								1.079,24	1.079,24
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 16.01 Cuadros y derivación individual..</b>									<b>1.595,38</b>
<b>SUBCAPÍTULO 16.02 Instalación interior</b>									
16.02.01	<b>Ud Interruptor unipolar empotrado, tecla simple color blanco</b>								
	Ud Interruptor unipolar empotrado, gama básica, con tecla simple de color blanco y embellecedor de color blanco.								
	Cocina	1					1,00		
	Despensa	1					1,00		
	Baño PB	1					1,00		
	Baño PP	1					1,00		
								12,22	48,88
16.02.02	<b>Ud Conmutador empotrado, tecla simple color blanco</b>								
	Ud Conmutador empotrado, gama básica, con tecla simple de color blanco y embellecedor de color blanco.								
	Cocina	3					3,00		
	Estar-Comedor	2					2,00		
	Distribuidor PB	1					1,00		
	Vestíbulo	3					3,00		
	Escalera	1					1,00		
	Distribuidor PP	3					3,00		
	Dormitorio 1	3					3,00		
	Dormitorio 2	2					2,00		
	Dormitorio 3	3					3,00		
								12,22	256,62
16.02.03	<b>Ud Base enchufe 16 A 2P+T, empotrada, color blanco</b>								
	Ud Base de enchufe de 16 A 2P+T, empotrada, gama básica, de color blanco con embellecedor de color blanco.								
							0,00	12,52	0,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
16.02.04	<b>Ud Toma de TV simple, hembra, empotrada, color blanco</b>								
	Ud Toma de TV simple, hembra, empotrada, gama básica, de color blanco, con embellecedor de color blanco.								
	Estar-Comedor	1					1,00		
	Cocina	1					1,00		
	Dormitorio 2	1					1,00		
	Dormitorio 3	1					1,00		
							4,00	16,11	64,44
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 16.02 Instalación interior.....</b>								<b>369,94</b>
	<b>SUBCAPÍTULO 16.03 Antenas y porteros automaticos</b>								
16.03.01	<b>Ud Mástil fijación de 3 antenas, de 3,3 m de altura y 35 mm de diam</b>								
	Ud Mástil para fijación de 3 antenas, de 3,3 m de altura y 35 mm de diámetro.								
		1					1,00		
							1,00	117,78	117,78
16.03.02	<b>Ud Antena exterior UHF captación televisión analógica, TDT y HDTV</b>								
	Ud Antena exterior UHF para captación de señales de televisión analógica, televisión digital terrestre (TDT) y televisión de alta definición (HDTV) procedentes de emisiones terrenales, canales del 21 al 69, de 17 dB de ganancia, con dipolo activo.								
		1					1,00		
							1,00	102,22	102,22
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 16.03 Antenas y porteros automaticos..</b>								<b>220,00</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO 16 ELECTRICIDAD .....</b>								<b>2.185,32</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 17 ACRISTALAMIENTOS</b>									
17.01	m2 Doble acristalamiento estándar, 4/8/6 impreso								
	m2 Doble acristalamiento estándar, 4/8/6 impreso, con calzos y sellado continuo.								
		1	1,00		1,20		1,20		
		2	1,00		1,00		2,00		
		2	0,80		1,00		1,60		
		1	1,50		2,10		3,15		
		1	1,50		2,00		3,00		
		1	0,92		2,10		1,93		
							12,88	44,46	572,64
<b>TOTAL CAPÍTULO 17 ACRISTALAMIENTOS .....</b>									<b>572,64</b>



PRESUPUESTO Y MEDICIONES



Universitat de les  
Illes Balears

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 18 PINTURAS Y REVESTIMIENTOS</b>									
18.01	<b>m2 Pintura al temple blanco, acabado liso, aplicada mediante brocha</b>								
	m2 Pintura al silicato color blanco, acabado liso, aplicada mediante brocha o rodillo liso sobre paramentos horizontales y verticales interiores de mortero, yeso o ladrillo.								
	VERTICALES								
	Cocina	1	4,26		2,63		11,20		
		1	2,49		2,63		6,55		
		1	3,34		2,63		8,78		
		1	3,05		2,63		8,02		
		-1	2,00		2,05		-4,10		
	Despensa	2	2,69		2,63		14,15		
		2	0,96		2,63		5,05		
	Distribuidor PB	2	4,28		2,63		22,51		
		1	1,47		2,63		3,87		
		1	0,55		2,63		1,45		
	Sala estar-Comedor	2	4,32		2,93		25,32		
		-0,5	1,50		2,10		-1,58		
		-1	2,00		2,05		-4,10		
		2	4,89		2,93		28,66		
	Vestíbulo	2	2,56		2,93		15,00		
		1	3,36		2,93		9,84		
		1	4,26		2,93		12,48		
	Caja escalera	2	4,77		2,65		25,28		
		1	0,90		2,93		2,64		
	Distribuidor PP	1	3,26		2,93		9,55		
		2	1,41		3,32		9,36		
		1	3,26		3,50		11,41		
	Dormitorio 1	2	4,96		2,98		29,56		
		1	4,26		2,43		10,35		
		1	4,26		3,53		15,04		
	Dormitorio 2	2	2,81		2,78		15,62		
		1	2,43		2,43		5,90		
		1	2,43		3,13		7,61		
	Dormitorio 3	1	4,97		3,53		17,54		
		2	4,32		3,98		34,39		
		1	4,14		2,43		10,06		
		1	0,83		3,13		2,60	370,01	
	HORIZONTALES								
	Sala estar-Comedor	1	4,32	4,89			21,12		
	Vestíbulo	1	4,26	2,56			10,91		
	Despensa	1	2,69	0,96			2,58		
	Distribuidor PP	1	1,45	3,26			4,73		
	Dormitorio 1	1	5,11	4,26			21,77		
	Dormitorio 2	1	2,90	2,43			7,05		
	Dormitorio 3	1	4,56	4,45			20,29		
	Baño PB	1	2,69	2,57			6,91		
	Baño PP	1	2,81	2,56			7,19		
	Cocina	1	2,49	4,29			10,68		
	Distribuidor PB	1	4,23	1,47			6,22		
	Caja escalera	1	6,20	1,00			6,20	125,65	
							495,66	2,68	1.328,37
	<b>TOTAL CAPÍTULO 18 PINTURAS Y REVESTIMIENTOS .....</b>								<b>1.328,37</b>
	<b>TOTAL .....</b>								<b>95.037,84</b>

## RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
1	DEMOLICIONES.....	12.484,29
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	1.165,23
3	HORMIGONES.....	1.083,95
4	FORJADOS.....	10.601,76
5	ESTRUCTURAS METALICAS.....	165,89
6	CUBIERTAS.....	19.693,92
7	FABRICAS Y TABIQUES.....	2.733,86
8	RED DE SANEAMIENTO Y VENTILACION.....	2.964,74
9	REVOCOS Y ENLUCIDOS.....	12.049,95
10	SOLADOS Y ALICATADOS.....	8.011,46
11	CANTERIA Y PIEDRA ARTIFICIAL.....	3.020,57
12	ORAS VARIAS Y ALBAÑILERIA.....	2.975,93
13	CARPINTERIA DE MADERA.....	8.962,11
14	CERRAJERIA.....	144,53
15	FONTANERIA.....	4.893,32
16	ELECTRICIDAD.....	2.185,32
17	ACRISTALAMIENTOS.....	572,64
18	PINTURAS Y REVESTIMIENTOS.....	1.328,37
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>95.037,84</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>95.037,84</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>95.037,84</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de NOVENTA Y CINCO MIL TREINTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

, a 16 de Mayo de 2016.

El promotor

La dirección facultativa

## 11. ANEJO VI: FICHA URBANÍSTICA

PROYECTO: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS

EMPLAZAMIENTO: C/ Cantó d'es Carritx, 12 – Campanet (Islas Baleares)

PROPIETARIO: Damià Pons Mestre

TÉCNICO COMPETENTE: Arnau Pons Reus

Planeamiento vigente: NNSS DE CAMPANET (30 de Julio de 2002)

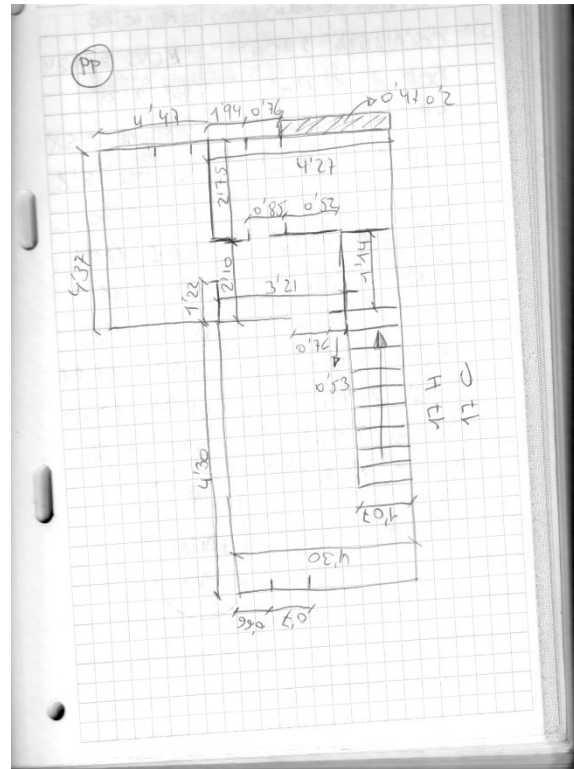
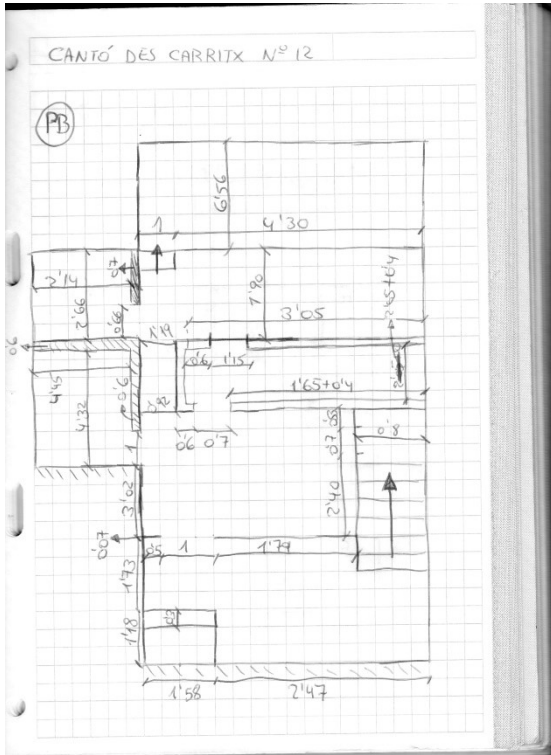
Reúne la parcela las condiciones de solar según normativa:

Sí ■ NO

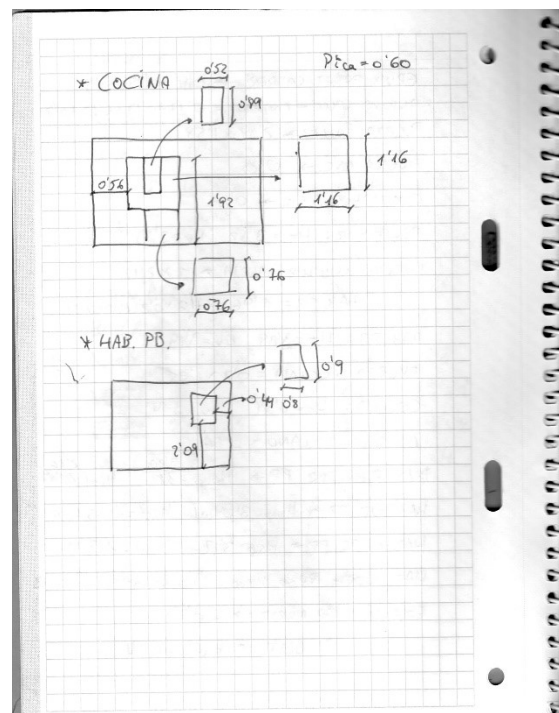
CONCEPTO		PLANEAMIENTO	PROYECTO
Clasificación del Suelo		Suelo Urbano	Suelo Urbano
Calificación		Residencial tradicional alineada a vial A2	Residencial tradicional alineada a vial A2
Parcelación	Fachada mínima	10 m	4.95 m
	Parcela mínima	200 m <sup>2</sup>	119 m <sup>2</sup>
Ocupación o Profundidad edificable		PB: 16 metros PP: 12 metros	PB: 10.58 metros PP: 10.58 metros
Volumen (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )		-	3.378 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Edificabilidad (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )		-	1.185 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Uso		Residencial	Residencial
Situación en la parcela		Alineada a vial entre medianeras	Alineada a vial entre medianeras
Tipología			
Separación línderos	Entre edificios	-	-
	Fachada	Alineado a vial	Alineado a vial
	Fondo	PB: 16* metros PP: 12** metros	PB: 10.58* metros PP: 10.58** metros
	Derecha	Entre medianeras	Entre medianeras
	Izquierda	Entre medianeras	Entre medianeras
Altura máxima	Metros	Reguladora	7.50 m
		Total	9.50 m
	Nº de Plantas	2(PB+PP1)	2(PB+PP1)
Índice de intensidad de uso		1 / 85 (1 vivienda)	1 vivienda

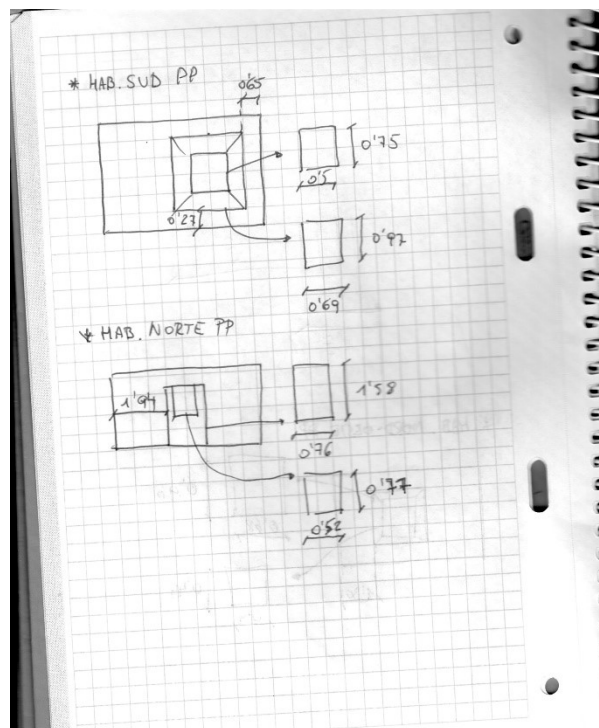
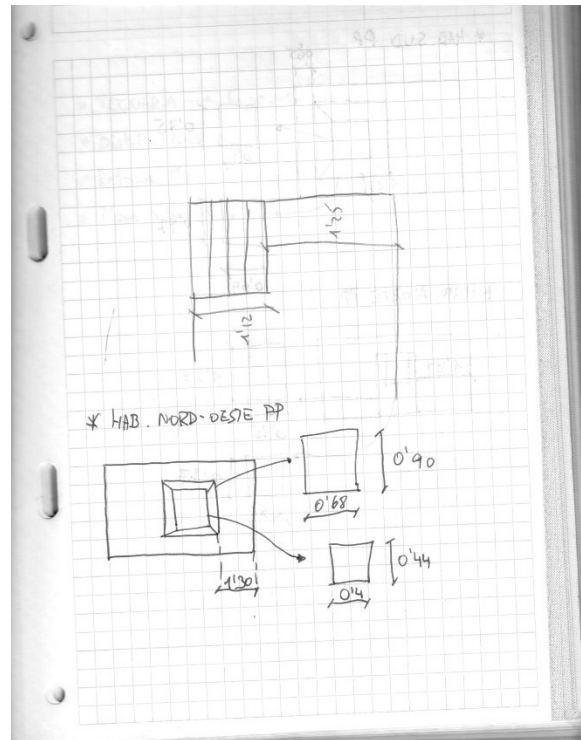


## 12.ANEJO VII: TRABAJOS REALIZADOS e INFORMACIÓN ADICIONAL

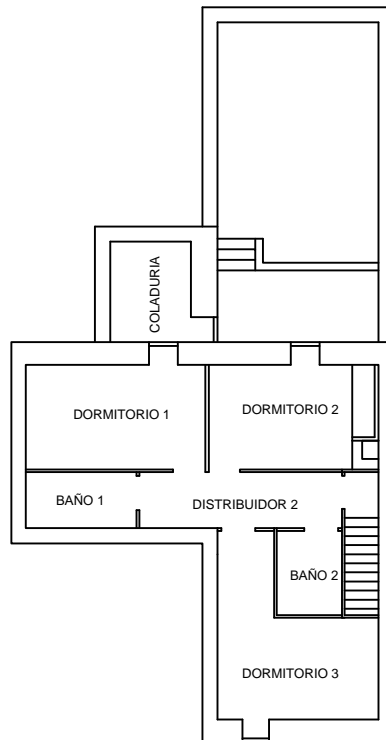
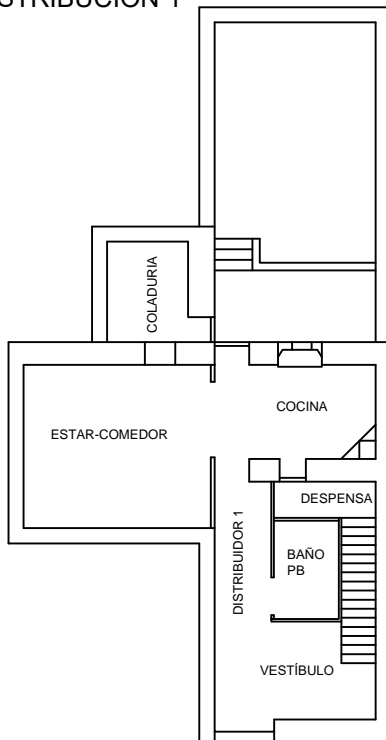


GRUIX PARET CARRER  $\rightarrow 0'4 + 0'25$   
 ALTURA CALÇ - ENTRADA  $= 0'17 + 0'17 + 0'17 + 0'17$   
 PUERTA CALLE  $\rightarrow 2'89 \times 1'58$   
 HUELLO ESC.  $\rightarrow 0'28$   
 CONTRAHUELLO ESC.  $\rightarrow 0'21$   
 RECIPIDOR: HT = 3'52 Hv = 3'33  
 PUERTA RECIPIDOR-SALETA  $\rightarrow 1 \times 2'12$   
 " HAB. PB =  $1'96 \times 1 + (3 \times 0'2 \text{ (ESTRALS)})$   
 HAB. PB HT = 3'39 Hv = 3'19  
 PUERTA COCINA  $= 0'7 \times 1'98$   
 COCINA: HT = 3'34 Hv = 3'14  
 ESCALON RELLANO = 0'16  
 DISTRIBUIDOR PP = 0 Hsup = ~~3'20~~ <sup>3'20</sup> Hinf = ~~2'57~~ <sup>2'16</sup>  
 HAB SUD PP  $\rightarrow$  Hsup = 3'01 Hinf = 1'65 + 0'12  
 HAB OESTE PP  $\rightarrow$  Hsup = 3'12 Hinf = 1'87 + 0'12  
 HAB NORTE PP  $\rightarrow$  Hsup = 2'73 Hinf = 2'03 + 0'12  
 ESCALON HAB NORTE  $\rightarrow 0'23$   
 " OESTE  $\rightarrow 1'02 + 0'24$

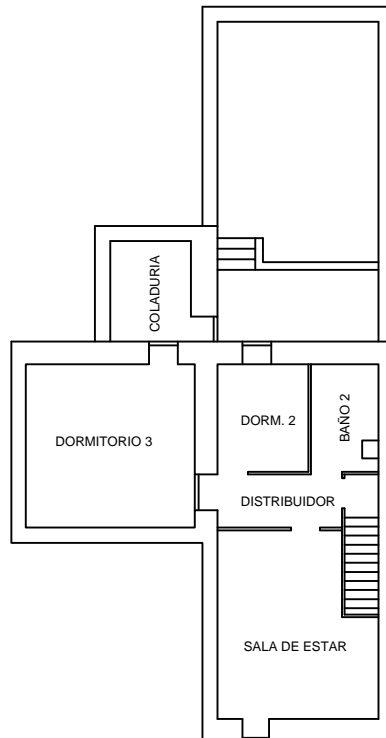
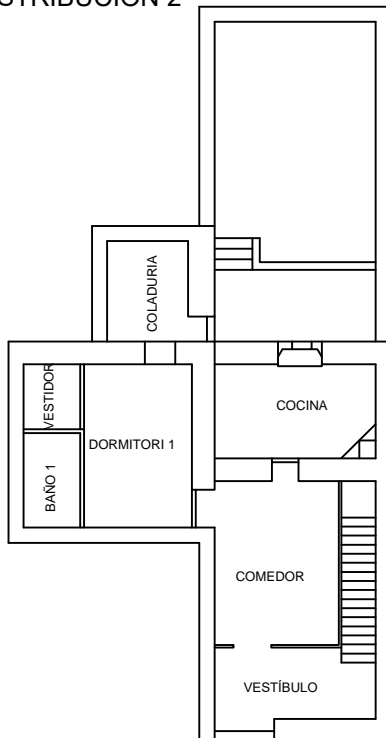




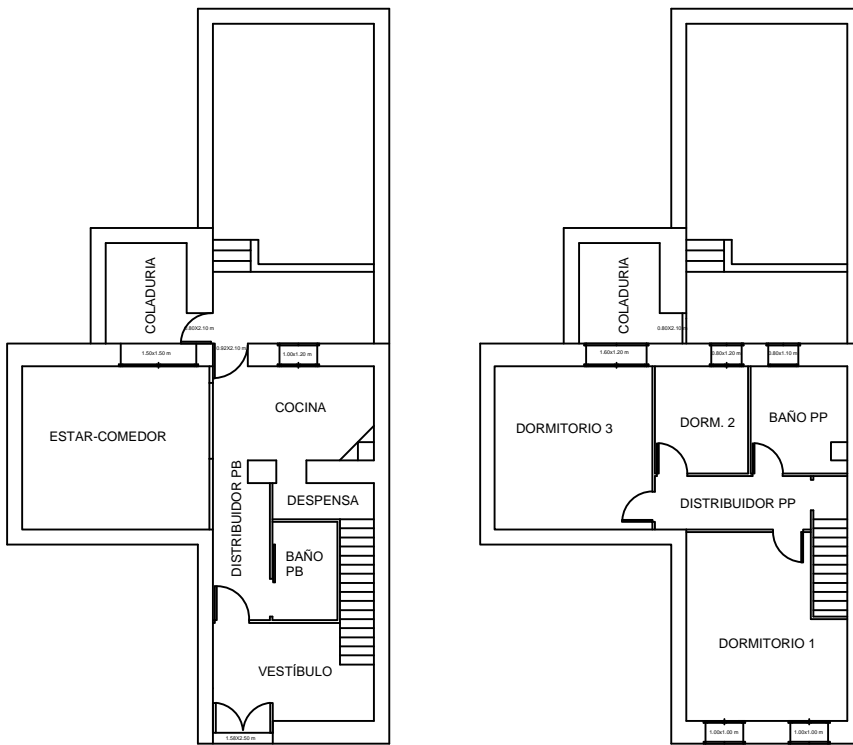
### DISTRIBUCIÓN 1



### DISTRIBUCIÓN 2



### DISTRIBUCIÓN 3







### 1. IDENTIFICACIÓ

DENOMINACIÓ		CODI	U-027
TIPOLOGIA	Casa urbana		
ÚS ACTUAL	Desús		
AUTORIA	Desconeguda		
ESTIL O CORRENT	Arquitectura popular		

### 2. LOCALITZACIÓ

ADREÇA	Cantó des Càrritx 12		
REFERÈNCIA CADASTRAL	7130033		
ENTORN	El carrer del Cantó des Càrritx és un dels més antics de la vila. S'hi conserven, encara, un bon nombre de cases de tipologia popular		

### 3. DESCRIPCIÓ

<p>Casa de planta baixa i porxo entre mitgeres. La façana, referida, mostra restes de paredat per causa dels descrostaments. La casa acaba en una senzilla cornisa de marès. A la planta baixa hi sobresurt el portal rectangular. En el porxo, situat damunt el portal hi ha un finestró amb l'ampit motllurat, envoltat per faixes de marès.</p>	
CRONOLOGIA	Segle XVII-XVIII
BIBLIOGRAFIA	

### 4. ESTAT DE CONSERVACIÓ

ESTAT DE CONSERVACIÓ	Regular. La façana mostra descrostaments.
INTERVENCIIONS	El portal ha estat modificat.

### 5. PROTECCIÓ DE L'ELEMENT

GRAU DE PROTECCIÓ	3
USOS PERMESOS	Els corresponents a la zona en la qual s'ubica segons les Normes Urbanístiques excenete l'ús industrial
ELEMENTS A PRESERVAR	Volumetria corresponent al primer aiguavés i façana.
INTERVENCIIONS PREFERENTS I ADMISSIBLES	IP: Recuperar la forma original del portal. Reparar el parament seguint el patró del pany existent a base de morter de calç. Eliminar el cablejat. IA: Conservació, restauració, consolidació, rehabilitació, reestructuració i ampliació
VALORACIÓ DE CONJUNT	S'inclou en el catàleg no només per ser un exemple d'arquitectura popular, sinó també perquè forma un conjunt amb la casa del costat, Cas Sabater Cuera.

CATÀLEG D'ELEMENTS D'INTERÈS ARTÍSTIC I PATRIMONI ARQUITECTÒNIC  
DEL TERME MUNICIPAL DE CAMPANET . SÒL URBÀ



LOCALITZACIÓ AL MTIB 1:1.000

CODI D'IDENTIFICACIÓ

U-027

