



UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN EFICIENCIA ENERGÉTICA Y
SOSTENIBILIDAD**

**“Estudio técnico-económico para la rehabilitación
energética de un edificio plurifamiliar”**

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

**AUTOR
FERNANDO DEL CAMPO ESBRÍ**

**DIRECTORA
MARÍA JOSÉ RUÁ AGUILAR**

Castellón de la Plana, Septiembre de 2015

Índice:

1.	Objetivo -----	página 4
2.	Metodología -----	página 4
3.	Evolución de la normativa referente a condiciones térmicas -----	página 4
4.	Antecedentes del edificio -----	página 12
5.	Calificación y certificación energética. Programas utilizados. Modelizado en CE3X -----	página 25
6.	Propuestas de intervención -----	página 28
7.	Selección de soluciones -----	página 34
8.	Análisis económico -----	página 41
9.	Conclusiones -----	página 51
10.	Bibliografía y fuentes de información (blogs, foros, webs, etc.) -----	página 55
11.	Anexo I: Planos -----	página 58
12.	Anexo II: Resumen de las certificaciones energéticas. -----	página 70
13.	Anexo III: incluidos en el CD adjunto:	
	a. Informes de certificación energética de las diferentes soluciones.	
	b. Archivos del modelado en CE3X.	
	c. Documentación y presupuestos de las diferentes mejoras.	
	d. Patrones de sombra.	
	e. Normativa.	
	f. Tablas de cálculo de los análisis económicos.	

1 - Objetivo:

El objetivo de este Trabajo Final de Máster es la rehabilitación energética de un edificio residencial existente. Para ello se analizarán diversas soluciones, seleccionando la óptima, atendiendo a criterios energéticos y económicos, teniendo en cuenta la costo-efectividad de las medidas propuestas.

El edificio seleccionado como caso de estudio es un edificio plurifamiliar entre medianeras, construido en el año 1971. Consta de planta baja y 7 plantas altas y está ubicado en la calle San Roque número 78 de Castellón de la Plana.

2 - Metodología:

En una primera etapa se analizará el estado actual tanto del entorno inmediato de situación como del edificio. Con respecto al entorno, se tendrá en cuenta las edificaciones cercanas que puedan influir en el comportamiento térmico del edificio por impedir el soleamiento directo. En cuanto al edificio se describirá las soluciones constructivas empleadas que puedan influir en su comportamiento térmico, así como las instalaciones que provean a las viviendas de los servicios básicos para su uso.

En una segunda etapa, se buscarán soluciones de rehabilitación que se puedan implementar y que contribuyan a mejorar el comportamiento energético del edificio. Dichas soluciones se dividen en aquellas encaminadas a la mejora de la envolvente térmica y aquellas destinadas a aumentar la eficiencia de las instalaciones para el confort térmico del edificio. Las soluciones se analizarán teniendo en cuenta una doble vertiente: por un lado la medioambiental, con un menor consumo energético y unas menores emisiones de CO₂ a la atmósfera; por otro lado, se tendrá en consideración el coste económico de las soluciones propuestas y los ahorros alcanzados en las facturas energéticas. Con ello, se valorará la costo-efectividad de las distintas soluciones utilizando el Método del Coste Óptimo, lo cual será de ayuda para seleccionar las medidas más recomendables para el usuario.

3- Evolución de la normativa referente a condiciones térmicas:

En España hasta mitad de los años 70 no existía normativa alguna acerca de necesidades ahorro de energía. En 1975 con el *Decreto 1490/1975* de 12 de junio, cuando se empiezan tomar medidas en las edificaciones con objeto de reducir el consumo de energía.

Por aquel entonces se construía sin colocar ningún tipo de aislante térmico a las edificaciones y fue a partir de esa fecha, y más tarde con mayor rigor con la entrada en vigor de las *NBE CT-79*, cuando comienzan a plantearse las exigencias de este tipo de mejoras en las nuevas construcciones.

Desde la década de los 80 al año 2006, cuando entra en vigor el *Código Técnico de la Edificación (CTE)*, la legislación había sido muy permisiva y la evolución de los cerramientos poca, siendo lo predominante y lo estándar en nuestro país el ladrillo hueco más la cámara de aire más un tabique interior. En el transcurso de esos años se ha dado un desarrollo de la población que demanda unas condiciones de confort por encima de lo que era habitual en las décadas anteriores, por lo que se observa un aumento importante del consumo energético.

Pero no es hasta los años 90, que en Europa, con la directiva *93/76/CEE de 1993*, comienza la preocupación por mejorar la eficiencia energética para poder limitar las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), principalmente CO₂, a la atmosfera. A este respecto, se cifra alrededor de un tercio del total las emisiones de GEI que son debidas a los edificios, por lo que la mejora de su eficiencia energética se plantea como factor clave en el objetivo de reducción de emisiones. En 1997 muchos países, entre ellos los formantes de la Unión Europea, ratifican el protocolo de Kioto, por medio del cual existe un compromiso para la reducción de emisiones.

En el año 2002 en Europa nace la *Directiva europea EPBD 2002/91/CE (Energy Performance of Buildings Directive)* de eficiencia energética en edificios, y como plazo máximo debe de estar adaptada en los países miembros cuatro años después, en Enero de 2006. No es hasta ese año cuando España transpone la directiva a través del *Documento Básico Ahorro de Energía (HE) del Código Técnico de la Edificación* (que es aprobado en Marzo y obligatoria su aplicación en septiembre de 2006) y el *Reglamento de Instalaciones Técnicas en los Edificios (RITE)*.

Por otra parte, en el año 2007 se aprueba en España el *Real Decreto 47/2007 Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción*, quedando pendiente de regulación, mediante otra disposición complementaria, la certificación energética de los edificios existentes. No obstante, la transposición es parcial porque sólo incluye a edificios de nueva construcción.

En el año 2010, la anterior *EPBD* de 2002 se deroga por la *Directiva 2010/31/UE* de eficiencia energética en edificios, introduciendo conceptos nuevos. Entre otras cosas, se habla de la necesidad de calcular el costo-efectividad de las medidas encaminadas a promover la eficiencia energética. Sin embargo, no es hasta 2012, con el Reglamento Delegado 244/2012 de la Comisión, que se ha desarrollado la citada metodología, conocida como metodología del Coste Óptimo. Se desarrolla además el Certificado de Eficiencia Energética y se establecen inspecciones de equipos de frío y calor.

En Noviembre de 2012 Europa publica la última y actual *Directiva 2012/27/UE* relativa a la eficiencia energética de los edificios. Esta directiva, complementa a la Directiva de 2010, en lo referente a que los edificios de los organismos públicos deban dar ejemplo e intentar conseguir el objetivo marcado del 20 % de ahorro de energía, dentro del Plan 20/20/20 de lucha contra el cambio climático.

En España, en Junio de 2013 se aprueba el *Real Decreto 235/2013 sobre Certificación Energética de Edificios Existentes*. Con ello se avanza en la transposición de la EPBD, ya que es válida para edificios existentes. A partir de su entrada en vigor, la certificación energética es obligatoria de manera que cuando una vivienda se venda o alquile, es obligatorio que exhiba la etiqueta de

certificación energética. Esta certificación en edificios de titularidad privada no había sido preceptiva hasta esa fecha.

Cuando ha pasado un año de su entrada en vigor, según el IDAE en su informe de junio de 2014, tan sólo han sido certificadas 645.359 viviendas, el 6% de existentes, obteniendo el 85% de las mismas una calificación energética E o inferior. A fecha 31 de diciembre de 2014, en el informe de enero de 2015, hay un aumento de las certificaciones en un 73% pasando a ser 1.133.965 viviendas de las cuales el 77% de las viviendas obtiene una calificación energética E o inferior.

La trasposición que hubo del *CTE* sobre de las directivas europeas *EPBD 2002/91/CE* se ha completado recientemente al nuevo *DB-HE del CTE*, que entró en vigor en marzo de 2014, a partir de cual se establecen unos valores más exigentes en la transmitancia térmica de la fachada.

En la actualización del *CTE* se endurecen los requerimientos ya que desde Europa se pretende alcanzar los objetivos del horizonte 20-20-20, que consiste en reducir un 20% el consumo de energía primaria de la Unión Europea; reducir otro 20% las emisiones de gases de efecto invernadero; y elevar la contribución de las energías renovables al 20% del consumo, para el año 2020.

En Julio de 2014, se publica en el BOE el *Real Decreto Ley 8/2014* de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia. Aunque España votó en contra de la *Directiva Europea 2012/27/UE* de eficiencia energética, debía de hacer una transposición real de las obligaciones concretas y de las recomendaciones antes de junio de 2014.

Según este Real Decreto, en materia de eficiencia energética en edificios, una de las principales medidas que se adoptan, es la de la obligación de instalar contadores de consumo individuales para el suministro de calefacción, refrigeración o agua caliente sanitaria a partir de una calefacción urbana o de una fuente central que abastezca a varios edificios, antes del 1 de enero de 2017.

A continuación se aporta la figura 1, donde se describe gráficamente la cronología de la normativa más relevante en el desarrollo del procedimiento de certificación de la eficiencia energética de los edificios.

Cronología de la normativa referente a eficiencia energética

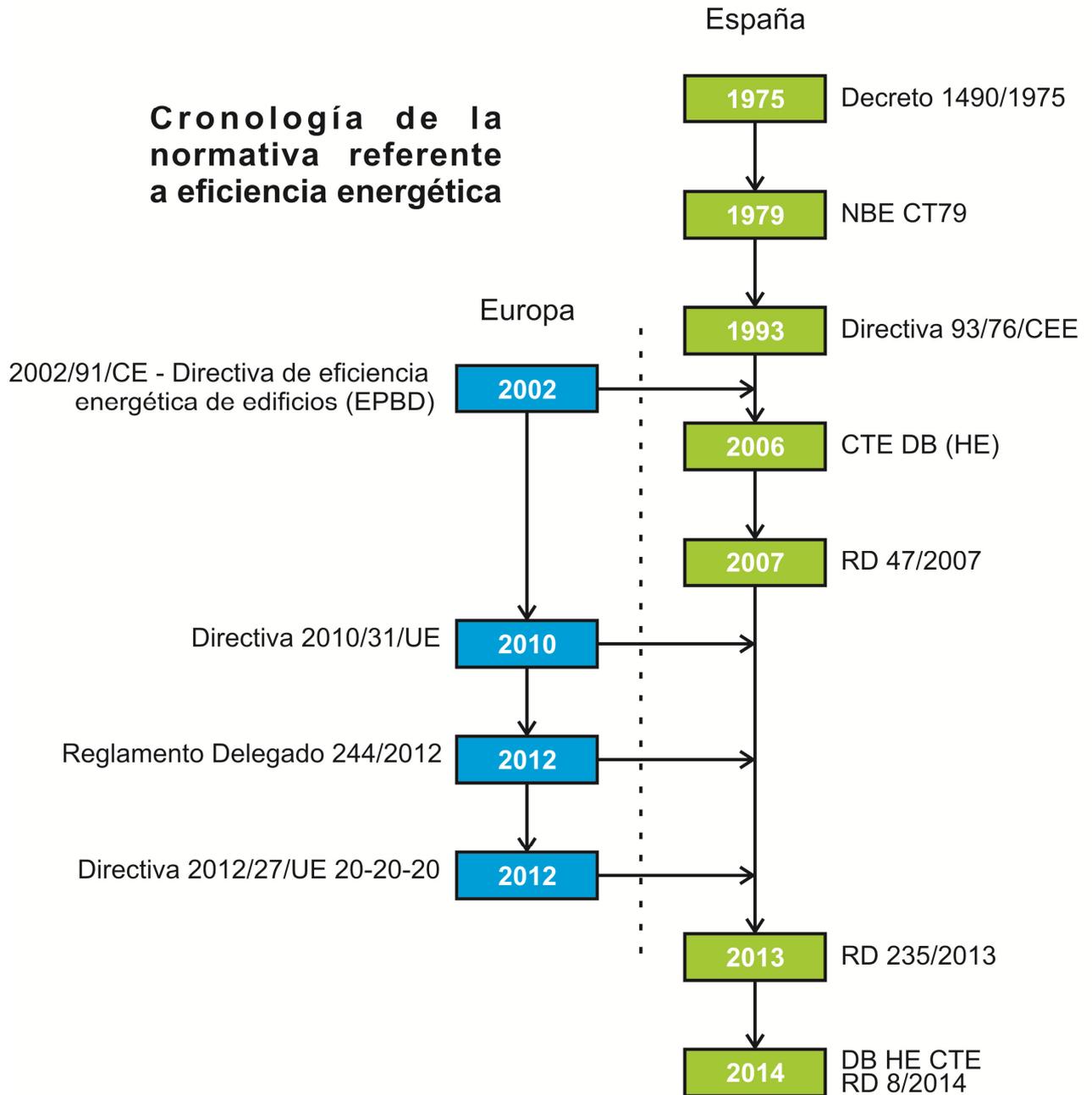


Figura 1 –Cronología de la normativa de eficiencia energética

3.1 - NBE-CT79 -Norma Básica en la Edificación sobre Condiciones Térmicas en los edificios

La primera norma española que considera las condiciones térmicas de los edificios, es la Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas de 1979. Tras unos años de construcción de bajo coste por las necesidades de vivienda, primero por la finalización de la Guerra Civil y posteriormente por fenómenos demográficos como la inmigración a las ciudades, por primera vez se tiene en cuenta el aspecto térmico en la construcción en España. Con esta norma la Administración Pública adopta las primeras medidas encaminadas a la consecución de un confort térmico a través de una adecuada construcción de los edificios, conforme a los estándares de confort de la época, haciendo frente así a los problemas derivados del encarecimiento de la energía.

Se incluyen además de prescripciones enfocadas al ahorro de energía, otros aspectos térmicos o higrotérmicos que afectan a la edificación y a sus condiciones de habitabilidad, incidiendo en aspectos hasta ahora no regulados, tales como los fenómenos de condensación en cerramientos exteriores que afectan al bienestar de los usuarios de los edificios.

El tener en cuenta estos aspectos normativamente es un paso. Sin embargo, ha sido una norma muy poco exigente cuya actualización se ha retrasado mucho en el tiempo.

3.2 - RITE- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios

A nivel de edificación no residencial, el Reglamento de Instalaciones Térmicas ha sido el documento de referencia. Este reglamento ha contribuido en gran medida a potenciar y fomentar un uso más racional de la energía en las instalaciones térmicas no industriales de los edificios, normalmente destinadas a proporcionar de forma segura y eficiente los servicios de calefacción, climatización y producción de agua caliente sanitaria necesarios para atender los requisitos de bienestar térmico y de higiene en los edificios.

Establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía.

3.3 - CTE-HE + actualización RD 1635/13

Con los objetivos de mejorar la calidad de la edificación, y de promover la innovación y la sostenibilidad, el Gobierno aprueba el Código Técnico de la Edificación en un intento de unificar las normativas existentes, muchas de ellas muy lejos de los parámetros de confort actuales. Se trata de un instrumento normativo que fija las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones.

La salida del CTE provocó la derogación de las NBE e introduce numerosos aspectos para el ahorro y la eficiencia en la edificación. La correspondencia entre las antiguas y las nuevas normas se observan en la Tabla 1.

NBE-AE	Acciones edificación	DB-SE-AE	Seguridad estructural. Acciones edificación
NBE-EA	Estructuras de acero	DB-SE-A	Seguridad estructural. Estructuras de acero
NBE-FL	Fábricas de ladrillo	DB-SE-F	Seguridad estructural. Fábricas de ladrillo
NBE-CPI	Protección contra incendios	DB-SI	Seguridad en caso de incendios
NBE-QB	Cubiertas bituminosas	DB-HS	Protección frente a la humedad
NBE-ISA	Suministro de agua	DB-HS	Salubridad: Suministro de agua
NBE-CT	Condiciones Térmicas	DB-HE	Ahorro de energía
NBE-CA	Condiciones Acústicas	DB-HR	Protección contra el ruido

Tabla 1. Comparación de las antiguas NBE frente a documentos CTE

La incorporación del documento SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad RD 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el CTE, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad; publicado en el BOE de 11 de marzo de 2010].

Los objetivos que se persiguen con la puesta en marcha del CTE de 2006 son:

- Reducir la demanda energética de edificios (HE1)
- Producir un uso real de energías renovables (HE4 y 5)
- Aumentar la calidad del aire en los edificios (HS3), realizar estimaciones de consumo energético e implementar inspecciones.

El CTE de 2013 introduce un endurecimiento de los requisitos de demanda energética de los edificios (HE1) e introduce un nuevo documento que regula la necesidad de limitar el consumo (HE0).

El CTE se divide en varios Documentos Básicos (DB), pero se le prestará especial atención en el desarrollo del caso práctico del proyecto al Documento Básico HE: Ahorro de energía. Este a su vez se divide a su vez en los siguientes subapartados:

- HE0 Limitación del consumo energético.
- HE 1 Limitación de demanda energética.
- HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas.
- HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.
- HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

3.4 - La Certificación Energética: RD 47/2007 y RD235/13.

El **RD47/2007** establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética que deberá incluir información objetiva sobre la eficiencia energética de un edificio y valores de referencia tales como requisitos mínimos de eficiencia energética con el fin de que los propietarios o arrendatarios del edificio o de una unidad de éste puedan comparar y evaluar su eficiencia energética.

Los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios o unidades de éste no se incluyen en este real decreto, ya que se establecen en el Código Técnico de la Edificación. De esta forma, valorando y comparando la eficiencia energética de los edificios, se favorecerá la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.

Además, este real decreto contribuye a informar de las emisiones de CO₂ por el uso de la energía proveniente de fuentes emisoras en el sector residencial, lo que facilitará la adopción de medidas para reducir las emisiones y mejorar la calificación energética de los edificios.

Se establece el Procedimiento Básico que debe cumplir la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética, considerando aquellos factores que más incidencia tienen en su consumo energético, así como las condiciones técnicas y administrativas para las certificaciones de eficiencia energética de los edificios.

El 5 de abril de 2013, se aprobó el **RD235/2013** por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, que atañe tanto a edificios existentes como a obra nueva. Se trata de una trasposición parcial de la Directiva 2010/31/EU del Parlamento Europeo relativa a la eficiencia energética de los edificios, que tiene como objetivo que los edificios de nueva construcción a partir del 31 de diciembre de 2020 sean de consumo casi nulo, según requerimientos del Código Técnico de la Edificación vigente.

El consumo energético del sector residencial tiene un peso notable respecto de la energía total consumida. Esto se debe, fundamentalmente, a las pérdidas energéticas a través de la envolvente y por tanto, un mayor consumo de los sistemas de calefacción y aire acondicionado.

Con el objetivo de disminuir las emisiones de CO₂ provocadas por el elevado consumo energético del parque de viviendas español se fija este RD 235/2013 que tiene como fin la promoción de viviendas de bajo consumo energético.

3.5 - Reglamento Delegado 244/2012 de la Comisión Europea de 16 enero de 2012

El RD 244/2012 complementa a la Directiva 2010/31/UE del Parlamento y del Consejo Europeo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, establece una metodología para comparar y calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de sus elementos.

Su objeto principal es establecer la metodología que han de utilizar los Estados miembros para calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios nuevos y existentes y de sus elementos.

Precisa las normas que deben aplicarse para comparar las medidas de eficiencia energética, las medidas que integren fuentes de energía renovables y los paquetes y variantes de esas medidas, sobre la base de su eficiencia energética primaria y del coste que se le puede atribuir a su implementación.

Regula también la forma de aplicar dichas normas a edificios de referencia seleccionados para identificar los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética.

Además en uno de sus enfoques incluye dentro de los costes globales de la inversión, la posibilidad de tener costes no solo privados, refiriéndose al coste de las emisiones de gases de efecto invernadero, que está definido como el valor monetario del daño medioambiental causados por las emisiones de CO₂ relacionados con el consumo energético de un edificio.

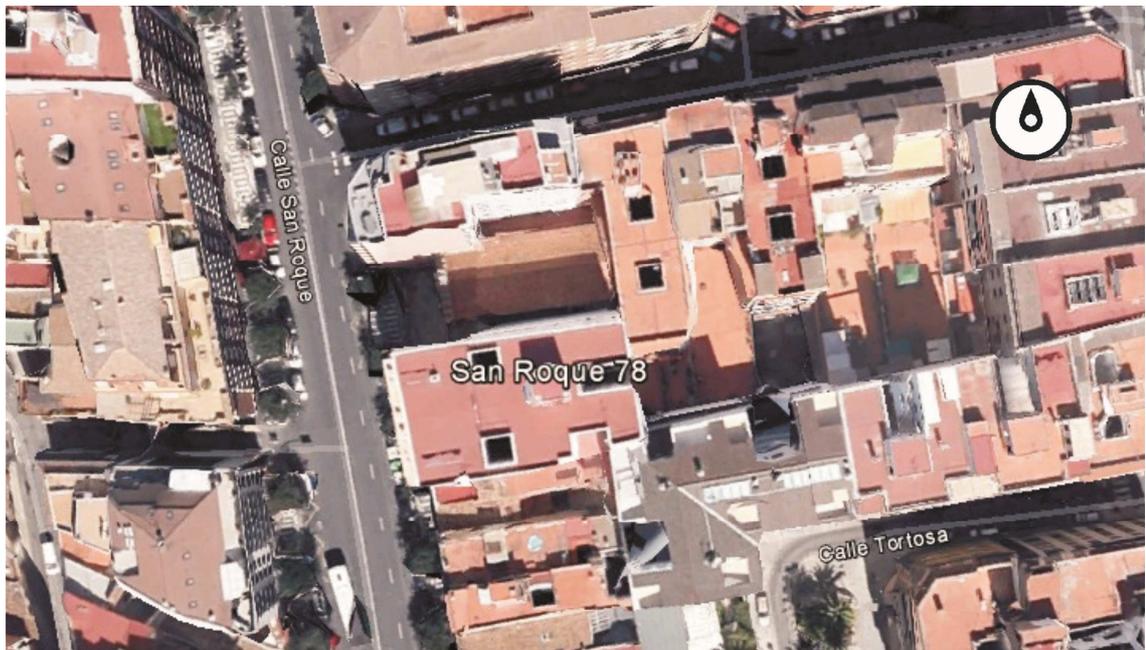


Figura 3 -Vista aérea del edificio y localización según el Norte (fuente Google Earth)

Planos del Plan General de Ordenación Urbana del Excmo. Ayuntamiento de Castellón:

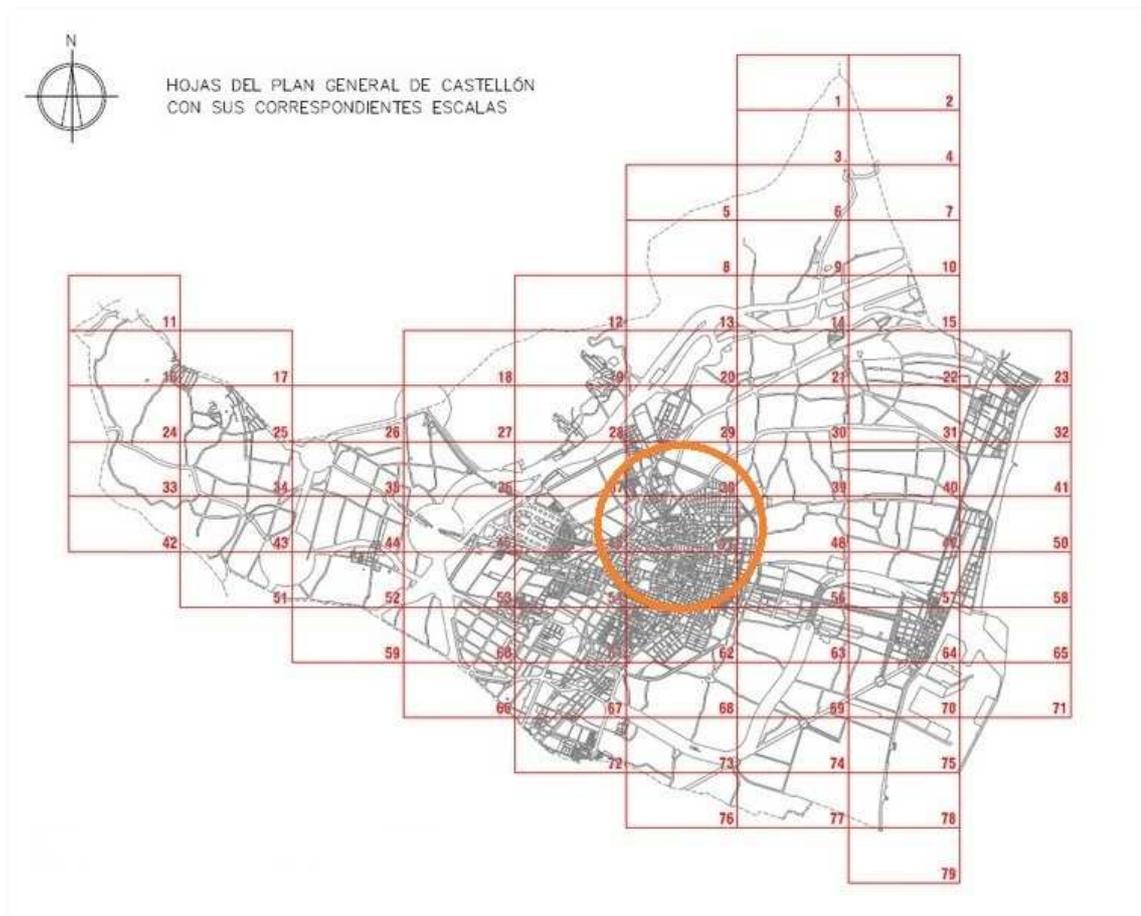


Figura 4. Enlace del plano guía de la ordenación pormenorizada, la parte marcada con un círculo corresponde a la zona donde hallaremos información del edificio

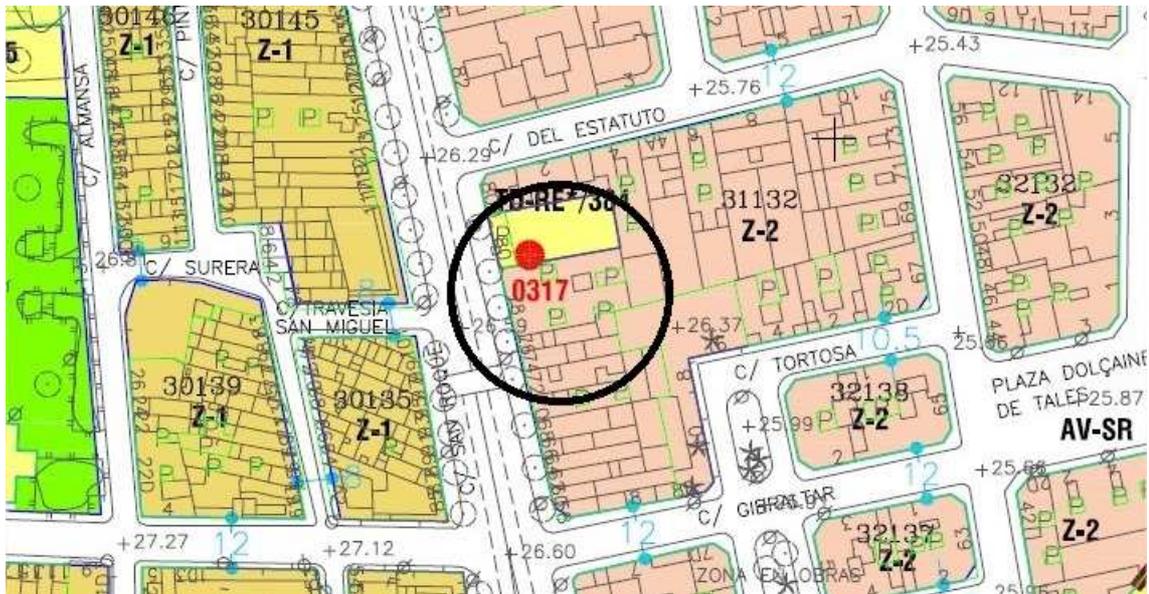


Figura 5. Fragmento plano guía ordenación pormenorizada sección OP47 donde se ve la clasificación del suelo donde reside el edificio como Z2.

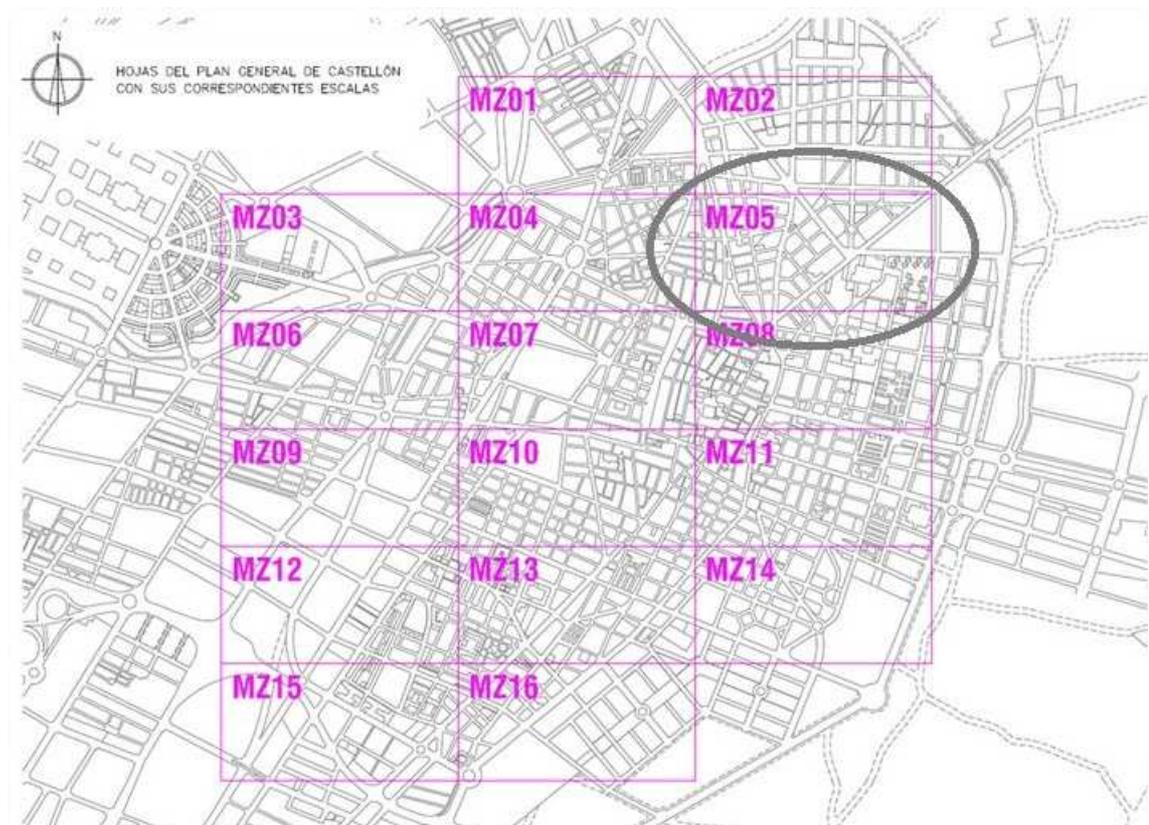


Figura 6. Enlace del plano guía volumetría por manzanas en la imagen se puede ver la parcelación de las diferentes zonas de la ciudad, en el caso del edificio en estudio la manzana correspondería a la MZ05



Figura 7. Fragmento plano guía volumetría por manzanas donde se ven las diferentes alturas que se permiten o las alturas que se han construido en la zona, en el caso de este edificio son VIII.

4.2 - Características constructivas y estado actual del edificio

4.2.1 - Planos:

El estudio del estado actual del edificio requiere de los planos del proyecto o, en su defecto, de un levantamiento de planos adecuado, con toda la información gráfica que permita un estudio exhaustivo de sus dimensiones, geometría y características constructivas. Los planos reales del proyecto de los que se dispone, son antiguos y están visados en Valencia, en 1967. La calidad responde a los parámetros habituales en la época y no se dispone de suficiente información para poder acometer el estudio. Por ese motivo y para poder tener las medidas concretas y reales, se han levantado planos con la visita al edificio. Dicha documentación gráfica se aporta en el Anexo I.

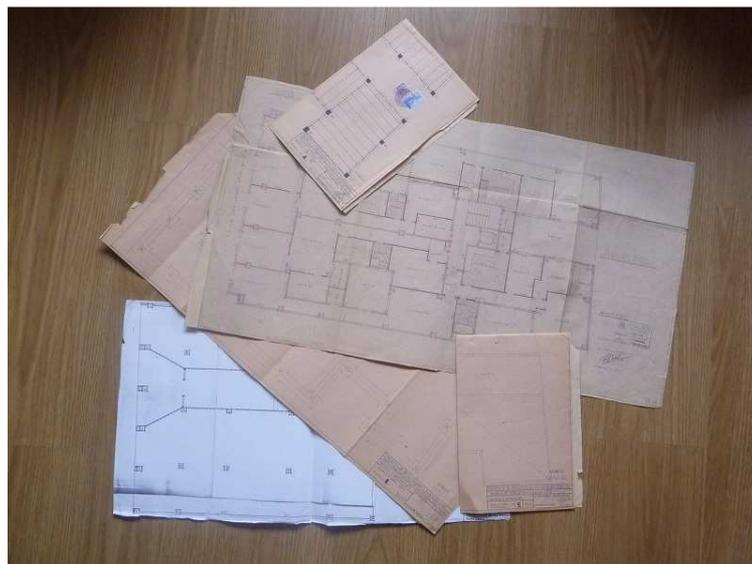


Figura 8. Documentación de partida. Planos originales de proyecto

4.2.2 - Fotografías actuales del edificio:

La información tomada en las visitas al edificio se completa con varias fotografías que servirán de apoyo para posteriores fases del trabajo. Se han reflejado los estados actuales de cada una de las fachadas como se puede observar en las siguientes figuras 9, 10 y 11.



Figura9. Fachada principal, orientación Oeste (tomada el 04-11-14)

A primera vista, se pueden comprobar las siete alturas del edificio por encima de la planta baja que está destinada a un bajo comercial. Parte de la fachada está realizada en ladrillo caravista y parte con un enfoscado y pintura. A partir del primer piso existe un voladizo donde el forjado de cada una de las plantas queda visto.

La carpintería a esta fachada es toda de aluminio, se trata de unas ventanas de dos hojas correderas con cristal simple, bajo las correderas la ventanas tiene un fijo con las mismas características.

La fachada realmente está a 13 grados sobre la dirección Oeste.



Figura 10. Fachada lateral orientada al Norte (tomada el 04-11-14)

La parte del voladizo que da al norte está hecha con enfoscado de mortero, se puede ver la carpintería similar a la fachada principal pero en este caso son ventanas abatibles de una sola hoja.

La fachada que da al norte es una fachada medianera, con el paso de los años no se ha construido al lado nada y por lo tanto hay un muro con unos espesores poco recomendables.

No hay ningún tipo de hueco en esta fachada, quizá a la espera de tener al lado un edificio y compartir muros.

En la parte inferior de la fachada linda con la Iglesia de San Nicolás.



Figura 11. Fachada lateral orientada Sur (tomada el 04-11-14)

La parte del voladizo que da al sur tiene las mismas características tanto constructivas como de carpintería que la del norte. También es una fachada medianera, pero esta vez sí que colindan casa u edificios algo más altos, hasta 6 alturas.

En la ciudad de Castellón de la Plana se pueden ver este tipo de construcciones, un edificio con planta baja comercial y siete alturas y a los laterales o proximidades casas antiguas que la gente no ha querido desprenderse de ellas para que la construcción sea más acorde y que dejan “huérfanos” a edificios más altos.

En esta fachada sí que hay huecos y es en un retranqueo que hay para poder alojar una ventana que da al comedor de las viviendas tipo D y luego de una ventana al baño de la misma vivienda, se puede ver esta tipología de ventanas en el plano de la distribución de las viviendas en el Anexo I de la memoria.

Fachada orientación Este:

De esta fachada no ha sido posible obtener una fotografía propia, pero en una fotografía de Google Earth se puede apreciar cómo está más o menos solucionada.



Figura 12. Captura a través de Google Earth de la fachada Este (tomada el 03-11-14)

A pesar de la calidad de la imagen, se aprecia la fachada señalada en la figura. Se trata de la fachada Este, en la que se observa un patio interior abierto (perfilado en la fotografía en verde) en uno de sus extremos y al que dan gran parte de las ventanas de las habitaciones estancias de cada una de las viviendas, otra gran parte de los huecos se localizan en el interior de los dos patios de luces (perfilado en la fotografía en amarillo) que se pueden ver en la cubierta, también se puede ver el casetón del ascensor, algo desvirtuado también.

En esta captura se puede ver los edificios colindantes y como están, que alturas tienen y su posición.

4.2.3 - Accesibilidad:

El edificio se encuentra situado en la zona norte de la ciudad de Castellón de la Plana, a él se accede a través de una calle de tres carriles, dos con sentido hacia el sur y uno con sentido hacia el norte. Este acceso está cercano a carreteras principales y circunvalaciones.

En ambos laterales de la calle hay anchas aceras, un carril bici y plazas para aparcar en cordón, ver figura 13.

4.2.4 - Características constructivas:

El edificio cuenta con planta baja y siete alturas, hay 4 viviendas por planta, 2 de ellas de 3 habitaciones y dos de 4 habitaciones. La planta baja es un local diáfano cuya área es la planta de las viviendas salvo el portal.

Las principales características constructivas se resumen a continuación:

Cimentación: La cimentación es continua, con las zapatas perimetrales arriostradas según el plano de cimentación.

Estructura: Se basa en pilares de hormigón armado de 40cms de sección cuadrada y de un forjado unidireccional de hormigón con viguetas, bovedillas y con un espesor total de 30 cms.

Fachada: Los bajos comerciales y el portal están revestidos de granito y es a partir del primer piso donde con un voladizo de 0.85m está construida la fachada principal, parte con ladrillo caravista y parte con enfoscado, teniendo el espesor total del muro 20cms.

El resto de fachadas, medianeras, tienen un espesor de 12cms. Debido a la falta de información por la antigüedad del edificio he tomado unos valores aproximados para poder realizar el estudio.

fachadas	Enfoscado	Ladrillo caravista	Ladrillo hueco	Cámara aire	Ladrillo hueco	Enfoscado	Total (cms.)
Principal	1,0	0,0	11,0	3,0	4,0	1,0	20,0
	0,0	12,0	0,0	3,0	4,0	1,0	20,0
Medianera	1,5	0,0	9,0	0,0	0,0	1,5	12,0

Tabla 2. Características de los diferentes muros de fachada.

Tabiquería: La tabiquería interior está formada por dos tipos, tabiques entre estancias y tabiques que dan al pasillo, estos últimos más pequeños.

tabiquería	Lucido de yeso	Azulejo	Mortero	Ladrillo hueco	Lucido de yeso	Total (cms.)
Habitaciones	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	20,0
Baños y cocina	0,0	0,5	1,0	5,0	1,0	7,5
Pasillos	1,5	0,0	0,0	0,0	1,5	12,0

Tabla 3. Características de los diferentes tabiques.

Suelos: Sobre el forjado hay una capa de 1cm de mortero y está rematado con terrazo de la época de 2cm de espesor.

Carpintería: La carpintería exterior en fachada principal está fabricada en aluminio color plata, están compuestas cada una de un módulo fijo y sobre este dos hojas correderas con cristal simple. Cada una de las ventanas que da a los laterales del voladizo (viviendas A y D) está constituido por un módulo fijo y sobre este una ventana abatible de una hoja y con cristal simple.

La carpintería interior está realizada de hierro y sin cristal simple, son practicables y hay de varias tipologías y tamaños. Las hay de hoja simple, de dos hojas y además las están las que hay en las galerías que hacen de cerramiento con la fachada.

La entrada al portal está compuesta por una puerta de hierro con cristal de una hoja con un fijo vertical. También existe un ventanal al lado para dar la máxima luz natural posible.



Figura 15. Puerta de entrada al edificio (tomada el 04-11-14).



Figura 16. Carpintería exterior de la fachada principal (tomada el 04-11-14)



Figura 17. Ventana doble hoja que da a uno de los patios interiores (tomada el 04-11-14)

Cubierta: La cubierta es plana y transitable, en ella se encuentra el casetón del ascensor de 5m de altura el cual también tiene su cubierta transitable a través de una escalera en un lateral, esta escalera es simplemente para poder llegar a antenas de televisión o cosas similares. En la foto se ve parte de la cubierta en la zona destinada a tender la ropa y en el fondo el casetón del ascensor.



Figura 18. Casetón del ascensor y acceso a cubierta

5 - Calificación y certificación energética. Programas utilizados. Modelizado en CEX:

Desde el día 1 de junio de 2013 y a través del RD235/2013 del 5 de abril de ese mismo año, es obligatoria la certificación energética de los edificios para determinar el grado de eficiencia energética de un inmueble, es decir, la mayor o menor cantidad de energía que dicho inmueble va a demandar para satisfacer unas necesidades de confort.

Los inmuebles serán catalogados según la **calificación energética** obtenida y definidos con las letras de la A hasta la G (obteniendo con ello la etiqueta de eficiencia energética) de acuerdo al resultado de la certificación, otorgándose la letra A (la máxima calificación) a aquellos inmuebles que consuman menos energía, mientras que la G corresponde al nivel más bajo de eficiencia energética.

Con esto se pretende poner a disposición de los consumidores información sobre las características energéticas de los inmuebles que les permita valorar y comparar sus prestaciones, para favorecer tanto la promoción de inmuebles de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.

La **certificación energética** se refiere al proceso administrativo necesario para registrar el nivel de eficiencia de un edificio. Una vez calificado es necesario realizar un informe que incluya el estado actual del edificio, su nivel de eficiencia y las mejoras que pueden ser introducidas para mejorar la calificación. Este informe servirá como registro en cada uno de los agentes responsables de las comunidades autónomas.

Una vez registrado y aprobado por el agente responsable, se le otorgará al propietario el certificado energético que deberá ser incluido a la hora de vender o alquilar cualquier espacio del edificio.

En la figura 19 se puede ver una captura de la nota informativa del Ministerio de industria, energía y turismo del 13 de marzo de 2014 donde nos hablan sobre los procedimientos a través de herramientas informáticas para la calificación y certificación energética.

		Certificación energética de edificios
Edificios nuevos	Vivienda	CALENER VvP CE2 CERMA
	Otros usos	CALENER VvP CALENER GT
Edificios existentes	Vivienda	CALENER VvP CE3 CE3X CERMA
	Otros usos	CALENER VvP CALENER GT CE3 CE3X

Figura 19. Esquema de software para certificación energética (Fuente; IDAE).

Las herramientas informáticas **CALENER VyP**, **CE3** y **CE3X** están promovidas por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del IDAE, y por el Ministerio de Fomento. En el caso de **CALENER VyP** conseguimos obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio de viviendas, tanto en su fase de proyecto como del edificio terminado. Por otro lado, los programas **CE3yCE3X** permiten a obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio existente, y no se pueden utilizar para edificios nuevos.

CERMA, es una herramienta que ha sido reconocida por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, y por el Ministerio de Fomento que permite obtener, de forma simplificada, la calificación de eficiencia energética de edificios de viviendas.

En este trabajo se parte de un edificio existente destinado a viviendas; todos los programas nombrados anteriormente sirven para la certificación del edificio objeto de estudio. Sin embargo, CE3 y CE3X son programas específicos para edificios existentes. En este trabajo se modelizará el edificio con CE3X.

Modelizado en CE3X:

El programa CE3X cuenta con un entorno a base de ventanas, pestañas y cuadros donde poner la información que nos pide y con ello completar la definición total del edificio. Una vez lo hemos ejecutado nos da a elegir entre edificio residencial, pequeño terciario o gran terciario, en nuestro caso se trata de un edificio residencial y una vez elegida nuestra opción se abre una ventana con varias pestañas que se comentarán a continuación y en ellas iremos introduciendo los datos que nos pide.

- 1- Pestaña de datos administrativos: Aquí introducimos los datos de localización e identificación del edificio, los datos del cliente que requiere la certificación energética y los datos del técnico certificador.
- 2- Pestaña de datos generales: Se identifica la normativa sobre la que se construyó el edificio, año, lugar. También se definen parámetros como la superficie útil habitable, la altura libre entre las plantas y el número de estas.
- 3- Pestaña de la envolvente térmica del edificio: Aquí se entra en materia y se define la parte del edificio que es objeto de estudio.

La envolvente térmica se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior. La envolvente térmica la forman todas las superficies que son susceptibles a pérdidas o ganancias de temperatura.

En este apartado se definirán cubiertas, muro, suelos, particiones interiores, huecos y lucernarios y los puentes térmicos. Se utilizarán librerías de materiales, cerramientos vidrios, marcos y puentes térmicos.

- 4- Pestaña de instalaciones: Se introducirán datos referentes a las instalaciones que hay en el edificio tanto de calor como de frío, haciéndose especial hincapié al equipo de ACS, que equipo es, su combustible, el rendimiento, etc.
- 5- Tras la introducción de datos hay que definir lo patrones de sombras, estos sirven para calcular las sombras proyectadas de otros edificios sobre el edificio objeto.

Para este TFM se han reducido los patrones de sombras a tres fachadas principales y se han introducido datos de las sombras generadas por 4 edificios cercanos (véase el Anexo V)

A partir de haber introducido todos los datos se obtiene por medio del programa la calificación del proyecto, además de medidas de mejora propuestas y un análisis económico de las mismas. Finalmente se genera un informe completo del proyecto. Todo esto se detalla a continuación.

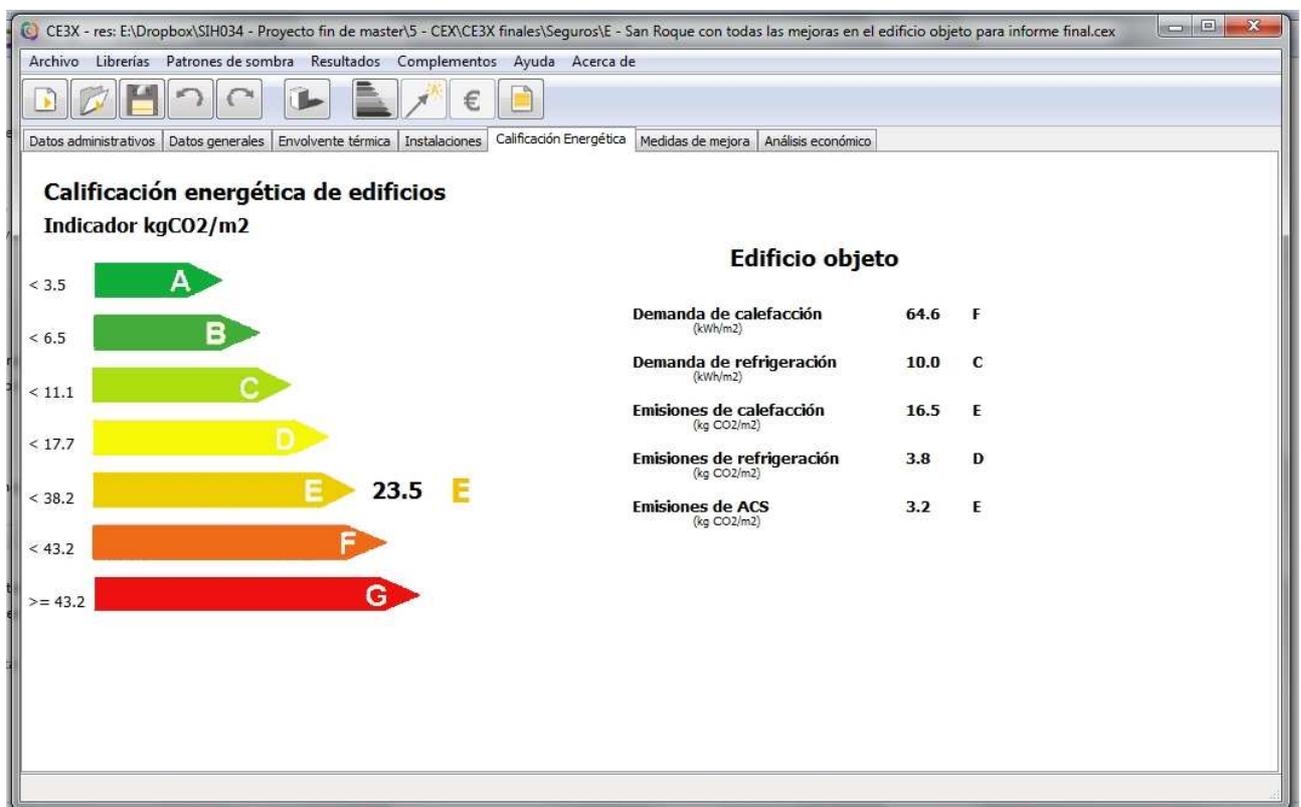


Figura 19b. Captura de pantalla del programa CE3X.

6 – Propuestas de intervención:

Una vez introducidos los datos y especificaciones dentro del programa CE3X y obtenidos unos resultados en la calificación del mismo, se pueden obtener una serie de propuestas de mejora para conseguir la rehabilitación del edificio.

La calificación obtenida con el programa, para el edificio en su estado actual, sin haberle incluido ningún tipo de mejora, es una G con 93.1 kgCO₂/m², como se puede ver en la siguiente figura



Figura 20. Calificación energética tras la toma de datos

Por la alta calificación obtenida el edificio es claramente mejorable, todo dependerá de las posibilidades que se tenga debido a la localización y morfología del edificio así como de la distribución interior de las viviendas. El costo económico de los presupuestos que se den también es un factor a tener en cuenta puesto que habrá medidas a adoptar que no serán fácilmente asumibles por los propietarios, por el coste que puedan suponer.

Las medidas adoptadas se harán básicamente a dos niveles. Así, se van a analizar medidas sobre la envolvente térmica y sobre las instalaciones como se muestra en el apartado siguiente. Se definirán brevemente dichas medidas para valorar sus ventajas e inconvenientes y se indicará la aplicabilidad de las mismas al caso de estudio

6.1 – Mejoras en la envolvente térmica:

6.1.1 - Fachada principal:

De manera general, las medidas más frecuentemente utilizadas en intervenciones sobre fachadas se podrían resumir en las siguientes. Se irá valorando su aplicabilidad al edificio objeto de estudio en cada uno de los subapartados:

- Fachada ventilada

Esta medida se realiza por el exterior del cerramiento. La fachada ventilada es un sistema constructivo que permite la fijación de un revestimiento (no estanco) independiente a la hoja de cerramiento.

La separación del revestimiento respecto al cerramiento permite alojar una capa aislante y admite la libre circulación de aire por su cámara, con las ventajas que esto supone en términos de ahorro energético. Es una opción interesante puesto que además de aislar el edificio evita puentes térmicos.

Por otro lado, la puesta en práctica de esta solución constructiva requiere de un sistema de andamiaje que encarece la solución y que conlleva trámites administrativos al ser necesario disponer de licencias específicas.

Sin embargo, en este caso queda descartada porque no se puede realizar a toda la superficie de las fachadas, solamente sería factible en una de las caras del edificio, ya que el resto son fachadas medianeras que actualmente están rodeadas por edificios antiguos de pocas alturas, como se observa en la **Figura 3**. El planeamiento permite en estos solares construir un mayor número de plantas por lo que posiblemente en un futuro se construya edificaciones adyacentes.

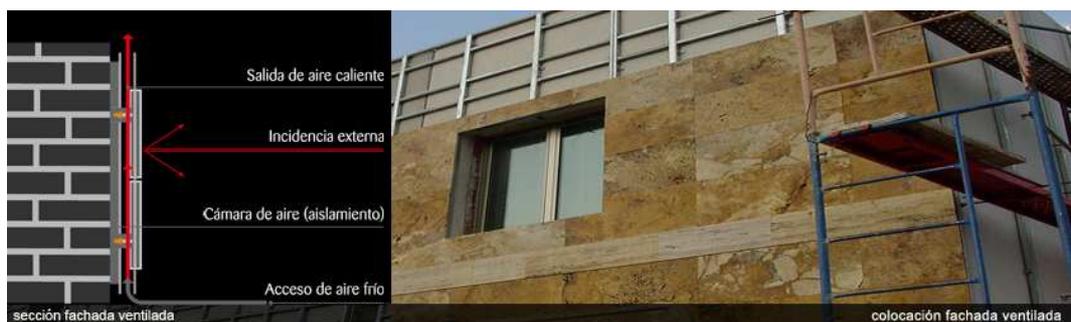


Figura 21. Sección explicativa del funcionamiento y la colocación de una fachada ventilada
(Fuente: <http://www.travertinoamarillo.com/>)

- Inyección de poliuretano (PUR) dentro de la cámara de aire

Se trata de inyectar en la cámara de aire espuma de poliuretano líquido a través de unos orificios de unos 2-3 cm practicados en el muro, a una distancia entre 50 y 150 cm, para rellenar la cámara entre la doble hoja cerámica. El PUR se expande y rellena el espacio libre, aportando un buen aislamiento térmico.

Esta técnica suele ser realizada por empresas especializadas y su aplicación práctica no es muy compleja. Pueden señalarse diversas ventajas como por ejemplo que el PUR inyectado tiene una conductividad térmica 8 veces menor que la cámara de aire, lo que reduce notablemente las pérdidas de energía por transmisión, mejorando el comportamiento térmico y el confort.

Además, al estar situado tras la tabiquería, no afecta a la seguridad contra incendios del edificio. Por otro lado, no reduce el espacio habitable y su puesta en obra genera mínimas molestias al usuario.



Figura 22. Imagen de la aplicación de PUR en cámara (Fuente: ATEPA, Asociación Técnica de Poliuretano Aplicado)

Sin embargo, su aplicación requiere de una solución constructiva de doble hoja cerámica con cámara de aire intermedia, además de un buen estado de las hojas cerámicas. El resultado final depende del espesor de la cámara y de la homogeneidad conseguida en la distribución del poliuretano en la cámara.

En cuanto a la aplicabilidad al caso de estudio, el espesor del muro de fachada parece indicar un espesor de cámara de tan solo unos 2 cm. La cámara no existe en el resto de fachadas, por lo que no es la solución idónea en este edificio, ya que tan sólo afectaría a una de las fachadas y no conseguiríamos una mejora importante por el espesor de aislamiento conseguido. Por todas estas razones este tipo de mejora queda descartada.

- Aislamiento por un trasdosado interior

Simplemente consiste en realizar un tabique interior a todas las estancias que dan a la fachada principal, es un producto compuesto por un panel rígido de lana de vidrio de alta densidad al que se adhiere una placa de yeso laminado, para lo cual es inevitable quitar espacio, siendo éste el principal inconveniente de este sistema. No obstante, en el caso de este edificio es viable puesto que las habitaciones que dan a la fachada principal son amplias. Tan sólo señalar la posible molestia que ocasionaría a los usuarios de las viviendas, al tratarse de una intervención desde el interior.

Es una opción interesante y de esta forma la fachada quedaría como hasta ahora, podría ser una obra menor y no serían necesarios permisos para la ocupación en vía pública de andamios y demás enseres, esto abarataría costes en la mejora de la fachada principal. Por lo tanto, es la solución que se adoptará en el caso de la fachada principal.

6.1.2 - Patios de luces:

- Inyección de PUR desde el interior dentro de la cámara de aire

La no existencia de cámara imposibilita su aplicación.

- Aislamiento por un trasdosado interior

El aislamiento de los patios interiores en el edificio que nos ocupa se puede realizar incluyendo en la parte de las viviendas que dan al patio un trasdosado interior.

Como se ha hablado en el punto anterior las viviendas son grandes y por lo tanto permiten actuar dentro de la vivienda.



Figura 23. Colocación de trasdosado interior

6.1.3 –Medianeras:

- Aislamiento trasdosado interior

Es una opción que quita espacio en las viviendas, pero en el edificio en cuestión las habitaciones son grandes y los pasillos tienen un ancho más que suficiente (mínimo de 1 metro) como para que se aplique un trasdosado interior.

El problema que se puede encontrar en el caso que nos ocupa es que por la distribución de las viviendas, sería necesario actuar sobre paredes alicatadas de cuartos húmedos, donde además la pérdida de superficie sí que podría ser un inconveniente. Por ese motivo, en el caso de las fachadas medianeras se descarta esta solución.

- Aislamiento exterior por proyección de PUR

Se podría optar también por hacer el aislamiento por el exterior. Esta técnica es frecuente en muros medianeros donde se puede aplicar una capa continua de aislamiento al no existir

huecos consiguiéndose además evitar puentes térmicos. Se requiere un espesor por encima de los 3 cm y debe protegerse de la radiación UV mediante pintura. Como inconvenientes se podrían citar el aspecto estético y la necesidad de andamiaje o bien la localización de algún tipo de grúa que ayude a llevar el material donde haga falta, y el coste económico que se deriva de estos medios.

6.1.4 - Cubierta:

- Aislamiento exterior

Las cubiertas con la antigüedad del edificio que se está estudiando carecían de todo tipo de aislamiento y por lo tanto, es necesario aplicar una mejora en este apartado. Se buscará una solución en la que no sea necesario levantar el pavimento, una que sea de aplicación directa puesto que el suelo de la cubierta está en perfectas condiciones.

Actualmente existen diferentes opciones, como la que se puede ver en la figura 24, que permiten sobre la cubierta aplicar una nueva capa de mortero para conseguir las pendientes, una barrera de vapor, paneles de lana de roca y una lámina impermeabilizante para conseguir el aislamiento y por último tras otra capa de mortero armado y dar el acabado final con unas baldosas cerámicas.

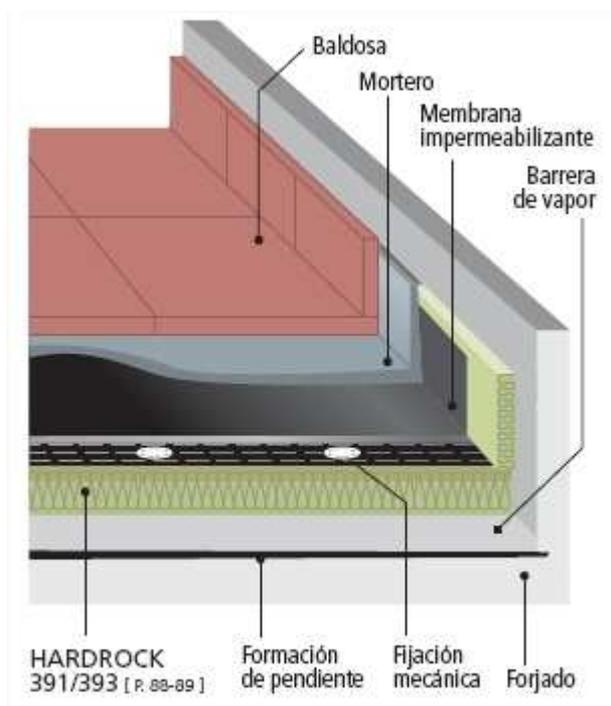


Figura 24. Esquema aislamiento cubierta (Fuente: Rockwool)

6.1.5 - Carpinterías:

- PVC

La carpintería de PVC tiene ventajas sobre la de aluminio, es de por sí aislante térmico, no necesita por tanto de rotura de puente térmico (RPT). Tiene buenos acabados y acústicamente tiene también buenas propiedades.

- Aluminio con RPT

Las carpinterías de aluminio sin RTP son de inferior aislamiento que las de PVC puesto que es un metal y tiene muy buena conductividad térmica, una vez incorporado el RTP, se asemeja en propiedades a la carpintería de PVC. En principio, como material, el aluminio se entiende como más ecológico que el PVC, sin embargo, si atendemos a la huella de carbono, el coste energético en la producción de aluminio es más elevado, por lo que la elección entre uno y otro material es motivo de controversia.

- Madera

Las carpinterías de madera al exterior tienen un coste elevado y además requieren labores de mantenimiento si las comparamos con las de aluminio o de PVC, Por este motivo

Vistas las tres opciones, se valorará la eficiencia y el coste de la carpintería de aluminio y la de PVC y la que mejor resulte se planteará como mejora.

En todos los casos se colocaría un conjunto con doble acristalamiento estándar, formado por vidrio exterior incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior incoloro de 4 mm de espesor.

6.2 – Instalaciones:

6.2.1 – Caldera a gas natural para ACS: El equipo que hay en cada una de las viviendas es de un calentador eléctrico con acumulación de agua de 50 litros. Se conseguirá una mejora sustancial sustituyendo estos termos eléctricos por los de gas natural con acumulación.

6.2.2 – Caldera a gas natural para ACS y calefacción: Aprovechando el paso a una energía más limpia como es el Gas Natural se hace necesario tomar medidas con respecto a la calefacción del edificio y por lo tanto se va a dimensionar la instalación para poder ver si es interesante instalarla. Se conseguirá elevar el nivel de confort térmico de los usuarios de las viviendas.

Esta mejora no será barata, en el edificio actual cada una de las viviendas tiene ACS a través de un termo eléctrico, para este tipo de mejoras se hace necesaria el cambio de la caldera, colocar en los tabiques tubería para tener un circuito por donde llevar el agua atemperada e instalar en cada una de las estancias un radiador para calefactar el ambiente.

6.2.3 – Aporte ACS con solar térmica: Se podría estudiar el apoyo para la generación de ACS la instalación de captadores solares en la cubierta del edificio, además de ser una opción cara

hay que ver la posibilidad de poderlos ubicar puesto que ocupan bastante espacio y la cubierta se destina a tendedores y uso de los propietarios. Para este tipo de medidas se necesita tener espacio suficiente en la cubierta para instalar todas las placas, por lo que requiere de una distribución adecuada y de cerciorarse que no existen limitaciones a nivel estructural.

Aunque es una medida muy eficaz en cuanto al aprovechamiento de los recursos naturales se desestima la medida por tener un coste muy elevado y además porque no hay posibilidad de colocar dentro del edificio el acumulador, las bombas de recirculación, ni las centralitas, etc., debería construirse una estancia en cubierta para este tipo de instalación lo que nos llevaría a sobredimensionar el presupuesto.

7 – Selección de soluciones a estudiar:

7.1 – Envoltente térmica:

7.1.1 - Fachada principal, aislamiento utilizando un trasdosado interior: se va a realizar mediante el sistema "ISOVER" de aislamiento termoacústico(o similar) y trasdosado directo, formado por placa de yeso laminado, de 13 mm de espesor, con un panel de lana de vidrio de 40 mm de espesor, Calibel "ISOVER", dimensiones 1200x2600 mm, resistencia térmica 1,55882 m²K/W, conductividad térmica 0,039 W/(mK), recibido con pasta de agarre, colocado en particiones interiores y por el interior de cerramientos verticales; y capa de pintura plástica con textura gota fina, color blanco, acabado mate, con una mano de fondo y dos manos de acabado con pintura plástica en pasta preparada al uso. Para esta mejora se necesita previamente picar el enlucido del yeso que hay en las estancias para dejar el ladrillo visto. Tras los cálculos se ve que la mejora de 92.3 kgCO₂/m².



Figura 25. Calificación energética con la mejora planteada en la fachada oeste

7.1.2 - Patios interiores, mejora por aislamiento utilizando un trasdosado interior

Se va a realizar también mediante el sistema "ISOVER" de aislamiento termoacústico y trasdosado directo que se ha utilizado en la fachada principal.

Para esta mejora se necesita previamente picar el enlucido del yeso que hay en las estancias para dejar el ladrillo visto y también quitar parte del chapado de las cocinas de las viviendas B y C con el consiguiente sobrecoste de tener que ponerlo de nuevo.

Tras los cálculos se ve que la mejora da una calificación de 74.9 kgCO₂/m²

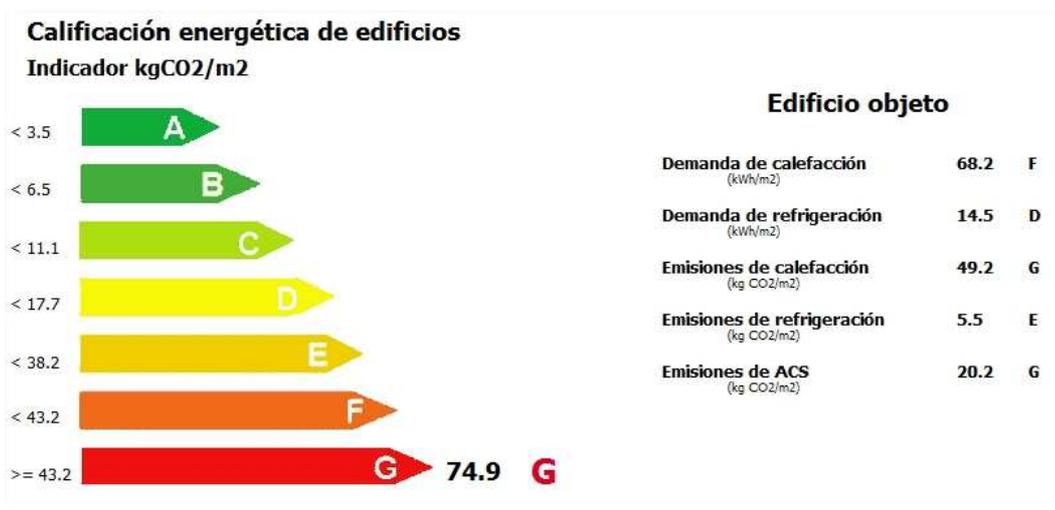


Figura 26. Calificación energética en los patios interiores

7.1.3 –Medianeras, aislamiento exterior por proyección de PUR

En estas fachadas la rehabilitación energética se realizará mediante aislamiento por el exterior con espuma rígida de poliuretano, de 60 mm de espesor mínimo, 45 kg/m³ de densidad mínima, aplicada mediante proyección mecánica y protegida con elastómero de poliuretano proyectado "in situ", densidad 1000 kg/m³, de 1,5 a 3 mm de espesor medio. Tras los cálculos se ve que la mejora da una calificación de 80.5 kgCO₂/m²



Figura 27. Calificación energética con la mejora planteada en las fachadas medianeras.

7.1.4 – Cubierta, aislamiento térmico:

Aislamiento exterior mediante la incorporación de aislamiento termoacústico por el exterior de la cubierta, formado por panel rígido de lana de roca Hardrock 391 "ROCKWOOL", según UNE-EN 13162, acabado superiormente con una capa de mayor densidad y alta dureza superficial, de 50 mm de espesor; y protección con baldosas de gres rústico 4/3-/E, 20x20 cm, colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1 gris, sobre capa de regularización de mortero M-5. La calificación obtenida con esta medida es de 90.3kgCO₂/m²



Figura 28. Calificación energética con la mejora planteada en el aislamiento de la cubierta

7.1.5 – Carpintería de PVC

Anteriormente se había comentado que tras el cálculo de presupuestos y ver la eficacia energética se escogería la solución a los huecos de fachada. En este caso la solución elegida es la carpintería de PVC frente a la de aluminio, que además de ser más eficaz energéticamente hablando, es más barata, se puede ver esta información en el anexo II, documentación sobre las mejoras.

La carpintería escogida es la casa "VEKA", sistema Softline Doble Junta SL/DJ, una hoja practicable, dimensiones 800x1100 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos con acabado natural en color blanco, con premarco y compacto. El cristal es de doble acristalamiento estándar, el conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor. La calificación obtenida con esta medida es de 90.1kgCO₂/m²



Figura 29. Calificación energética con la carpintería de PVC

Una vez planteadas las soluciones posibles dentro de la envolvente térmica se puede tener ya un avance de lo que va a ser el conjunto de mejoras y la calificación a conseguir sin cambiar nada en las instalaciones. Para poder hacer esto se ha partido del archivo de CE3X que contiene modelado el edificio en su estado actual, a este se le han ido planteando las diferentes mejoras cambiando las características de los cerramientos a tratar según orientación y morfología, para ver por separado la incidencia de cada mejora.

Reseñar que el programa no permite separar fachadas y darle a cada una mejora diferente, de ahí que se haya tenido que hacerlo por separado.

El edificio en su estado actual, tiene una calificación de 93.1 kgCO₂/m² lo que corresponde a una letra G dentro de la escala de calificación energética, las diferentes calificaciones con respecto a la mejora a acometer se pueden ver en la tabla 4. Con una combinación de todas las mejoras en la envolvente se experimenta una reducción más importante de emisiones, como se observa en la tabla 5 y en la figura 30.

Solución	Calificación de las soluciones	Diferencia con el edificio actual	% ahorro emisión CO ₂
Fachada principal: aislamiento utilizando un trasdosado interior	92,30	0,80	0,80
Patios interiores: aislamiento utilizando un trasdosado interior	74,90	18,20	19,50
Medianeras: aislamiento mediante proyección de PUR	80,50	12,60	13,50
Cubierta: aislamiento cubierta transitable	90,30	2,80	2,90
Carpintería de PVC	90,10	3,00	3,20

Tabla 4. Diferentes soluciones propuestas para mejorar la calificación del edificio actuando sobre la envolvente térmica.

	Demanda actual (kgCO ₂ /m ²)	Con mejoras (kgCO ₂ /m ²)	Consumo energía primaria actual (kWh/m ² año)	Con mejoras consumo energía primaria (kWh/m ² año)
Calificación del edificio	93,05	60,50	374.22	252,65

Tabla 5. Calificación conseguida con la suma de las diferentes soluciones en la envolvente térmica para mejorar la calificación del edificio.



Figura 30. Calificación energética con las medidas adoptadas en la envolvente térmica

Como se puede apreciar en la tabla 5 y en la figura 30, con esas mejoras propuestas no llegamos a superar de una calificación G, aunque pasa de tener una demanda de 93.05 a 60.50 kgCO₂/m², lejos aún de cambiar de letra. Aclarar que en las calificaciones dadas por el programa CE3X solo muestra un decimal y en los informes dos de ellos, de ahí que las cifras decimales varíen.

7.2 – Instalaciones: Caldera mural mixta convencional para la producción de ACS y calefacción, radiadores de aluminio.

Se ha elegido para la producción de ACS y calefacción un Caldera mural a gas N, para calefacción y A.C.S. instantánea, para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, encendido electrónico, sin llama piloto, potencia útil 24,2 kW, de 798x450x365 mm, gama Confort, modelo Thema NOx F 25 "SAUNIER DUVAL", termostato-programador de ambiente, programación semanal, control modulante, vía radio, alimentación a pilas, de 173x62,5x34 mm, Exacontrol E7 R, sonda de captación de temperatura exterior vía radio.

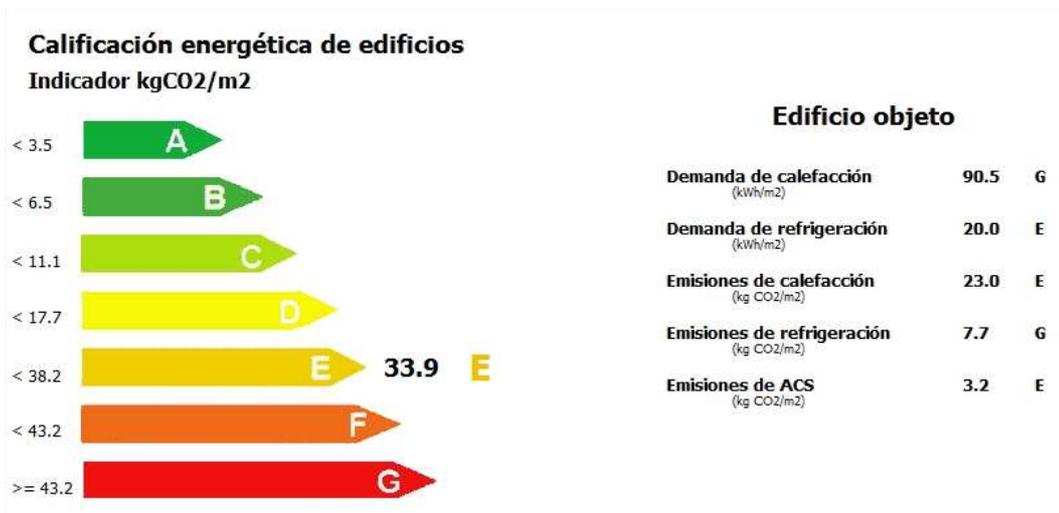


Figura 31. Calificación energética con la mejora planteada con la caldera de ACS y calefacción.

En la figura 31, podemos apreciar que incluyendo una mejora en las instalaciones aunque pasa de tener una demanda de 93.05 a 33.9 kgCO₂/m², damos un salto de dos letras en la calificación energética.

Solución	Mejora de las solución	Diferencia con el edificio actual	% ahorro emisión CO ₂
Instalación caldera mixta de GN para ACS y calefacción	33.90	59.2	63.6

Tabla 6. Calificación conseguida en las instalaciones para mejorar la calificación del edificio.

Calificación del edificio	Demanda actual (kgCO ₂ /m ²)	Con mejoras (kgCO ₂ /m ²)	Consumo energía primaria actual (kWh/m ² año)	Con mejora consumo energía primaria (kWh/m ² año)
	93,05	33,90	374.22	160.70

Tabla 7. Demanda y consumo de energía en las instalaciones para mejorar la calificación del edificio.

7.3 – Suma de todas las mejoras existentes

Se acaba de ver que por un lado con las mejoras en el envolvente se pasa de tener una demanda de 93.05 a 60.50 kgCO₂/m², sin conseguir cambiar la letra en su calificación, y por la vertiente de las instalaciones se pasa de tener una demanda de 93.05 a 33.90 kgCO₂/m², llevando ya la calificación a la letra E.

El siguiente paso de este proyecto es, para ver hasta qué punto se podría mejorar la calificación del edificio, sumar las mejoras tanto en la envolvente como en las instalaciones, para ello se modela un edificio con todas las mejoras juntas y la calificación obtenida es de 23.50 kgCO₂/m², llevando el edificio a la letra E.



Figura 32. Calificación energética con la mejora planteada con todas las medidas propuestas.

Solución	Mejora de las soluciones	Diferencia con el edificio actual	% ahorro emisión CO ₂
Con todas las mejoras	23.50	69.60	74.75

Tabla 8. Calificación con la suma de las diferentes soluciones para mejorar la calificación del edificio.

	Demanda actual (kgCO ₂ /m ²)	Con todas las mejoras (kgCO ₂ /m ²)	Consumo energía primaria actual (kWh/m ² año)	Con mejoras consumo energía primaria (kWh/m ² año)
Calificación del edificio	93,05	23,50	374.22	112.79

Tabla 9. Demanda y consumo conseguida con todas las soluciones para mejorar la calificación del edificio.

8- Análisis económico:

Una vez se han descrito y cuantificado las medidas de mejora y visto sus resultados a nivel de calificaciones, el siguiente paso en el estudio es el análisis económico de las mismas. El objetivo es valorar los costes asociados a las diferentes medidas de mejora de eficiencia energética, es decir, conocer su costo-eficiencia. Además, se podrá comparar el consumo energético una vez implementadas las medidas, comparándolo con el actual, de acuerdo a los consumos obtenidos con la simulación en CE3X.

Por otro lado, se extraerán conclusiones acerca de dichos consumos simulados, al compararlos con valores reales, ya que se dispone de las facturas de consumo energético. Los ahorros energéticos y los posibles ahorros que se pudieran derivar de la reducción de emisiones de carbono, permitirá calcular el plazo de amortización o retorno de la inversión.

Cálculo del análisis económico:

En general, en la teoría económica, se conocen dos formas de hacer un cálculo de análisis económico, el análisis estático y el análisis dinámico. La primera de ellas, el punto de vista estático, no tiene en cuenta el momento del tiempo en el que se incurre en ingreso o gasto. Esta perspectiva es más sencilla y es adecuada para inversiones a corto plazo, si bien por su simplicidad se utiliza frecuentemente en inversiones a largo plazo, con el fin de obtener un orden de magnitud.

La segunda forma, es desde el punto de vista dinámico y en este caso, sí se tiene en cuenta el momento del tiempo en que tiene lugar cada ingreso y cada gasto. Esta forma es más adecuada cuando se analizan inversiones a largo plazo y hablamos de varios periodos económicos. Un indicador muy utilizado en esta línea es el Valor Actual Neto (VAN), que es el que se calculará en este trabajo. La desventaja de este método es que, al tratarse de una estimación a futuro, hay que asumir varias hipótesis, entre ellas, una tasa de actualización que permite actualizar los ingresos y gastos futuros a día de hoy.

A nivel normativo, el análisis económico de las medidas de mejora de la eficiencia energética, es un aspecto que ha sido tratado más tarde que otros. La Directiva EPBD del 2002 no lo consideraba, sin embargo, su actualización, la EPBD de 2010, dispone en su anexo III que se desarrolle un método para analizar la costo-eficiencia de las medidas de mejora de la eficiencia energética en los edificios. A este respecto, a nivel europeo, el Reglamento Delegado 244/2012 de la Comisión, de 16 de enero de 2012, desarrolla una metodología que permite comparar y calcular la mejor rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de los elementos que lo componen y cuya base de cálculo es el VAN.

A su vez, para el cálculo de costes desde el punto de vista del RD244/2012, se dan dos opciones:

- Financiero: Solo contempla costes privados, es decir, la suma de la inversión inicial, los costes anuales de funcionamiento, costes de eliminación, de mantenimiento y de

sustitución. En este caso debe considerarse los impuestos aplicables a cualquier tipo de coste.

- **Macroeconómico:** Contempla los costes privados y también los sociales o públicos. Como costes privados se consideran los mismos que en el análisis financiero, es decir, desde el punto de vista del inversor privado. Como costes sociales, se analizan los costes derivados de las emisiones de gases de efecto invernadero, representados por las emisiones de CO₂ relacionados con el consumo energético de un edificio.

En este trabajo final de máster para el análisis económico, se va a tomar como referencia el Reglamento Delegado 244/2012 y en su vertiente macroeconómica por asumir unos costes sociales. Esta perspectiva permite prescindir de la consideración de los impuestos, lo cual simplifica el cálculo y por otro lado, tiene en consideración ciertos costes sociales, lo cual va a favor de la promoción de medidas de mejora de eficiencia energética. El Reglamento da unos valores del CO₂ estimativos de referencia, a partir del mercado de emisiones ETS (Emissions Trade Scheme), único mercado existente donde se pueda aplicar un valor al CO₂. Estos serán los adoptados en este trabajo.

A continuación se resume brevemente los valores considerados de acuerdo a la metodología del Reglamento Delegado 244/2012.

Tipos de costes considerados siguiendo RD244/2012:

El Reglamento define:

Coste global: suma del valor actual de los costes de inversión inicial, de los costes de funcionamiento y de los costes de sustitución (con referencia al año inicial), así como en su caso, de los costes de eliminación. Para el cálculo a nivel macroeconómico, se añadirá el coste de las emisiones de gases de efecto invernadero. Para ello, es necesario calcular los siguientes:

- Coste inversión inicial:* todos aquellos que se realicen hasta el momento en que el edificio o el elemento del edificio se entregue, listo para su uso, al cliente; estos costes incluyen los derivados del diseño, la compra de los elementos, la conexión con los suministradores y los procesos de instalación y puesta en servicio.
- Coste mantenimiento:* costes anuales derivados de las medidas de conservación y restauración del nivel de calidad deseado para un edificio o para uno de sus elementos; esto incluye los costes anuales de las actividades de inspección, limpieza, ajuste y reparación, así como los de los productos consumibles.
- Coste eliminación:* costes de demolición de un edificio o de uno de sus elementos al final de su vida, lo que incluye los costes de demolición propiamente dichos, los de retirada de los elementos del edificio que no hayan llegado todavía al final de su vida útil, los de transporte y los de reciclado.

- D. *Coste anual*: suma de los costes de funcionamiento y de los costes periódicos o de sustitución pagados en un determinado año.
- E. *Coste de sustitución*: inversión destinada a sustituir durante el período de cálculo un elemento de edificio de acuerdo con el ciclo de vida útil estimada.
- F. *Coste de las emisiones de gases de efecto invernadero*: valor monetario de los daños medioambientales causados por las emisiones de CO2 derivadas del consumo de energía de los edificios.
- G. *Tasa de actualización*: valor definido que se utiliza para comparar en diferentes momentos el valor del dinero expresado en términos reales.
- H. *Factor de actualización*: número por el que se multiplica el flujo de tesorería registrado en un momento dado para obtener su valor equivalente en el momento inicial; este factor se deriva de la tasa de actualización.

El cálculo en el RD 244/2012 desde el punto de vista macroeconómico es dinámico y su expresión para el cálculo del coste global es la siguiente:

$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j)R_d(i) + C_{c,i}(j)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

Ecuación 1. Cálculo del coste global

Donde:

τ - Período de cálculo.

$C_g(\tau)$ – Costes global (referido al año inicial τ_0) a lo largo del periodo de cálculo.

C_I – Costes de la inversión iniciales de la medida o conjunto de medidas j.

$C_{a,i}(j)$ – Coste anual durante el año i de la medida o conjunto de medidas j.

$V_{f,\tau}(j)$ – Es el valor residual de la medida o conjunto de medidas j al final del periodo de cálculo (actualizado al año inicial τ_0).

$R_d(p)$ - Es el factor de actualización aplicable al año i, basado en la tasa de actualización r, que debe calcularse con la formula siguiente:

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + r/100} \right)^p$$

Ecuación 2. Cálculo del factor de actualización

Donde:

p – es el número de años desde el año inicial

r – Es la tasa de actualización real que tomamos como referencia

Cci(j) – Coste del carbono de la medida o conjunto de medidas j durante un año i.

Hipótesis de cálculo:

Como se ha comentado anteriormente, la estimación económica requiere asumir ciertas hipótesis de cálculo, especialmente en análisis de inversiones a largo plazo o cálculos dinámicos.

A continuación se exponen las hipótesis adoptadas en este trabajo, justificando el motivo de su elección:

Respecto al coste de la inversión inicial: Se calcula el Presupuesto de Ejecución por Contrata de cada una de las medidas de mejora. Para ello, al presupuesto de ejecución de obra (PEM) se le sumará un 6% de su valor por gastos generales y un 13% de beneficio industrial (GG y BI), dando lugar al presupuesto ejecución por contrata (PEC).

Para calcular los diferentes presupuestos de cada una de las mejoras se ha tomado como referencia la base de datos gratuita de Cype, de la página web www.generadordeprecios.info.

A continuación se resumen los PEM para cada una de las mejoras (ver detalle del cálculo en Anexo III, en el CD adjunto a la presente memoria):

1 - Fachada principal, coste del aislamiento utilizando un trasdosado interior:

Se han de colocar 190,60m² de aislamiento, es necesario para aplicar este tipo de aislamiento realizar labores previas de acondicionamiento, en el caso que nos ocupa se necesita quitar el rodapié de las paredes y luego picar el mortero de yeso para dejar el ladrillo visto, a partir de ahí se colocan las placas de aislamiento térmico y acústico a partir de pasta de agarre. Queda finalmente todo pintado con gota fina tal y como está en la actualidad.

	€/m ²	m ²	total (€)
Preparar superficie, picado de mortero de yeso	7,99	190,60	1522,89
Colocación aislamiento acabado	42,70	190,60	8138,62
			9661,51

Tabla 10. Presupuesto ejecución material del trasdosado en la fachada principal

2 - Patios interiores, mejora por aislamiento utilizando un trasdosado interior:

Se han de colocar 629.85m² de aislamiento, es necesario para aplicar este tipo de aislamiento realizar labores previas de acondicionamiento, en el caso que nos ocupa se necesita quitar el rodapié de las paredes, luego picar el mortero de yeso para dejar el ladrillo visto y en el caso de las cocinas picar el azulejo y el mortero de agarra, a partir de ahí se colocan las placas de aislamiento térmico y acústico a partir de pasta de agarre.

Queda finalmente todo pintado con gota fina tal y como está en la actualidad y las paredes afectadas de las cocinas chapadas con azulejos.

	€/m ²	m ²	total (€)
Preparar superficie, picado de mortero de yeso	7,99	572,376	4573,28
Preparar superficie, picado chapado azulejo cocina	13,70	57,47	787,34
Colocación aislamiento acabado	42,70	629,85	26894,60
Colocación nuevo chapado cocina	21,03	57,47	1208,59
			33463,81

Tabla 11. Presupuesto ejecución material del trasdosado en los patios.

3 - Medianeras, aislamiento exterior por proyección de poliuretano (PUR):

Un total de 1418,31 m² de fachadas medianeras se han de cubrir con la proyección de espuma de poliuretano.

	€/m ²	m ²	total (€)
Aislamiento proyección PUR	28,65	1418,31	40634,58
			40634,58

Tabla 12. Presupuesto ejecución material de la proyección de PUR en fachadas medianeras.

4- Cubierta, aislamiento térmico con placas de lana de roca:

Teniendo la cubierta plana transitable en buenas condiciones, se aplica este tipo de aislamiento a los 430.16m², las superficies tienen que estar limpias y secas para aplicarlo y queda rematado con baldosas de gres.

	€/m ²	m ²	total (€)
Aislamiento cubierta plana transitable	49,22	430,16	21172,48
			21172,48

Tabla 13. Presupuesto ejecución material del aislamiento de la cubierta.

5 – Huecos, carpintería de PVC:

Para realizar esta mejora se necesita primero que quitar la carpintería existente de hierro y cristal simple, una vez hecho esto se podrá colocar la de PVC. Será interesante coordinar los trabajos de aislamiento con al cambio de carpintería porque en algunas estancias los grosores del tabique variarán al aplicar el trasdosado interior. Lo mismo puede ocurrir con el chapado una vez puesto el trasdosado en las cocinas.

	Unidades	total (€)
Demolición anteriores ventanas	210,00	2265,90
Sustituir con carpintería exterior de PVC		98129,50
		98129,50

Tabla 14. Presupuesto ejecución material para la carpintería de PCV con doble cristal.

6 – Mejora de las instalaciones, caldera para producción de ACS y calefacción:

Se estudia el empleo de una caldera mural a gas natural, con bajo nivel de emisiones de NOx (clase 5), para calefacción y A.C.S. instantánea, para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, encendido electrónico, sin llama piloto, potencia útil 24,2 kWh, de 798x450x365 mm, gama Confort, modelo Thema NOx F25 "SAUNIER DUVAL", termostato-programador de ambiente, programación semanal, control modulante, vía radio, alimentación a pilas, de 173x62,5x34 mm, Exacontrol E7 R, sonda de captación de temperatura exterior vía radio.

	€/unidad	Uds.	total (€)
Preparar superficie, abrir y cerrar regatas (m ²)	7,62	925	7048,50
Caldera	2034,86	28	56976,08
Radiadores (ver Anexo III: ppto. mejoras)			105571,06
Tubería PEX (m)	6,19	1849,96	11451,25
Enlucido con yeso (m ²)	1,7	925	1572,50
Pintura (m ²)	8,48	925	7844,00
Pintura con gota (m ²)	8,42	925	7788,50
Colocación nuevo chapado cocina/baño (m ²)	25,04	30	751,20
			199003,09

Tabla 15. Presupuesto ejecución material para la instalación de una caldera de gas natural para ACS y calefacción.

Los costes anteriores corresponden a las mejoras para el edificio de estudio que en el punto cinco se habían aceptado como buenas, se puede ver un compendio y el total del presupuesto de todas soluciones en la siguiente tabla:

Enfoque	Mejora	PEM (€)	PEC (€)
En la envolvente térmica	1 - Fachada principal, coste aislamiento utilizando un trasdosado interior	9661,51	11497,20
	2 - Patios interiores, mejora por aislamiento utilizando un trasdosado interior	33463,81	39821,93
	3 - Medianeras, aislamiento exterior por proyección de poliuretano (PUR)	40634,58	48355,15
	4 - Cubierta, aislamiento térmico con placas de lana de roca	21172,48	25195,25
	5 - Huecos, carpintería de PVC	98129,50	116774,11
En las instalaciones	6 – Mejora de las instalaciones, caldera mixta para producción de ACS y calefacción	199003,09	236813,68
Total mejoras en la envolvente térmica:		203061,88	241643,64
Total mejoras en las instalaciones:		199003,09	236813,68
Total mejoras edificio:		402064,97	478457,31
Total por vivienda:		14359,46	17087,76

Tabla 16. Tabla resumen con el PEM y PEM de las distintas mejoras.

Respecto al coste de mantenimiento: De las medidas adoptadas, solamente se considera coste de mantenimiento en el caso de las instalaciones, debido a las revisiones preceptivas de las calderas de gas, cada 5 años. Se adopta un valor medio de 60 €.

Respecto al coste de eliminación: No se tendrá en cuenta en este estudio, ya que no se considera que transcurridos 50 años se vaya a demoler el edificio. Asimismo no se considera Valor residual (V_r), ya que se considera que la vida útil de cada medida coincide con su vida económica y por tanto no habrá recuperación de dinero, una vez agotada la misma.

Respecto al coste anual, se considerará el coste de la energía. Para ello, se adopta un precio de la electricidad de 0.14€/kWh y de 0.06€/kWh para el gas natural. En realidad este coste por implementar medidas de mejora de eficiencia energética, se considerará como un ahorro, es decir, desde el punto de vista del análisis de inversiones, este coste es a favor del inversor.

Respecto al coste de sustitución: Es necesario establecer cuál es la vida útil del edificio y cuál es el momento de la sustitución de aquellas medidas que requieran ser reemplazadas más de una vez durante la vida útil del edificio. A este respecto, es difícil llegar a un acuerdo entre distintos autores sobre la duración real de un edificio. Se pueden ver en las ciudades edificios de más de un siglo perfectamente funcionales si se les ha hecho un mantenimiento y renovación adecuados. Algunos autores hablan de 100 años, otros de 50 años, etc. El RD 244/12 indica que se haga el cálculo a 30 años, atendiendo a una posible vida económica media del inmueble, es decir, el tiempo que un propietario podría residir en un mismo inmueble. Sin embargo, algunas de las medidas, como las de aislamiento térmico de la fachada, superan ese horizonte temporal, llegando a 50 años. Con todo ello, se fija la vida útil del edificio en 50 años, coincidiendo con el

agotamiento de la vida útil de las mejoras en la envolvente. La vida útil del resto de medidas, en 25 años para carpinterías y en 15 para las instalaciones.

Respecto al coste de las emisiones: El precio del CO₂, de acuerdo al RD244/2012, se cifra en:

- 20€/tonelada hasta 2025
- 30 €/tonelada hasta 2030
- 50€/tonelada desde 2030

En este caso, la mejora, al igual que ocurre en el coste energético, implica un ahorro, ya que hay una reducción de emisiones al aplicar la medida de mejora de la eficiencia energética.

Respecto al tipo de actualización: de acuerdo al RD244/2012, se adopta un 3%. Además, tal y como indica el Reglamento, se incluirá un análisis de sensibilidad, tomando al menos otro tipo de actualización. Adoptamos como valores el 1 y 5%, para ver la variación al modificar el tipo de actualización por encima y por debajo del 3%. El factor de actualización se puede calcular a partir del tipo de actualización, según la ecuación 2.

A continuación se muestran una tablas resumen con los resultados desde el punto de vista dinámico, a través del enfoque macroeconómico del RD 244/2012, de acuerdo a las hipótesis adoptadas (ver anexo III para mayor detalle). Se indica asimismo una estimación aproximada de a partir de qué año se recuperaría la inversión realizada para un tipo del 3% y además se incluye los valores para el análisis de sensibilidad con el 1 y 5% como tasa de actualización.

De acuerdo con la ecuación 1 se consiguen los siguientes resultados para el VAN y los años en los que se habría recuperado la inversión:

Medidas con tasa de actualización del 3%	VAN (€)	Años aprox. recuperación
1 - Trasdoso fachada principal	19135	12
2 - Trasdoso patios	704810	2
3 - Inyección de PUR	468000	3
4 - Aislamiento cubierta	89971	7
5 - Carpintería PVC	-45124	Nunca (en 50 años)
6 - Caldera mixta GN ACS y calefacción	492702	7
Todas las medidas juntas	418596	18

Tabla 17. El VAN y la recuperación aproximada de la inversión con una tasa de actualización del 3%.

En la tabla 18 de la siguiente página se pueden ver los tipos de actualización del 1 y 5% utilizados en el análisis de sensibilidad, por debajo y por encima del 3%, , que muestran valores del VAN y los periodos de retorno de las diferentes mejoras propuestas.

Medidas con tasa de actualización del 1%	VAN (€)	Años aprox. recuperación
1 - Trasdoso fachada principal	35005	11
2 - Trasdoso patios	1098819	2
3 - Inyección de PUR	740498	3
4 - Aislamiento cubierta	150235	6
5 - Carpintería PVC	-18397	Nunca (en 50 años)
6 - Caldera mixta GN ACS y calefacción	820756	7
Todas las medidas juntas	823829	17

Tabla 18. Tabla con El VAN y la recuperación aproximada de la inversión de las mejoras, con una tasa de actualización del 1%.

Medidas con tasa de actualización del 5%	VAN (€)	Años aprox. recuperación
1 - Trasdoso fachada principal	10441	14
2 - Trasdoso patios	487005	2
3 - Inyección de PUR	317529	3
4 - Aislamiento cubierta	56806	7
5 - Carpintería PVC	-57631	nunca
6 - Caldera mixta GN ACS y calefacción	308053	8
Todas las medidas juntas	195214	20

Tabla 19. Tabla con El VAN y la recuperación, con una tasa de actualización del 5%.

	Años aprox. recuperación según tipo actualización en el caso dinámico		
	1%	3%	5%
1 - Trasdoso fachada principal	11	12	14
2 - Trasdoso patios	2	2	2
3 - Inyección de PUR	3	3	3
4 - Aislamiento cubierta	6	7	7
5 - Carpintería PVC	nunca	nunca	nunca
6 - Caldera mixta GN ACS y calefacción	7	7	8
Todas las medidas juntas	17	18	20

Tabla 20. Años de recuperación de las medidas en el caso dinámico y dependiendo de las tasas de actualización que se ven en el análisis de sensibilidad.

Por otro lado, se realiza el análisis estático que, pese a ser más irreal, ya que no tiene en cuenta la actualización de los flujos de caja, sí puede aportar resultados orientativos que permitan al menos elegir entre varias medidas. Los resultados que se consiguen desde el punto de vista estático se muestran en la tabla 21.

medida	Coste medidas 50 años (€)	Coste total CO ₂ 2015 a 2065 (€)	Ahorro energía 50 años (€)	Coste total en 50 años (€)	%Retorno inversión	Años
Trasdosado fachada principal	11497,20	-4223,44	-55093,50	-47819,74	4,16	12
Trasdosado patios	39821,93	-102207,19	-1353222,50	-1415607,75	35,55	1
Inyección de PUR	48355,15	-70728,50	-937331,50	-959704,85	19,85	3
Aislamiento cubierta	25195,25	-15485,94	-208502,00	-198792,69	7,89	6
Carpintería PVC	233548,21	-16612,19	-222971,00	-6034,98	0,03	1935
Caldera mixta GN ACS y calefacción	947254,71	-333088,44	-1695417,00	-1081250,73	1,14	44
Σ	1305672,45	-542345,69	-4472537,50	-3709210,74	2,84	18

Tabla 21. Resultados según el punto de vista estático con la recuperación en años de la inversión.

	Años aprox. recuperación según tipo actualización en el caso dinámico			Años para el caso estático
	1%	3%	5%	
1 - Trasdosado fachada principal	11	12	14	12
2 - Trasdosado patios	2	2	2	1
3 - Inyección de PUR	3	3	3	3
4 - Aislamiento cubierta	6	7	7	6
5 - Carpintería PVC	nunca (en 50 años)			1935
6 - Caldera mixta GN ACS y calefacción	7	7	8	44
Todas las medidas juntas	17	18	20	18

Tabla 22. Recuperación de la inversión entre el caso dinámico y estático para la mejoras.

La comparación de los resultados obtenidos desde el enfoque estático con aquellos del enfoque dinámico se puede ver en la tabla 22.

La última tabla muestra un resumen de la recuperación de las inversiones en años tanto para el caso dinámico como para el estático.

Se puede apreciar prácticamente que en todos los casos se recupera la inversión y salvo en la medida número 5, que es el cambio de carpintería que dentro de su vida útil no consigue recuperarla, depende de la tasa de actualización que se haya tomado, demostrando que cuando la tasa de actualización es más baja la recuperación de la inversión se realiza antes.

Para mayor información acerca de los datos incluidos en las tablas del análisis económico se puede consultar el Anexo III que hay en el CD adjunto a la memoria del TFM.

9– Conclusiones:

En la época en que se construyó el edificio objeto de estudio, no se tuvo en cuenta su eficiencia energética. Había otra manera de construir, con unas normativas que no consideraban el aspecto térmico: Se priorizaba la disponibilidad de vivienda y no existía conciencia de la problemática ambiental, tal y como se conoce en la actualidad.

Actualmente la situación ha cambiado y el cambio climático en que nos encontramos, sus consecuencias y la dependencia energética, hace que se plantee la necesidad de tener un parque de viviendas más sostenible. Por ello, las normativas que regulan la construcción de edificios han evolucionado en este sentido.

En el escenario actual, en el que existe la necesidad de ahorrar en emisiones de CO₂, se ha constatado que un gran porcentaje de las viviendas en España se encuentran muy mal diseñadas para las condiciones de calidad y de confort térmico actuales. Esto supone, por otro lado, una oportunidad de negocio para el sector de la construcción, tan afectado por la crisis, que requiere de un cambio profundo ante esta nueva situación.

En el edificio objeto de estudio, de 50 años de antigüedad, encontramos un ejemplo claro susceptible de rehabilitación energética. Los pasos seguidos en el presente trabajo han sido resumidamente:

1. Toma de datos, levantamiento de planos y caracterización de las soluciones constructivas actuales.
2. Simulación del edificio objeto, en su estado actual, para obtener su eficiencia energética en el software, CE3X, al ser específico para edificios existentes.
3. Análisis y selección de medidas de mejora de la eficiencia energética, a nivel de la envolvente térmica y a nivel de las instalaciones de ACS y calefacción.
4. Simulación del edificio con cada una de las mejoras propuestas así como con la suma de todas ellas para estimar la mejora obtenida.
5. Análisis económico de cada medida aislada y de la suma de todas ellas, analizando el coste de la inversión necesaria y de los potenciales ahorros obtenidos en las facturas energéticas tras la implementación de las medidas. Además se integra en el cálculo el potencial ahorro derivado de la reducción de emisiones de CO₂, monetizando dicho coste como una hipotética tasa de carbono. De este análisis se obtienen los periodos estimados de retorno de la inversión, lo cual será útil a la hora de tomar decisiones acerca de qué intervenciones acometer. En el análisis se han tenido en consideración el método del coste óptimo contenido en Reglamento Delegado 244/12.

Los principales resultados y conclusiones derivadas de cada una de las etapas del trabajo (en negrita), se redactan a continuación en el mismo orden:

1. Se trata de un **edificio que requiere mejorar su eficiencia energética**, ya que fue construido hace casi 50 años, antes incluso de la primera norma de condiciones térmicas NBE-CT79. La envolvente térmica carece de cualquier tipo de aislamiento que pueda asegurar un mínimo confort térmico a sus ocupantes. Respecto a las instalaciones, no dispone de calefacción ni de refrigeración. Las viviendas se calefactan mediante estufas catalíticas o eléctricas. El consumo eléctrico del edificio se debe a la iluminación, los electrodomésticos y un termo eléctrico con acumulación para la generación de ACS en cada una de las viviendas.
2. Se obtiene una **calificación energética G en el estado actual**, la más baja de la escala y por lo tanto, claramente mejorable. Por otro lado, es conveniente indicar que los resultados de la simulación, introducidos los datos del edificio en su estado actual, arrojan unos valores de consumo energético que difieren de los reales. Se dispone de facturas reales de algunas viviendas, estimando un consumo medio de casi 2.000 kWh/año, muy por debajo de los 10.600 kWh/año de energía primaria que se obtienen en la simulación y que realmente no se pueden comparar con el consumo del usuario final. Los motivos pueden ser varios, por un lado la imposibilidad de simular correctamente las instalaciones reales de calefacción, por otro lado, los patrones de uso que como media maneja el programa, que pueden ser o no coincidentes con el caso real. Por último, citar que quizás las condiciones de confort térmico que se establecen en la simulación quizás no coincidan con las condiciones reales que se alcanzan en las viviendas.

Se concluye además, las **muchas limitaciones que presenta el programa CE3X**. Se trata de un software cuyo cometido es la certificación energética y, por tanto, no es el idóneo para acometer un análisis energético riguroso, como podría ser, por ejemplo, el Energy Plus, DesignBuilder, etc. A modo de ejemplo, y tan sólo a nivel de modelado del edificio, citar que no se puede distinguir qué parte de una fachada está construida con un material y qué parte lo está con otro, ejemplo de fachada combinada caravista y enfoscada. Además, igualmente a lo que ocurre en el resto de software oficial, como Lider-Calener, las mejoras en las instalaciones están muy sobrevaloradas sobre aquellas que afectan a la envolvente. Solo hace falta comprobar cómo cambia la calificación cuando por ejemplo se instala una caldera de biomasa para llegar a obtener una calificación A, pese a tener una envolvente muy poco aislada.

3. Las **medidas de mejora de la eficiencia energética finalmente seleccionadas**, de entre las analizadas, son las adecuadas para el caso de estudio. Se han analizado distintas posibilidades, descartando algunas y adoptando finalmente las **5 más aplicables al edificio**, así finalmente se han optado por las siguientes:

a. En la envolvente térmica:

1. **Cerramiento fachada principal: Trasdoso con un tabique interior** a todas las estancias que dan a la fachada principal, de un producto compuesto por un panel rígido de lana de vidrio de alta densidad al que se adhiere una placa de yeso laminado.
2. **Cerramientos a patios: Trasdoso con un tabique interior** a todas las estancias que dan a la fachada principal, de un producto compuesto por un panel rígido de lana de vidrio de alta densidad al que se adhiere una placa de yeso laminado.
3. **Medianeras: Proyección de PUR por el exterior** de las fachadas.
4. **Renovación de carpinterías de PVC con doble acristalamiento**, vidrios de 4mm y cámara de aire de 6 mm.

b. En las instalaciones:

5. **Caldera mixta de gas natural para ACS y calefacción.**

4. **De la simulación del edificio con cada medida aislada y con todas ellas conjuntamente, se obtienen mejoras en las calificaciones**, en distinta medida, tal y como se detalla en el apartado 6. **La calificación no cambia de letra al intervenir en la envolvente, aunque las emisiones sí descienden en todos los casos y se obtienen ahorros energéticos en distinta medida. El cambio de caldera sí implica un cambio en la escala a letra E.** Tras ver los resultados, es evidente que **el programa cuantifica mucho más positivamente los cambios a nivel de instalaciones que de la envolvente.**

5. Del análisis económico se extraen varias conclusiones, teniendo en cuenta los diferentes aspectos analizados:

- a. Desde el punto de vista de la **inversión inicial, los aislamientos en los cerramientos resultan ser las medidas más económicas, seguidos de la carpintería y las instalaciones.**
- b. **El ahorro energético mayor**, y la consiguiente reducción de emisiones, sin embargo, se consigue con el **cambio de la caldera.**
- c. El **trasdoso de fachada principal** consigue el **peor de los resultados**, ya que gran porcentaje de ese cerramiento está ocupado por las ventanas a fachada. Sin

embargo, la superficie de medianeras y fachadas a patios presentan una gran superficie, por lo que los resultados son más significativos.

- d. **La recuperación de la inversión se alcanza en primer lugar al actuar en los cerramientos de patios y medianeras, así como en la cubierta. El cambio de carpintería no sería en ningún caso recomendable**, a la vista de los resultados obtenidos, con las hipótesis manejadas.
- e. **Los periodos de recuperación de la inversión son asumibles en todos los casos, excepto en el de las carpinterías, aunque sí parece compensarse cuando consideramos todas las medidas juntas.**
- f. El **análisis de sensibilidad** para los tipos de actualización empleados **no dan diferencias muy significativas** en el retorno de la inversión.
- g. **No se obtienen resultados muy dispares entre los puntos de vista estático y dinámico** del análisis, si bien, a largo plazo, es más conveniente el segundo modelo. Por el contrario, en ese caso, las hipótesis a asumir son más.
- h. Para las medidas propuestas consideradas aisladamente, los resultados se resumen en la siguiente tabla

Ranking de resultados en las mejoras	Menor inversión	Mayor ahorro emisiones	Mayor ahorro en €	Antes recupera la inversión
1 - Trasdoso fachada principal	1º	6º	6º	5º
2 - Trasdoso patios	3º	2º	2º	1º
3 - Inyección de PUR	4º	3º	3º	2º
4 - Aislamiento cubierta	2º	5º	5º	3º
5 - Carpintería PVC	5º	4º	4º	6º
6 - Caldera mixta GN ACS y calefacción	6º	1º	1º	3º

Tabla 23. Comparación de las diferentes mejoras según el orden que tienen para los para las diferentes resultados conseguidos en el estudio dinámico siguiendo directrices del RD 244/2012.

El análisis así realizado permitiría hacer **recomendaciones al propietario de la vivienda en función** de la inversión inicial que pudiera soportar. En este análisis no se han considerado costes financieros de un eventual préstamo que el propietario solicitara para hacer frente a la inversión. Este coste financiero retrasaría lógicamente algo el periodo de retorno. **Este análisis permitiría al usuario decidir una rehabilitación por fases, según sus limitaciones económicas.**

10 –Bibliografía y fuentes de información (recursos on-line, webs, blogs, foros, etc.):

Normativa (28/08/2015):

Decreto 1490-75 - Medidas a adoptar con objeto a reducir el consumo de energía

NBE-CT-79 - Norma básica de la edificación

Directiva 93-76-CEE - Limitación emisiones de carbono mediante eficiencia energética

2002-91-CE - Directiva de eficiencia energética de edificios (EPBD)

CTE DB HE - Código técnico de la edificación

RD 47-2007 - Procedimiento básico para

CTE DB HE - Código técnico de la edificación

Directiva 2010-31-UE

Directiva 2012-27-UE - Directiva eficiencia energética

Reglamento Delegado 244 -2012 - Costo-eficiencia medidas

Reglamento Delegado 244 -2012 - Directrices

Real Decreto 235 2013 de 5 de abril

CTE DB HE - Código técnico de la edificación (nuevo)

RD 8-2014 - Crecimiento, la competitividad y la eficiencia

Nota informativa 13/03/2014 sobre el procedimiento transitorio para la certificación (01/02/2015):

http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosR/econocidos/Documents/20140313_Nota_Informativa_Procedimiento_transitorio_Certificacion.pdf

Calificación y certificación energética de los edificios (14/02/2015):

<http://www.idae.es/index.php/id.25/mod.pags/mem.detalle>

<http://www.idae.es/index.php/relicategoria.3980/id.717/reلمenu.344/mod.pags/mem.detalle>

Estado de la certificación de los edificios (08/09/2015):

http://www.conama.org/conama/download/files/conama2014/SDs%202014/1996710360_ppt_MDiaz.pdf

http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/Documentos/Documentos%20informativos/Informe_de_seguimiento_CERTIFICACI%C3%93N_ENERG%C3%89TICA_Junio_2014.pdf

http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/Documentos/Documentos%20informativos/Informe_Certificaci%C3%B3n_Energ%C3%A9tica_Enero_%202015.pdf

Sobre normativa vigente (08/10/2014):

http://www.eadic-innova.com/eficiencia/source/tema1_eadic.pdf

PGOU Excmo. Ayuntamiento de Castellón de la Plana (08/12/2014):

http://www.castello.es/web30/pages/generico_web10.php?source=destacaseccion&cod1=12&cod2=688&con=48366

AVEN:

<http://www.aven.es/index.php>

IVACE:

<http://energia.ivace.es/index.php>

IDAE:

<http://www.idae.es/>

IDAE sobre los consumos energéticos, estudio realizado 2011-2012 (08/08/2015):

http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf

Estudio sobre Consumo Energético del Sector Residencial en España (08/08/2015):

<http://www.idae.es/index.php/id.171/mod.noticias/mem.detalle>

INE, sobre los consumos de agua en los hogares españoles (08/08/2015):

<http://www.ine.es/prensa/np807.pdf>

http://noticias.lainformacion.com/economia-negocios-y-finanzas/empresas/el-consumo-medio-de-agua-en-los-hogares-espanoles-se-situa-en-142-litros-por-habitante-y-dia_P4drfjP1aIm4CohPjri5j7/

Objetivo 20-20-20 (08/10/2014):

http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/en0002_es.htm

Hoja de cálculo para la instalación de calefacción (12/05/2015):

<http://javiponce-formatec.blogspot.com.es/p/hojas-de-calculo-para-aplicacion-en.html>

Gas Natural sobre las calderas de calefacción y ACS (14/09/2015):

<http://www.gasnaturalfenosa.es/es/hogar/eficiencia+energetica/climatizacion+eficiente/caldera+convencional/1297089859033/caldera+convencional.html>

Confort térmico (15/09/2015):

http://www.construmatica.com/construpedia/Confort_T%C3%A9rmico

Tutorial sobre patrón de sombras (28/10/2014):

<http://suryaenergy.org/tutorial-sombras-ce3x/>

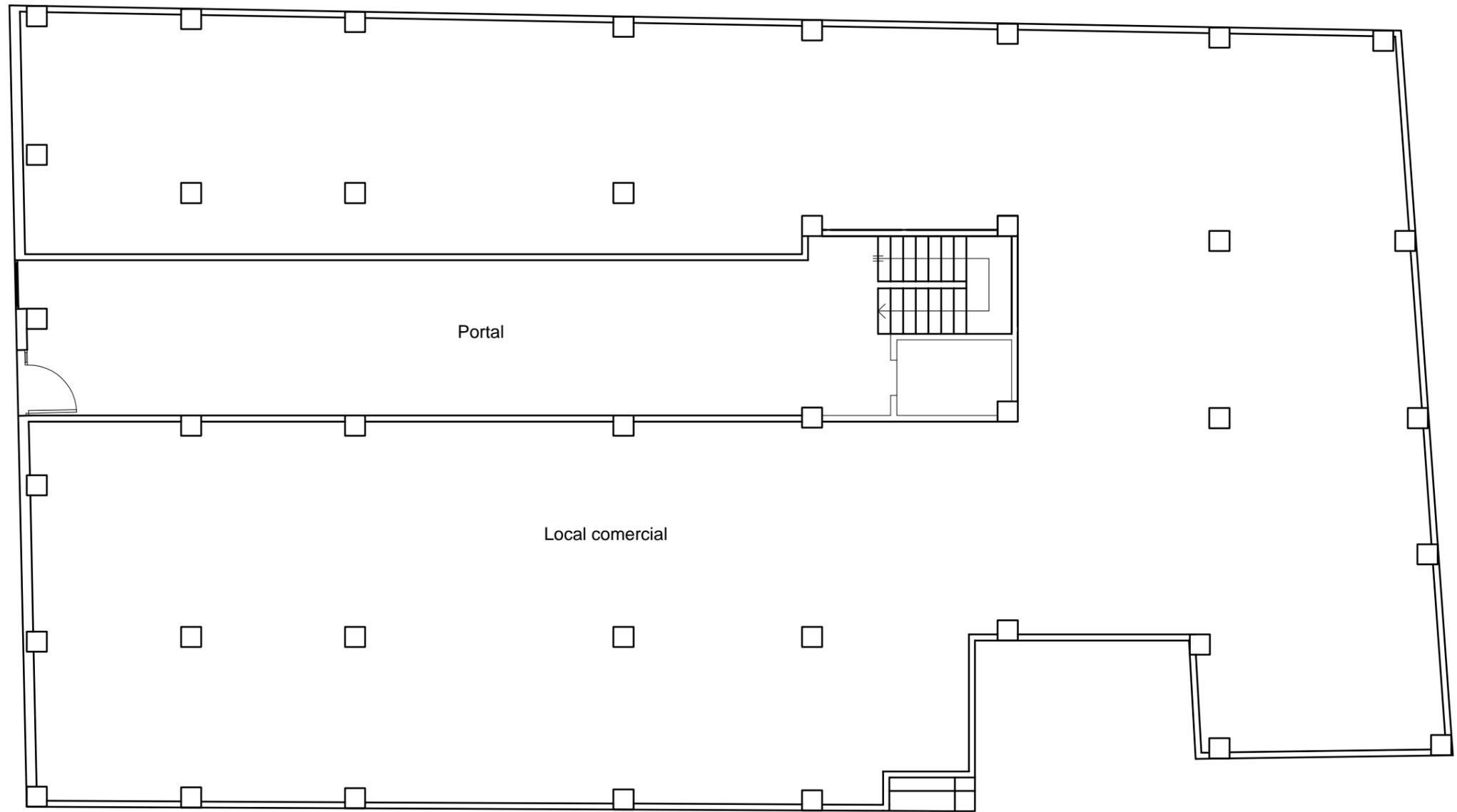
Presupuestos:

<http://generadorprecios.cype.es/>

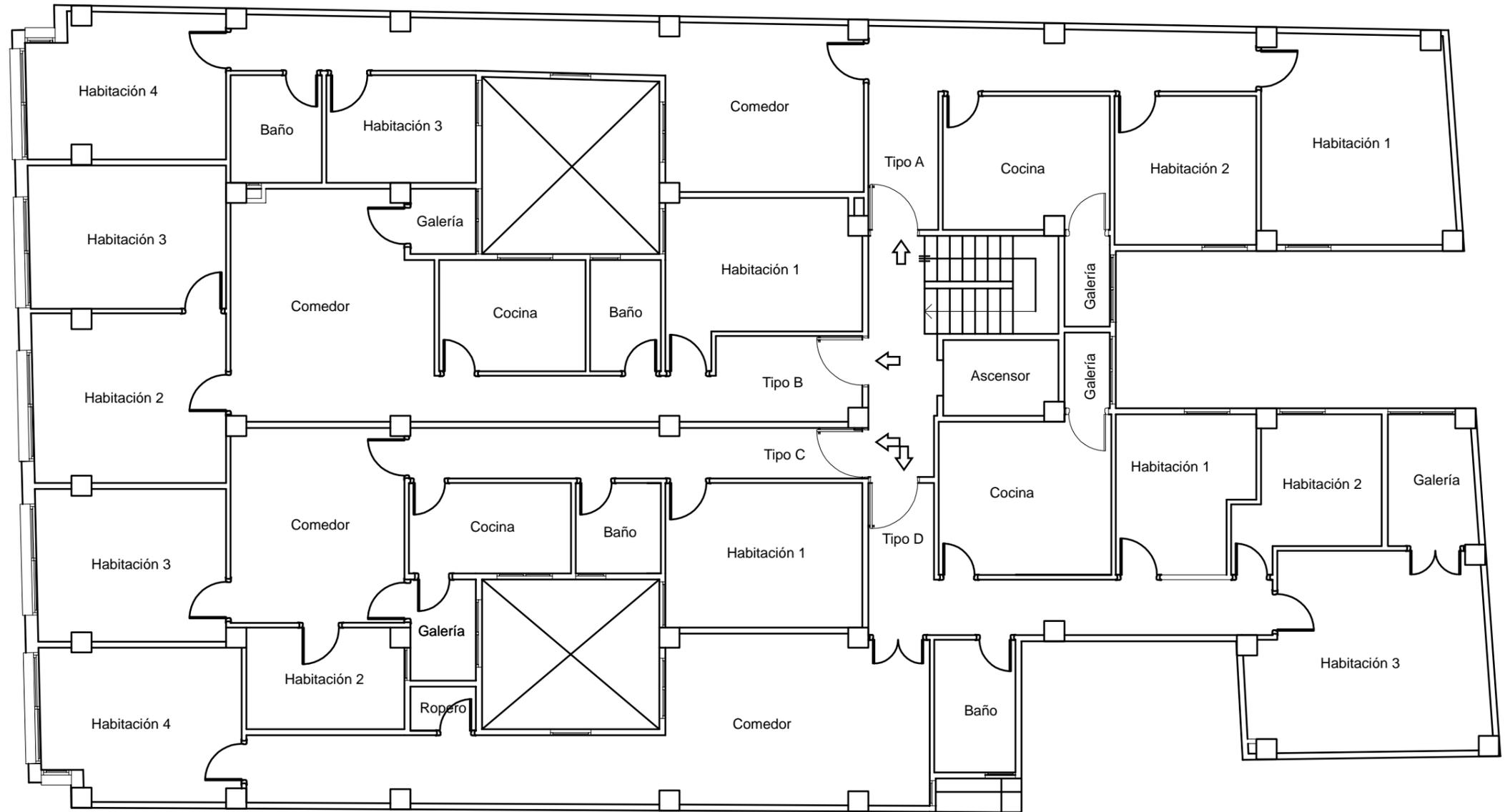
<http://www.generadordeprecios.info/>

<http://www.construmatica.com/bedec>

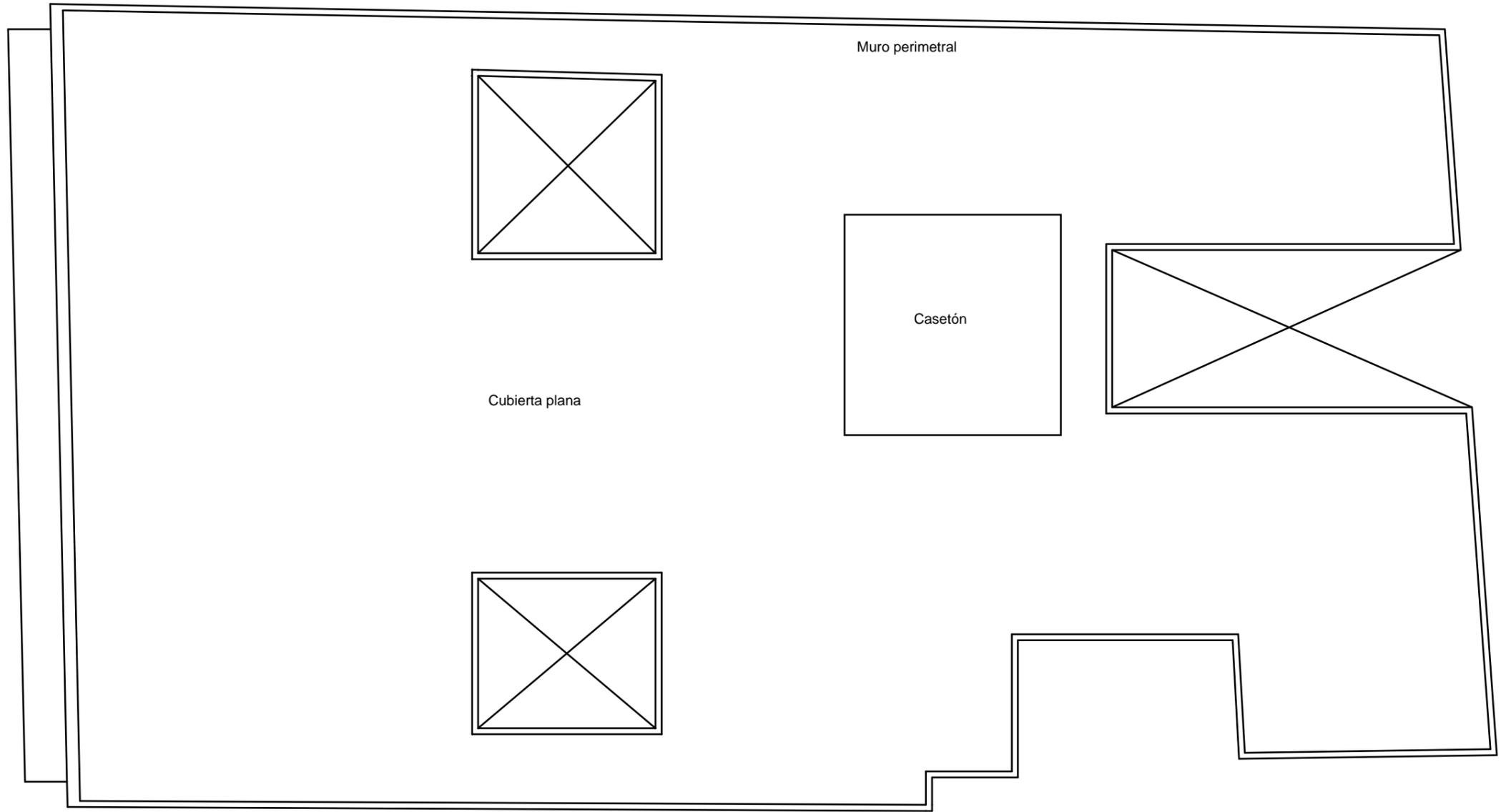
Anexo I: planos del edificio



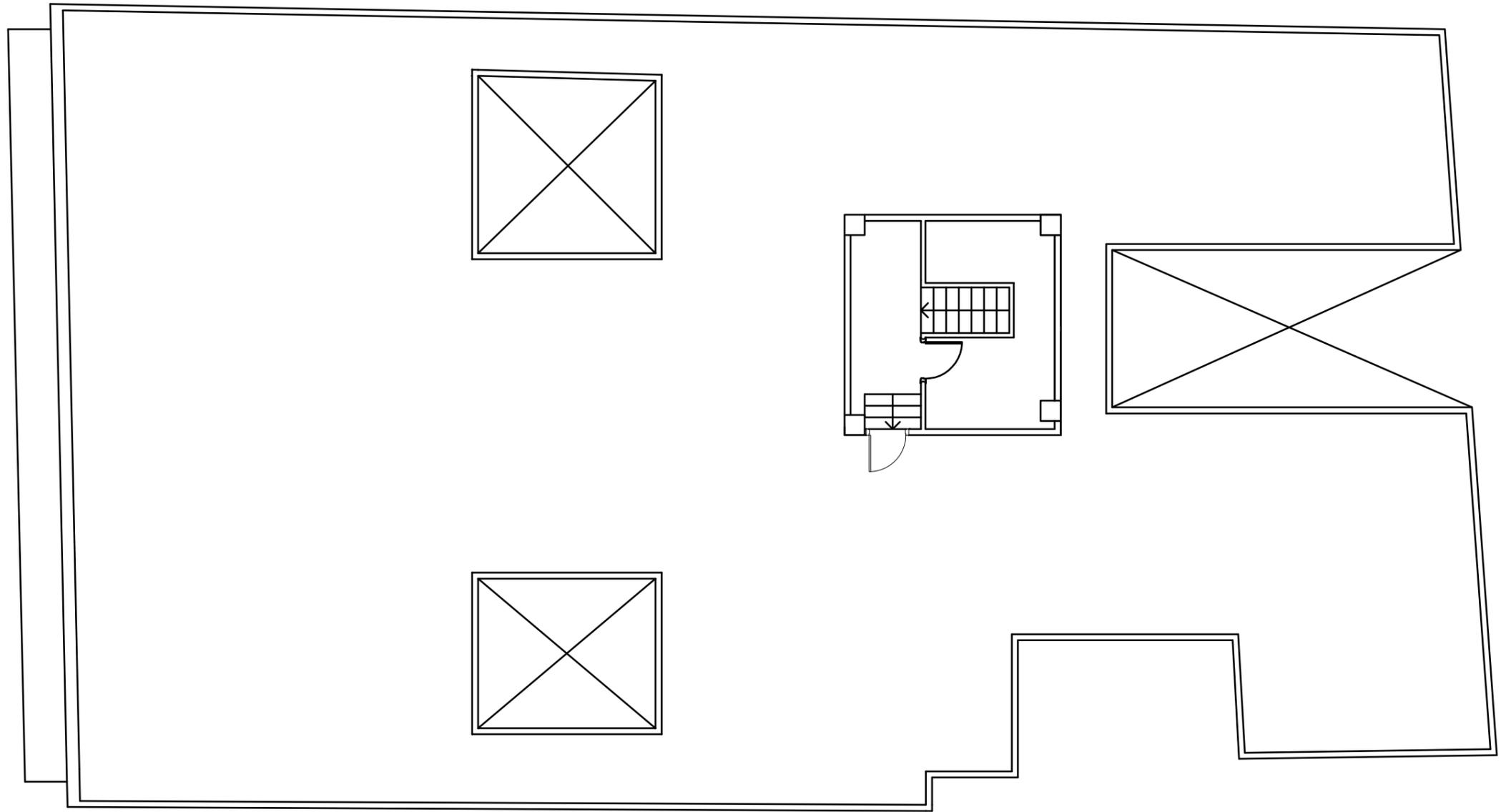
	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:	
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo	
Comprob:	01/11/14	Fer			
Escala:	Distribución planta baja			Número:	2
1/100				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



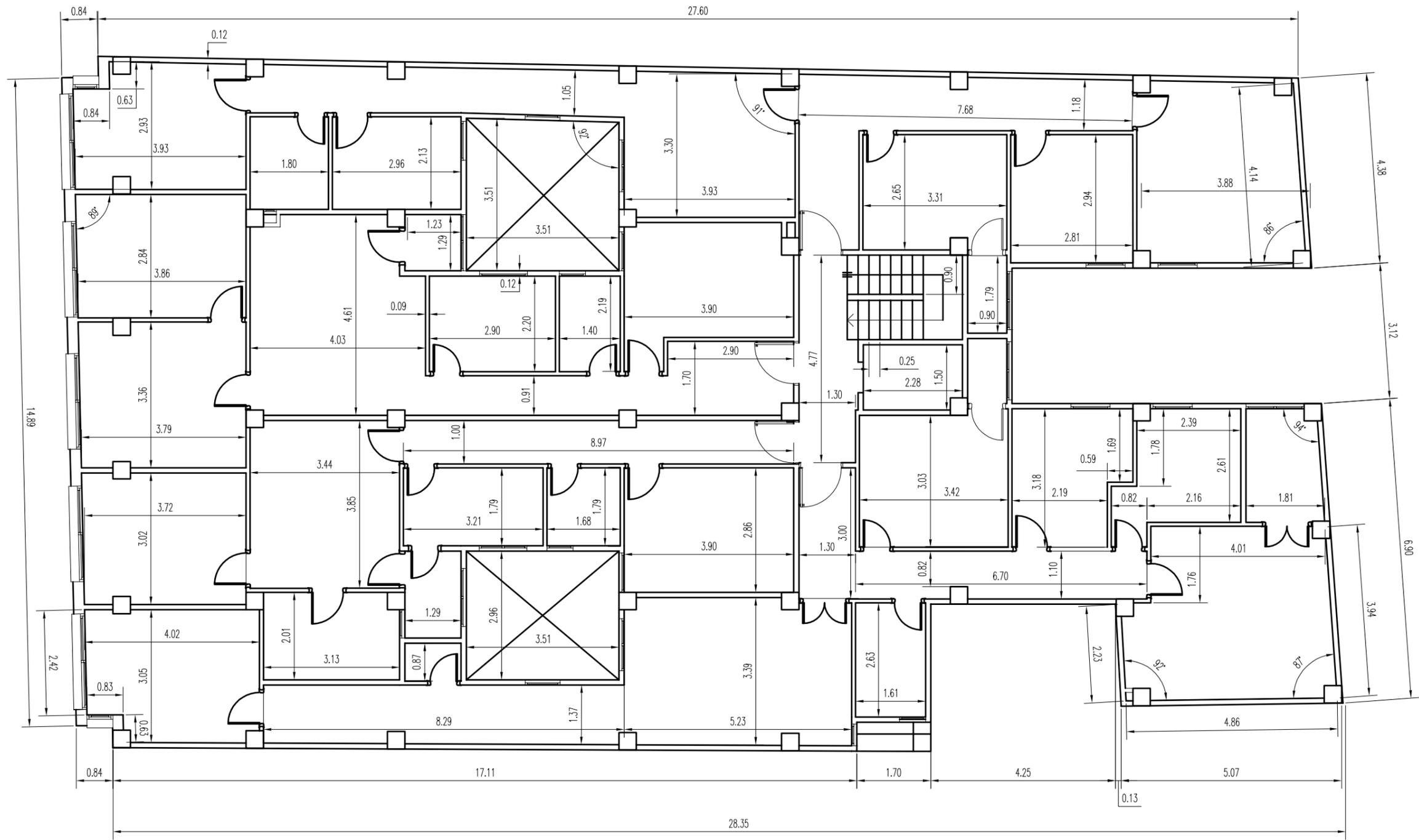
	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:		
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo		
Comprob:	01/11/14	Fer				
Escala:	Distribución planta viviendas			Número:		
1/100				3		
				Sustituye a:		
				Sustituido por:		



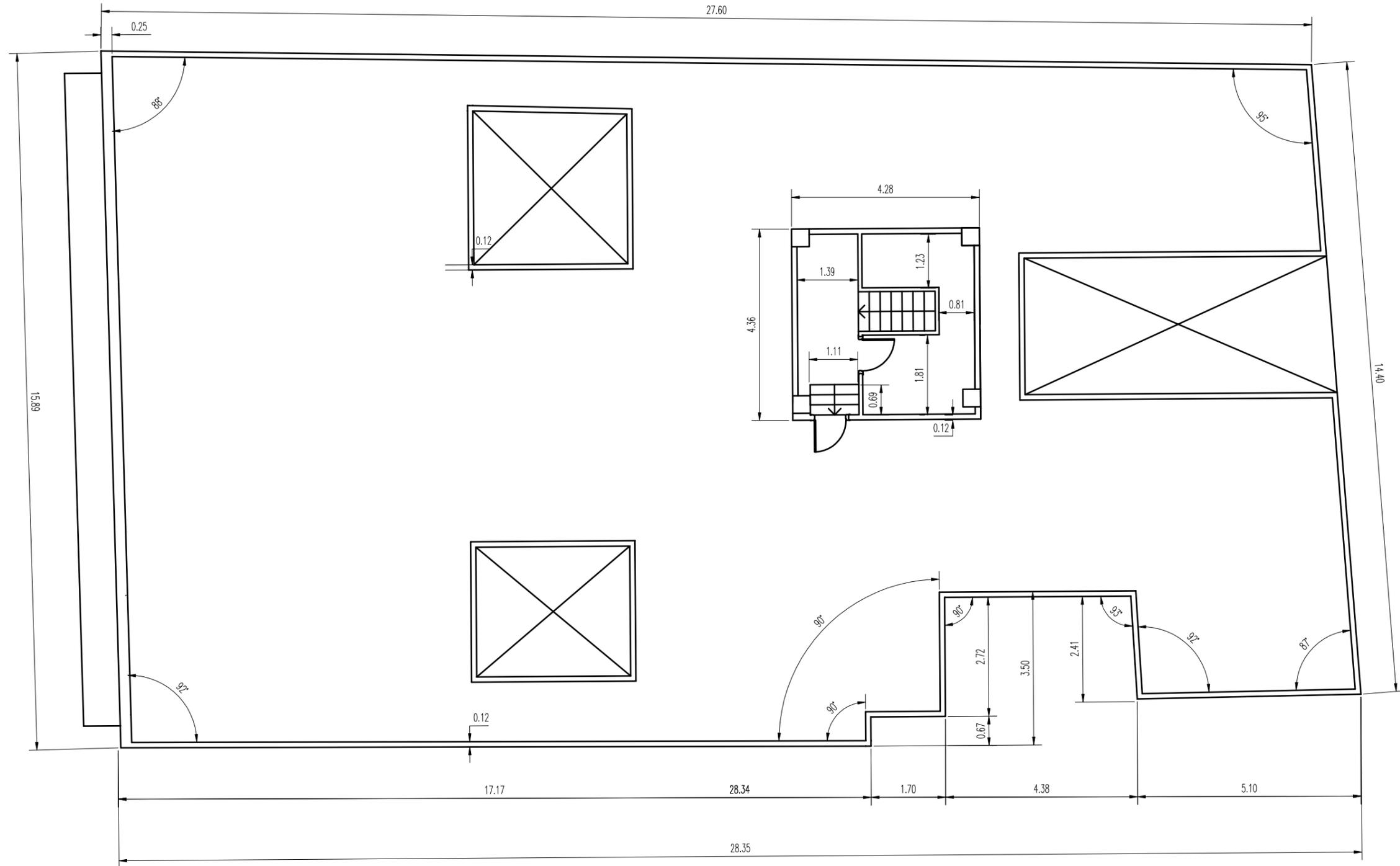
	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo
Comprob:	01/11/14	Fer		
Escala:	Distribución cubierta			Número: 4
1/100				Sustituye a:
				Sustituido por:



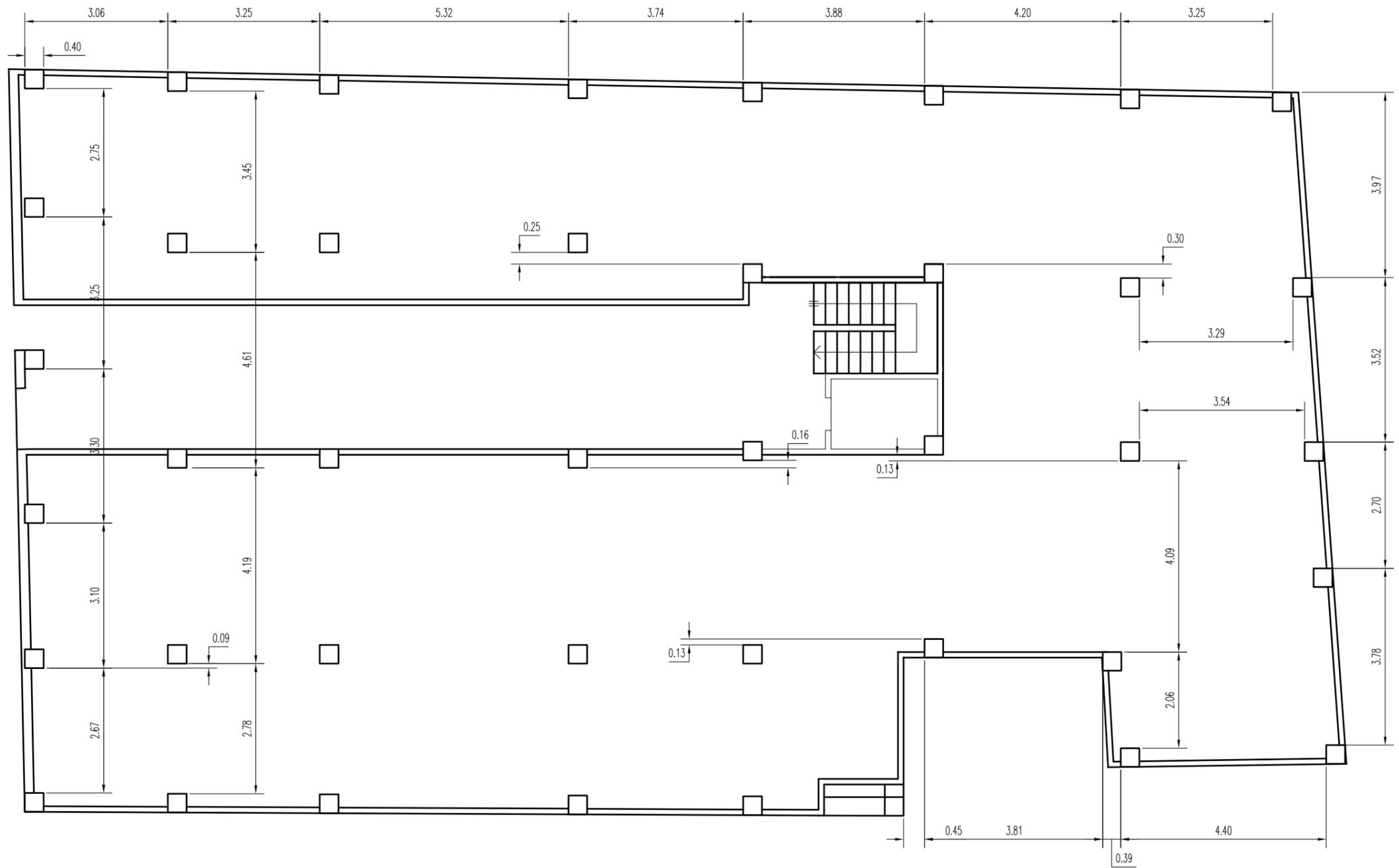
	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:	
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo	
Comprob:	01/11/14	Fer			
Escala:	Distribución casetón			Número:	5
1/100				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



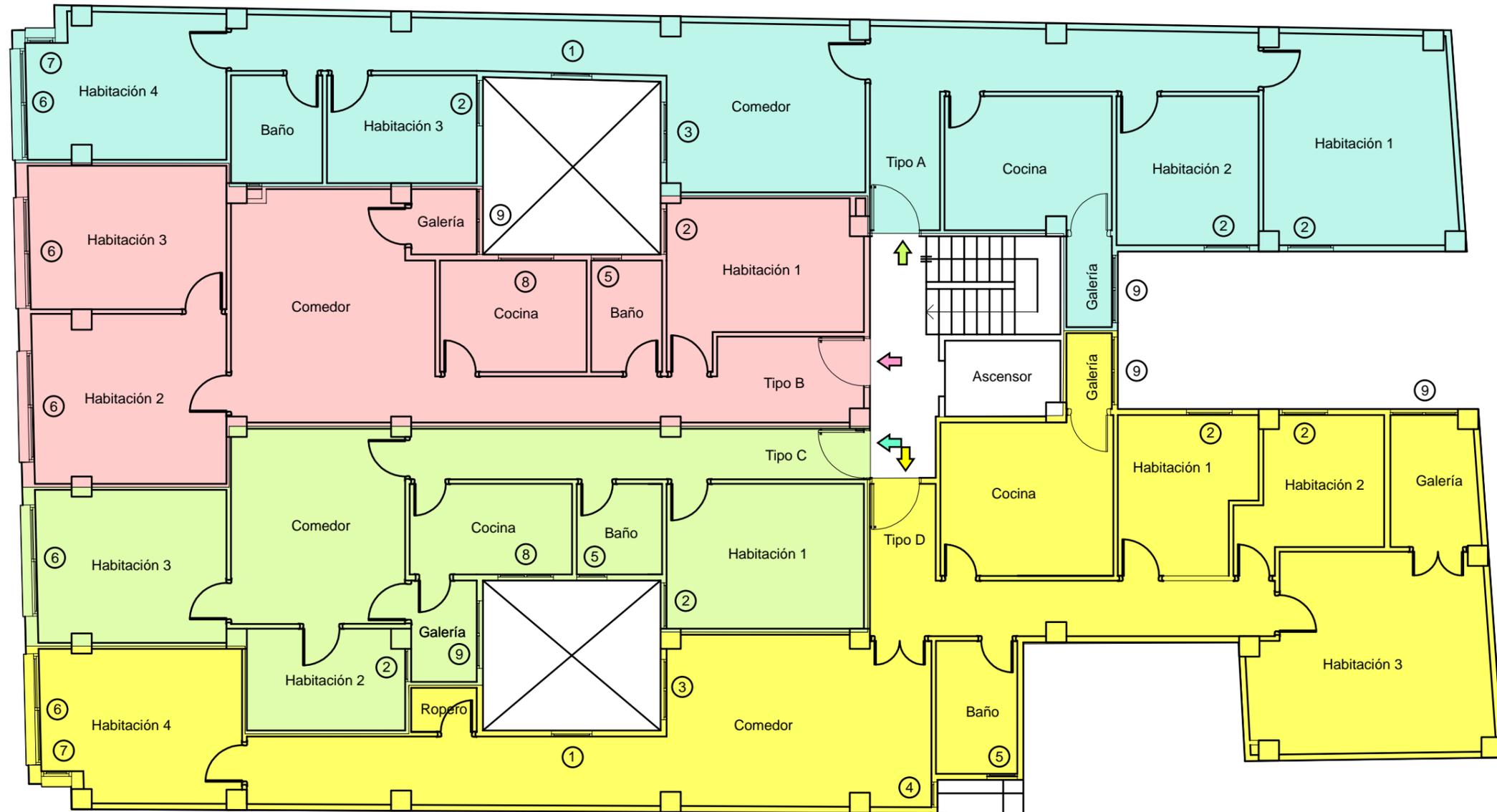
	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:		
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo		
Comprob:	01/11/14	Fer				
Escala:	Cotas planta viviendas			Número:		
1/100				7		
				Sustituye a:		
				Sustituido por:		



	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo
Comprob:	01/11/14	Fer		
Escala:	Cotas cubierta			Número: 8
1/100				Sustituye a:
				Sustituido por:

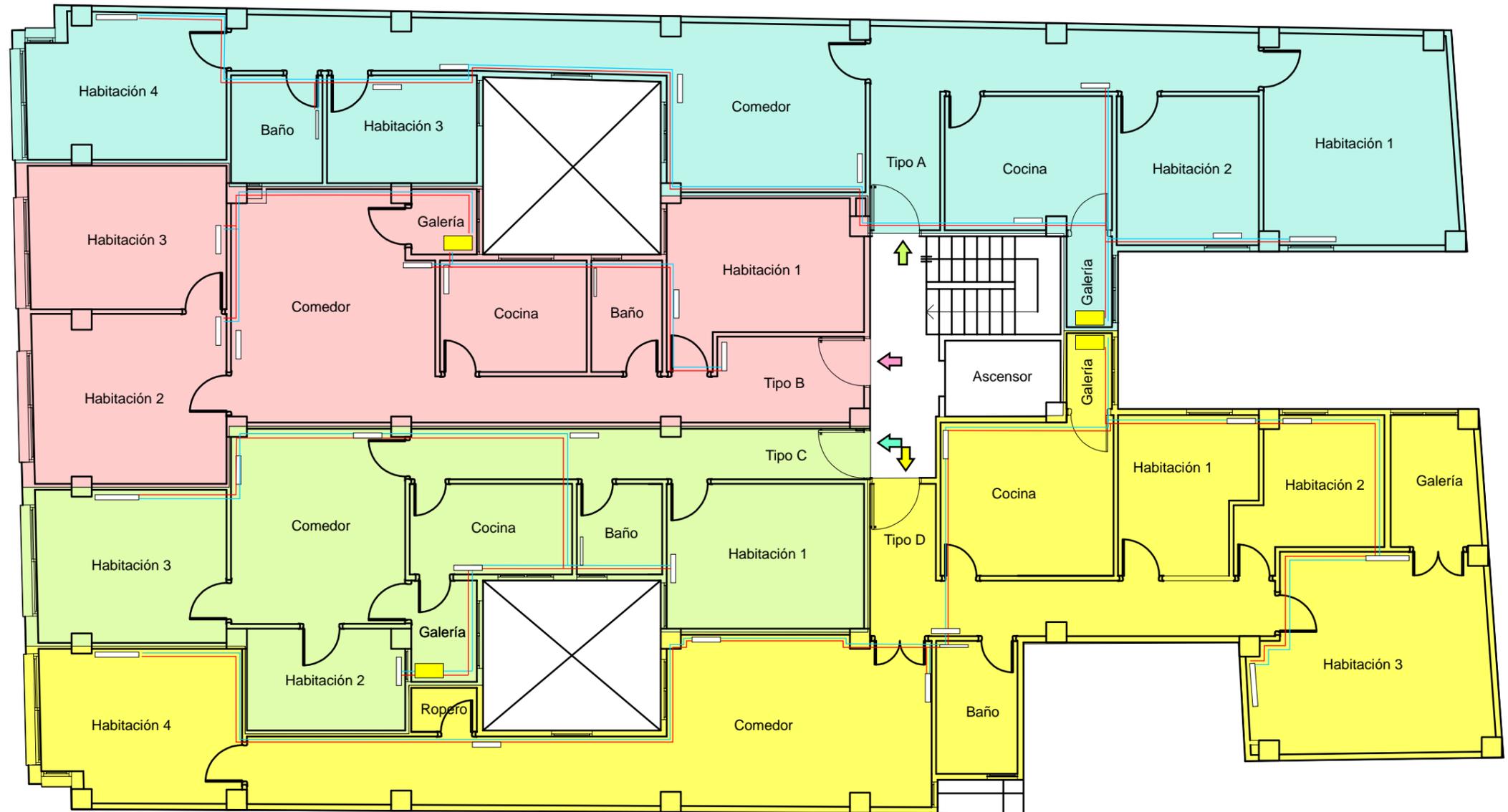


	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo
Comprob:	01/11/14	Fer		
Escala:	Cotas pilares			Número: 9
1/100				Sustituye a:
				Sustituido por:



Numeración	Medidas (ancho x alto)	Tipo	Tipo vivienda				Total	Superficie hueco (m2)	Tipo
			A	B	C	D			
1	0,80x1,10	ventana pasillo	1			1	2	0,88	hoja simple abatible hierro
2	0,90x1,10	ventana habitaciones	3	1	2	2	8	0,99	hoja simple abatible hierro
3	1,20x1,10	ventana comedor	1			1	2	1,32	doble hoja abatible hierro
4	0,50x1,10	ventana comedor peq.				1	1	0,55	hoja simple abatible hierro
5	0,60x0,80	ventana baño		1	1	1	3	0,48	hoja simple abatible hierro
6	2,20x1,60	ventana fachada	1	2	1	1	5	3,52	doble hoja corredera aluminio
7	0,60x1,60	ventana fachada lateral	1			1	2	0,36	hoja simple abatible aluminio
8	1,05x1,10	ventana cocina		1	1		2	1,16	doble hoja abatible hierro
9	1,30x2,03	ventana galería HM	1	1	1	2	5	2,64	doble hoja abatible hierro
10	1,30x2,75	puerta portal				1	1	3,58	puerta con fijo, hierro y cristal
11	1,00x2,75	ventanal portal		1			1	2,75	fijo, hierro y cristal
12	0,725x2,03	puerta caseton		1			1	1,99	madera
total huecos por planta:						30			
total huecos edificio:						213			

	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo
Comprob:	01/11/14	Fer		
Escala:	Carpintería exterior			Número: 10
1/100				Sustituye a:
				Sustituido por:



Tipo vivienda			
A	B	C	D

	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:
Dibujado:	14/05/15	Fer		Fernando del Campo
Comprob:	14/05/15	Fer		
Escala:	Instalación de calefacción			Número: 11
1/100				Sustituye a:
				Sustituido por:

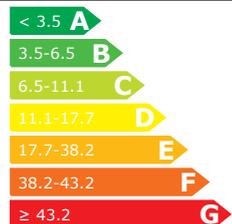
Anexo II: Resumen de certificaciones energéticas del edificio

Informe de certificación energética del edificio actual

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

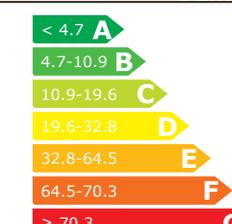
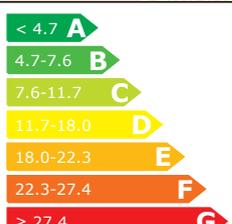
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	93.05 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		65.20	20.21
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
93.05		7.64	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

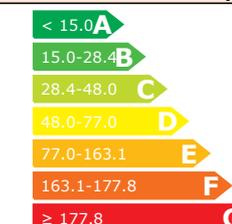
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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					
	90.42 G		20.02 E				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				90.42		20.02	

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.

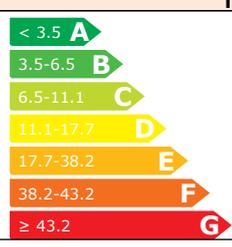
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	374.22 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		262.21	81.27
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
374.22		30.73	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

Mejora con trasdosado
interior en fachada principal

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

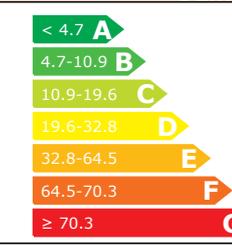
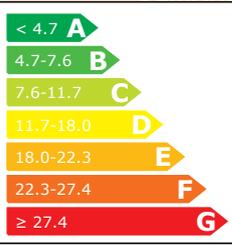
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	92.31 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		64.51	20.21
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
92.31		7.59	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

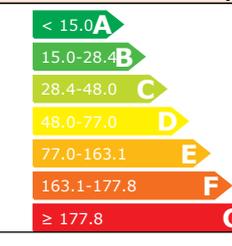
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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			
	89.47 G		19.88 E		
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>	
				89.47	
				<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				19.88	

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.

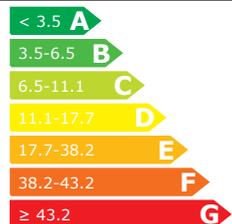
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	371.25 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		259.45	81.27
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
371.25		30.53	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

Mejora con trasdosado interior
en fachada patios interiores

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

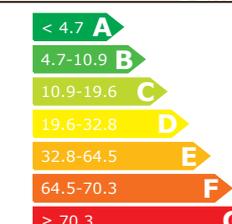
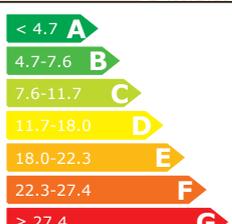
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	74.91 G	CALEFACCIÓN	ACS		
			G		G
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>		
		49.17	20.21		
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN		
			E		-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
74.91		5.54		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

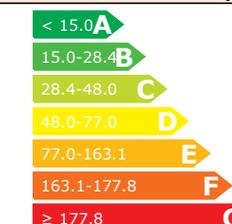
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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					
	68.18 F		14.5 D				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				68.18		14.50	

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.

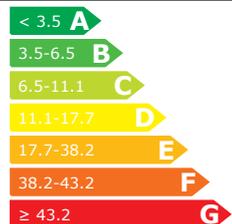
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	301.27 G	CALEFACCIÓN	ACS		
			G		G
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>		
		197.73	81.27		
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN		
			E		-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
301.27		22.26		-	

Mejora con proyección de PUR
en fachadas medianeras

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

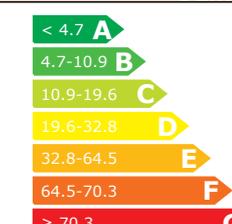
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	80.49 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		G	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	
		53.79		20.21	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		F		-	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
80.49		6.49		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

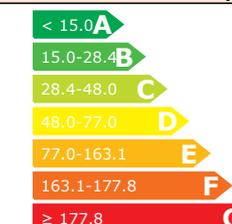
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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					
	74.59 G		17.0 D				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				74.59		17.00	

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.

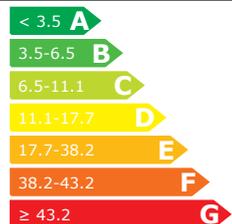
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	323.69 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		G	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
		216.32		81.27	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		F		-	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
323.69		26.10		-	

Mejora con aislamiento
cubierta plana

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

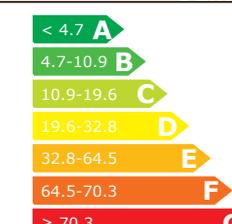
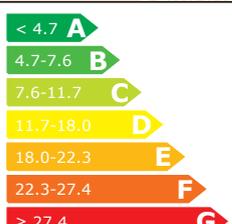
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	90.26 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		62.70	20.21
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
90.26		7.35	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

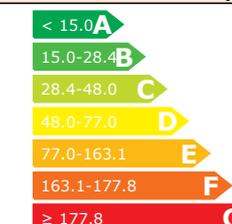
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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			
	86.95 G		19.25 E		
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>	
				86.95	
				<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				19.25	

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.

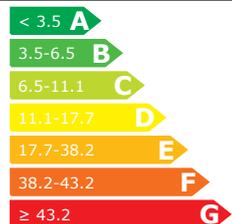
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	362.98 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		252.15	81.27
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
362.98		29.56	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

Mejora con instalación
carpintería de PVC

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

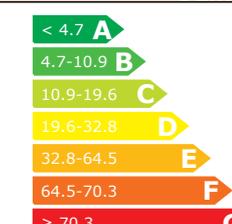
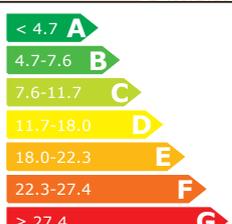
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	90.06 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		62.94	20.21
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		F	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
90.06		6.92	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

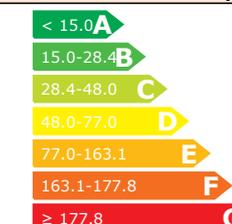
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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			
	87.28 G		18.11 E		
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>	
				87.28	
				<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				18.11	

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	
	362.2 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		253.12	81.27
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		F	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
362.20		27.81	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

Conjunto de mejoras en
la envolvente térmica

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	60.5 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		G	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	
		46.61		10.07	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		D		-	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
60.50		3.82		-	

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					
	64.64 F		10.01 C				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				64.64		10.01	

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.

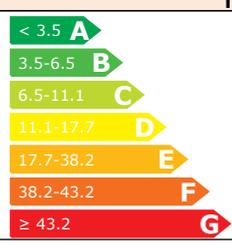
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	252.65 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		G	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
		187.46		49.83	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		D		-	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
252.65		15.36		-	

Mejora con instalación
ACS y calefacción de GN

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

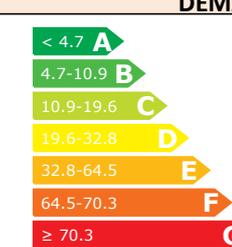
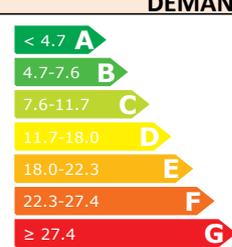
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	33.95 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	E
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		23.10	3.20
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
33.95		7.65	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

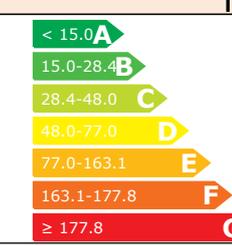
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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					
	90.46 G		20.04 E				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				90.46		20.04	

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.

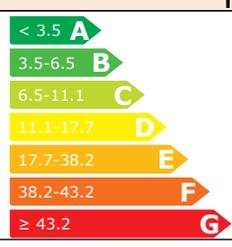
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	160.96 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	E
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		114.35	15.84
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
160.96		30.77	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

Conjunto de mejoras
en todo el edificio

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

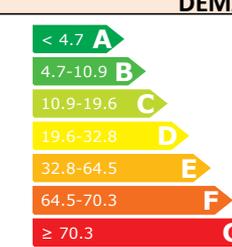
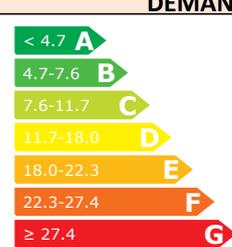
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	23.5 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	E
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		16.48	3.20
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		D	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
23.50		3.82	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

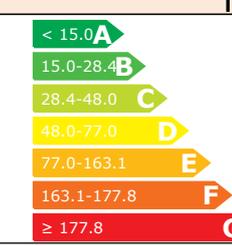
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

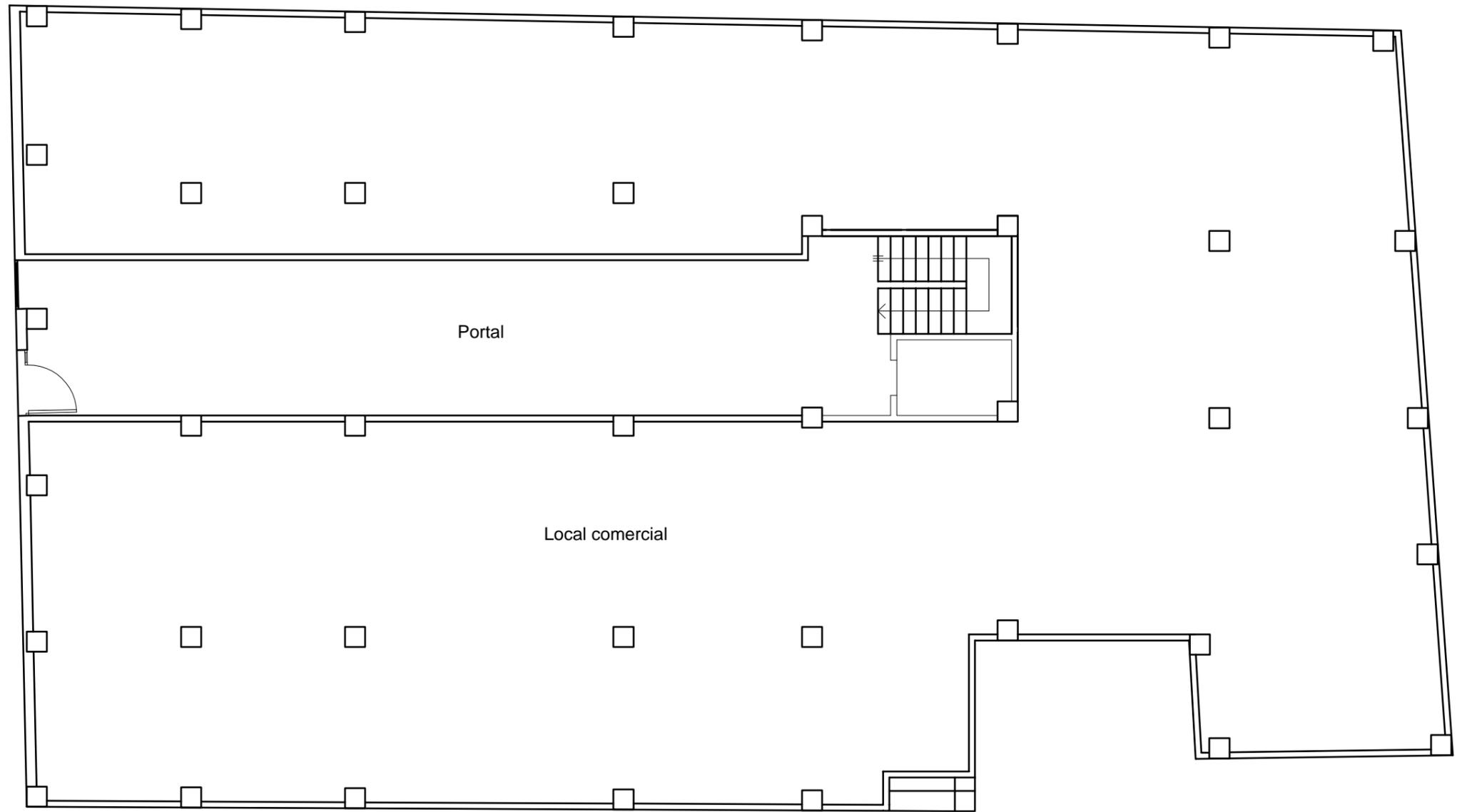
La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	64.64 F		10.01 C				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				64.64		10.01	

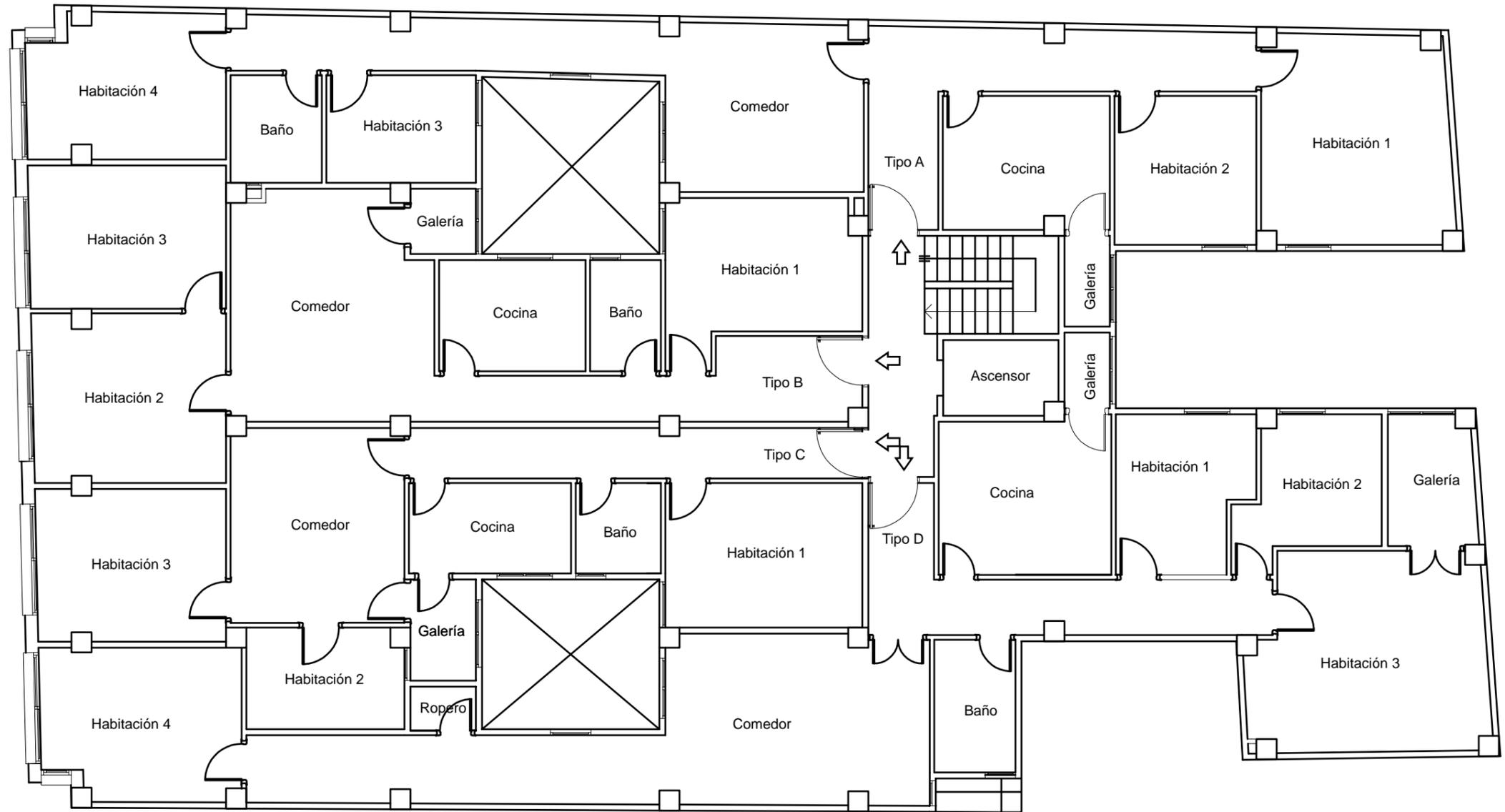
3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

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.

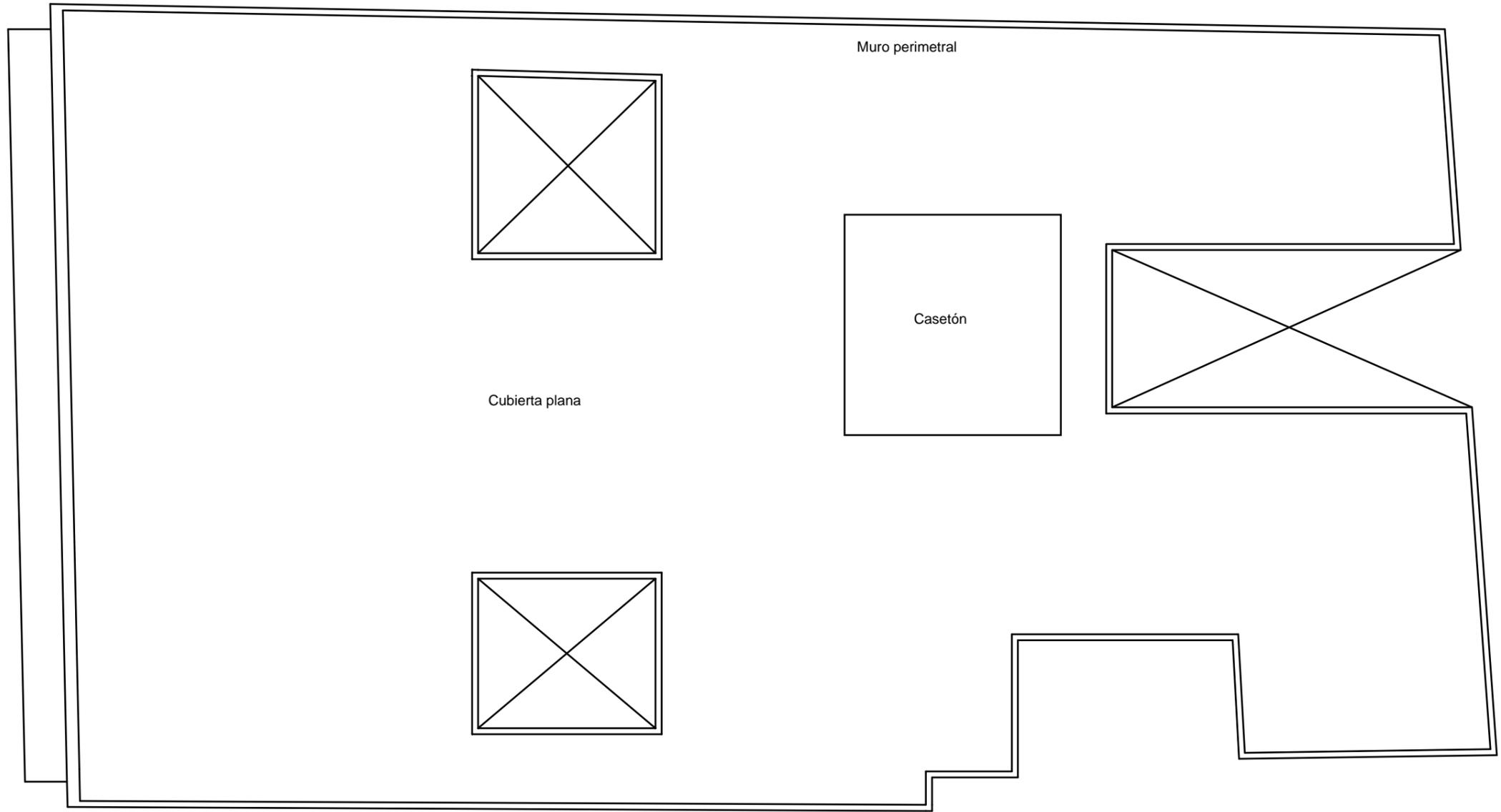
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	112.79 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	E
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		81.61	15.82
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		D	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
112.79		15.36	
		-	



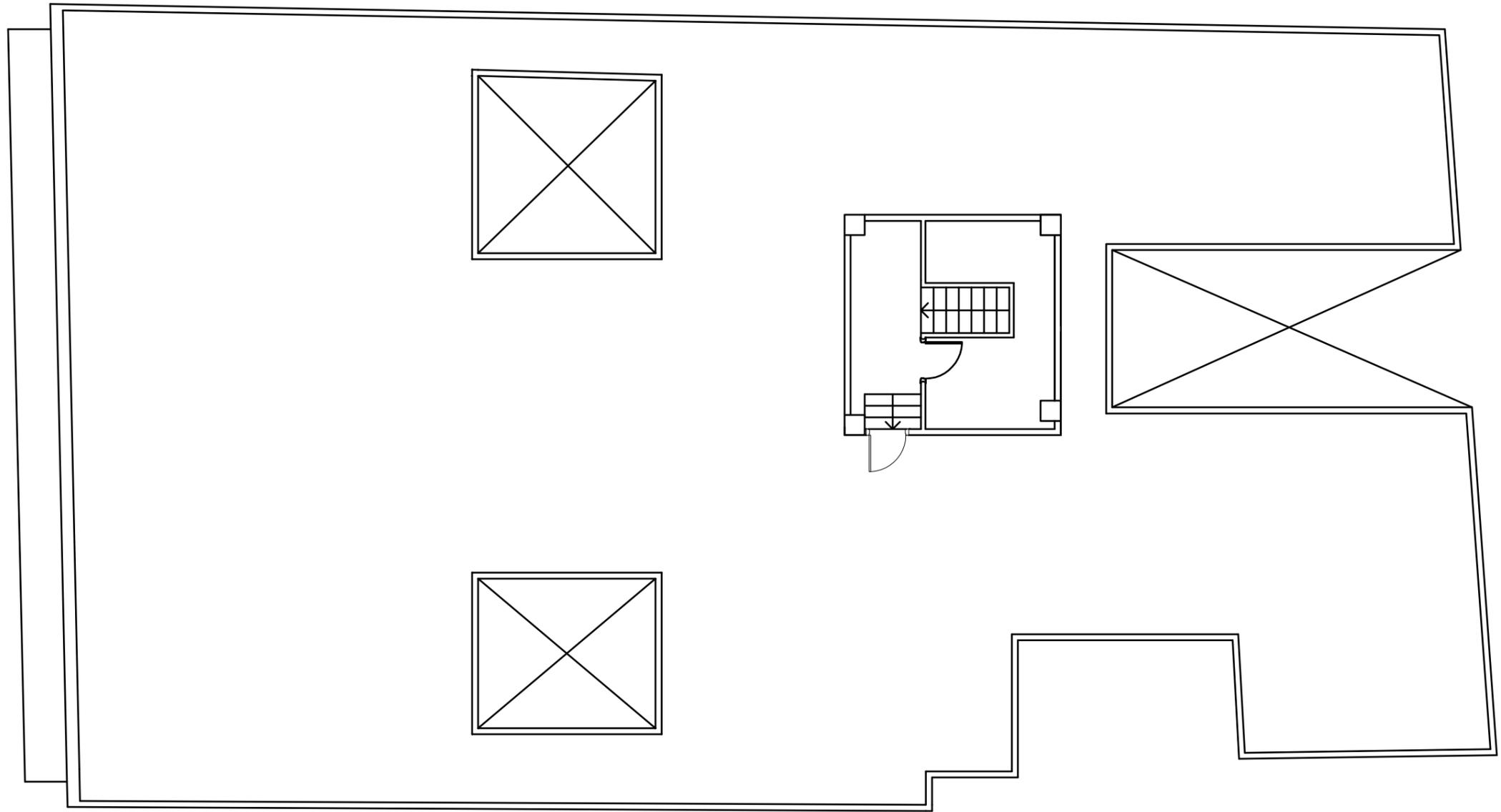
	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:	
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo	
Comprob:	01/11/14	Fer			
Escala:	Distribución planta baja			Número:	2
1/100				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



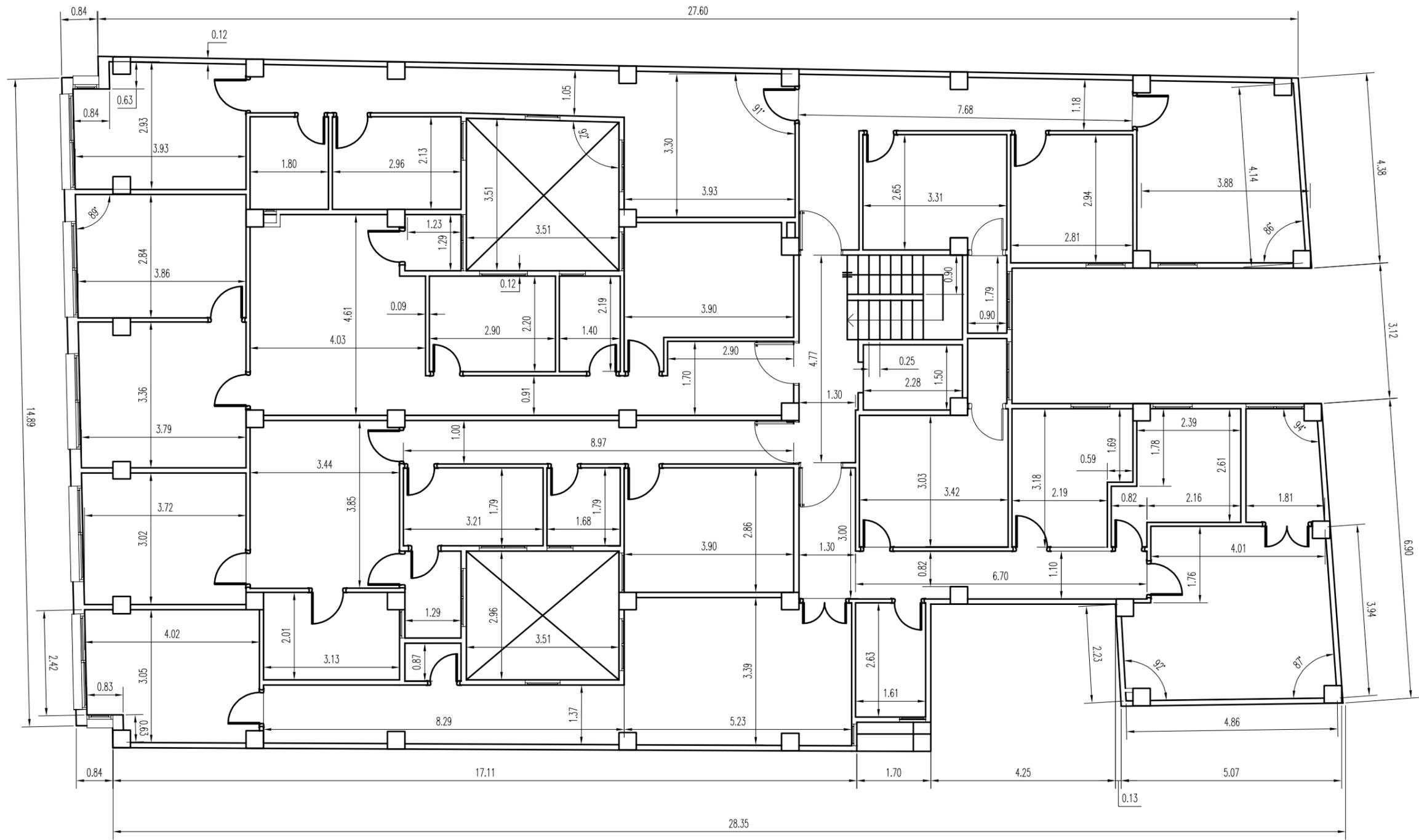
	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:		
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo		
Comprob:	01/11/14	Fer				
Escala:	Distribución planta viviendas			Número:		
1/100				3		
				Sustituye a:		
				Sustituido por:		



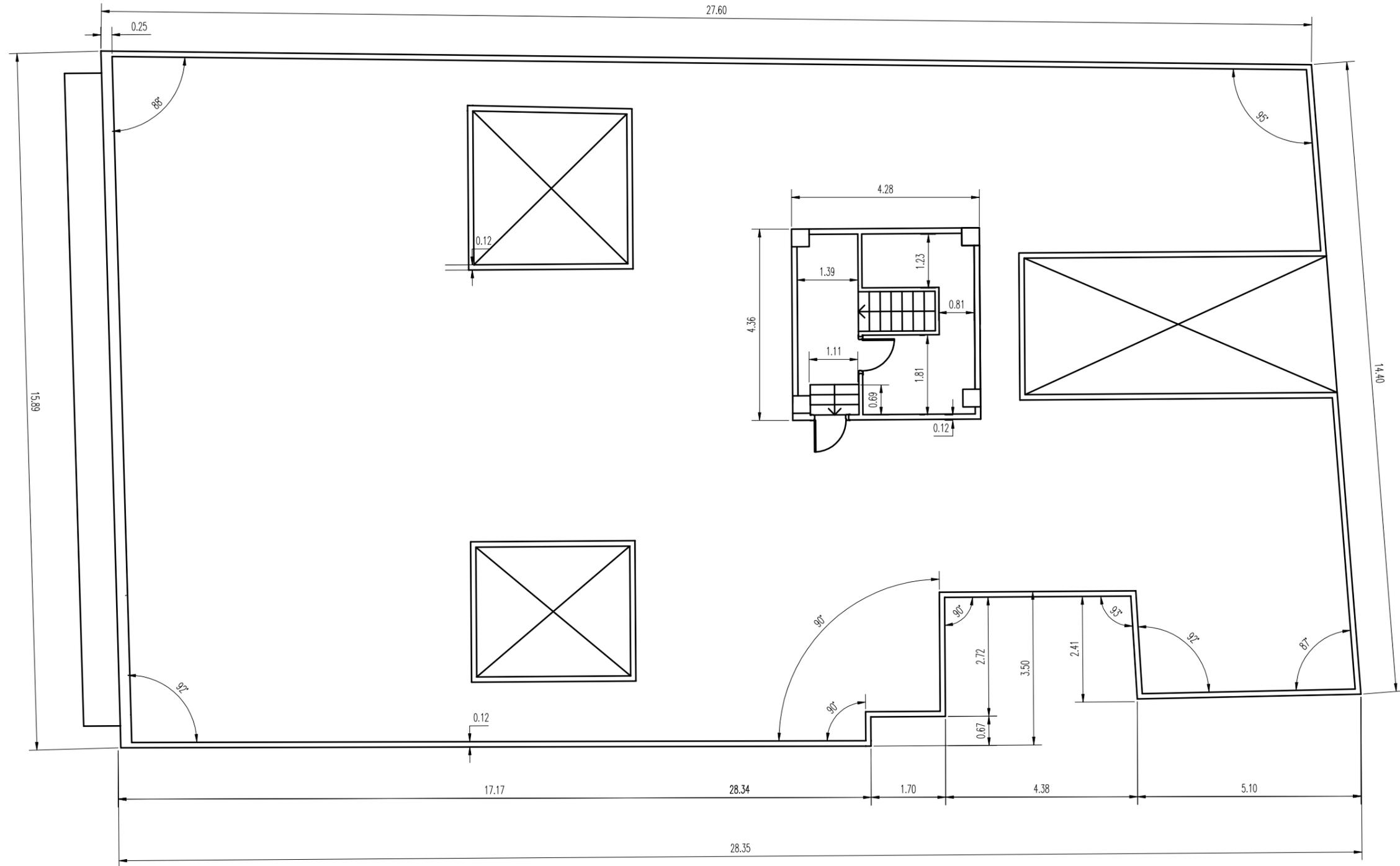
	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo
Comprob:	01/11/14	Fer		
Escala:	Distribución cubierta			Número: 4
1/100				Sustituye a:
				Sustituido por:



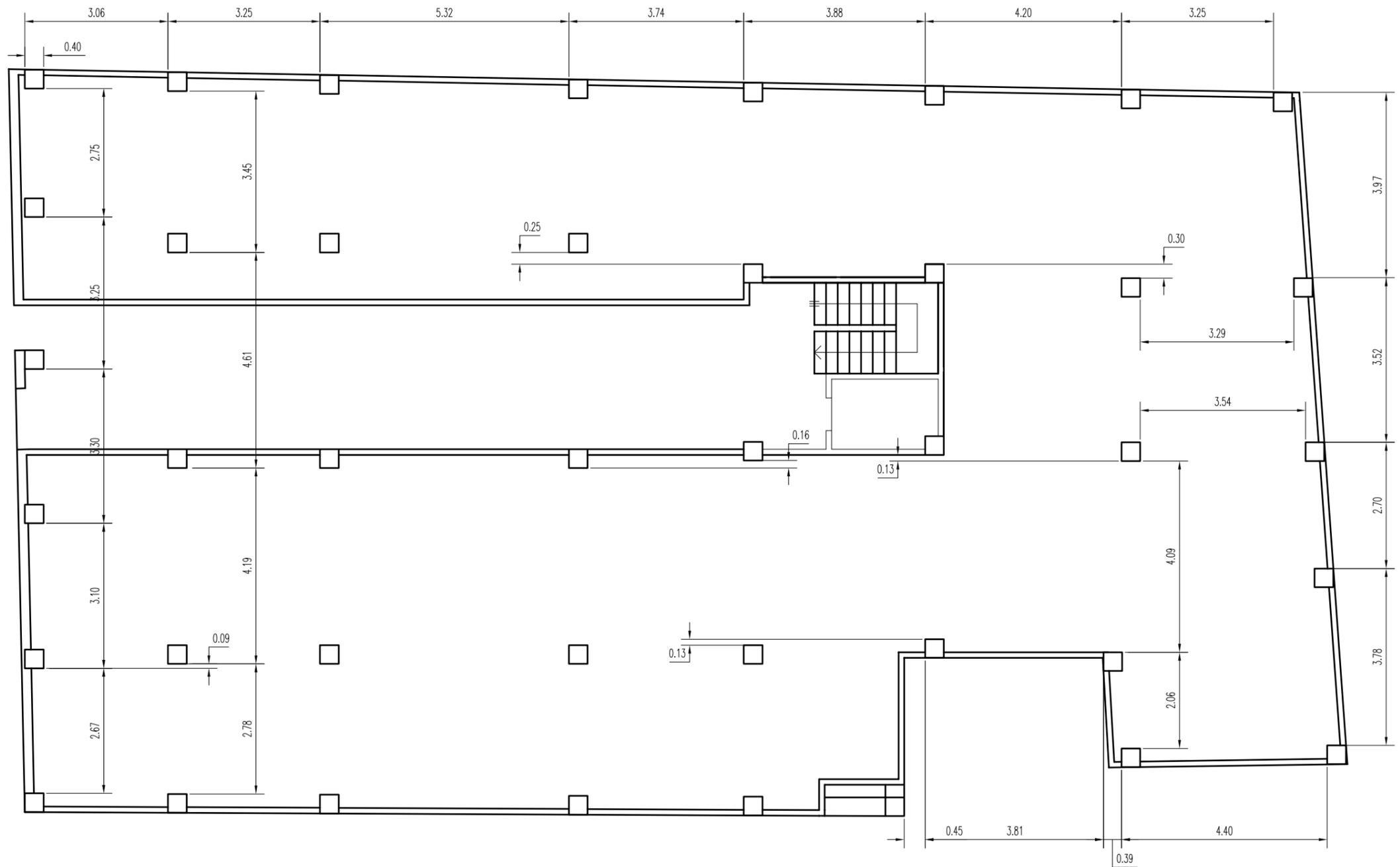
	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:	
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo	
Comprob:	01/11/14	Fer			
Escala:	Distribución casetón			Número:	5
1/100				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



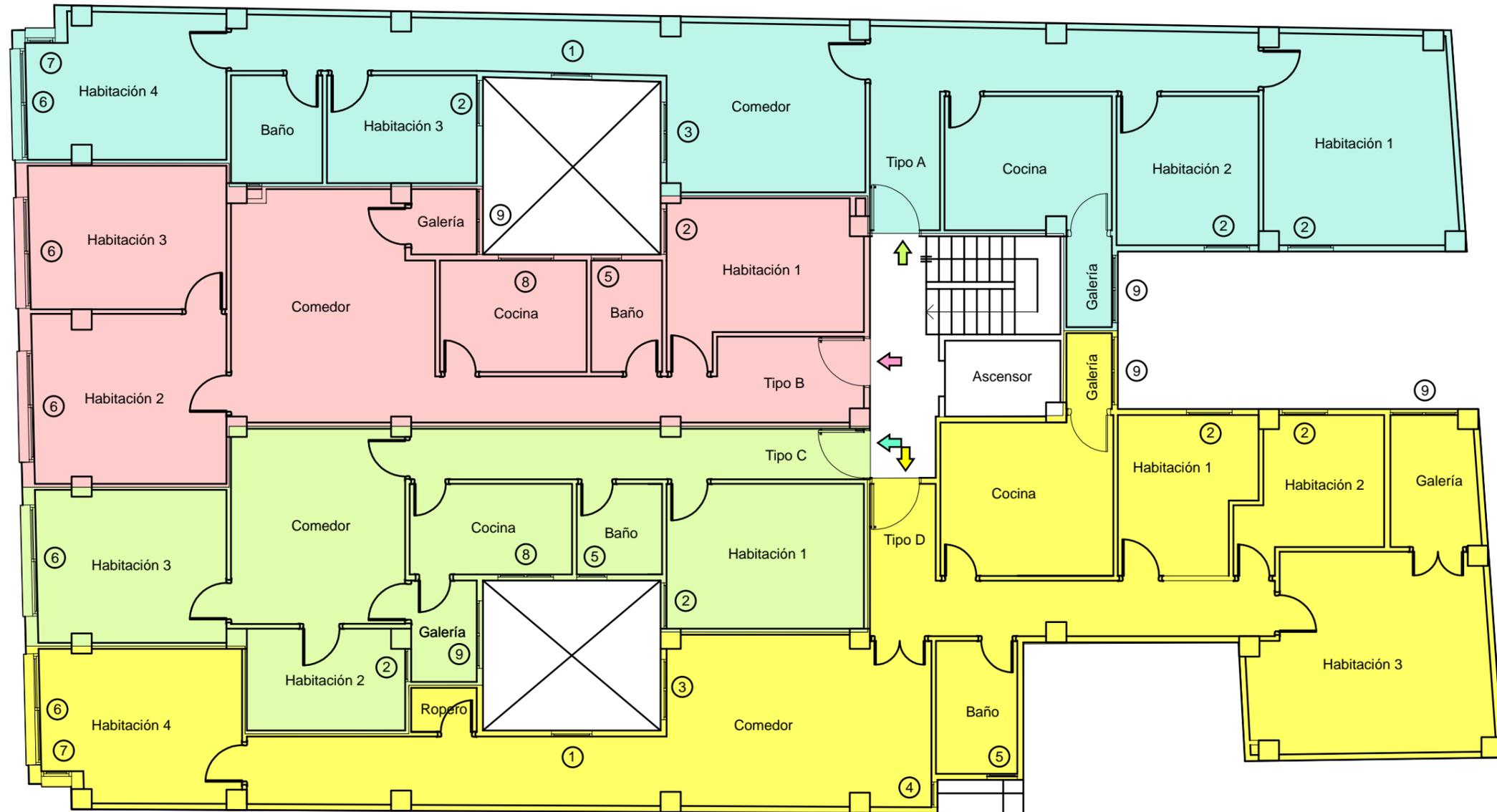
	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:		
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo		
Comprob:	01/11/14	Fer				
Escala:	Cotas planta viviendas			Número:		
1/100				7		
				Sustituye a:		
				Sustituido por:		



	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo
Comprob:	01/11/14	Fer		
Escala:	Cotas cubierta			Número:
1/100				8
				Sustituye a:
		Sustituido por:		

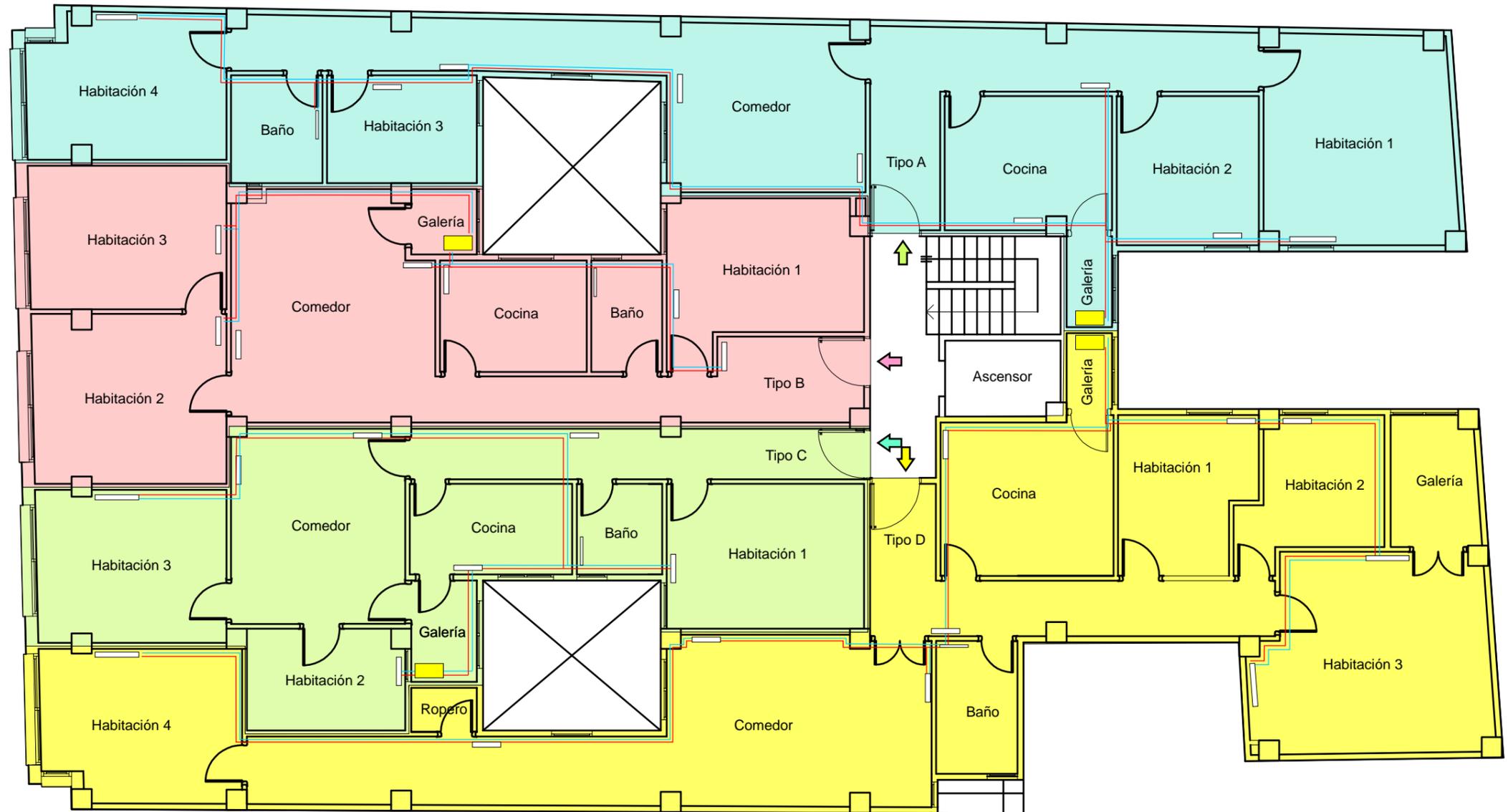


	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo
Comprob:	01/11/14	Fer		
Escala:	Cotas pilares			Número: 9
1/100				Sustituye a:
				Sustituido por:



Numeración	Medidas (ancho x alto)	Tipo	Tipo vivienda				Total	Superficie hueco (m2)	Tipo
			A	B	C	D			
1	0,80x1,10	ventana pasillo	1			1	2	0,88	hoja simple abatible hierro
2	0,90x1,10	ventana habitaciones	3	1	2	2	8	0,99	hoja simple abatible hierro
3	1,20x1,10	ventana comedor	1			1	2	1,32	doble hoja abatible hierro
4	0,50x1,10	ventana comedor peq.				1	1	0,55	hoja simple abatible hierro
5	0,60x0,80	ventana baño		1	1	1	3	0,48	hoja simple abatible hierro
6	2,20x1,60	ventana fachada	1	2	1	1	5	3,52	doble hoja corredera aluminio
7	0,60x1,60	ventana fachada lateral	1			1	2	0,36	hoja simple abatible aluminio
8	1,05x1,10	ventana cocina		1	1		2	1,16	doble hoja abatible hierro
9	1,30x2,03	ventana galería HM	1	1	1	2	5	2,64	doble hoja abatible hierro
10	1,30x2,75	puerta portal				1	1	3,58	puerta con fijo, hierro y cristal
11	1,00x2,75	ventanal portal		1			1	2,75	fijo, hierro y cristal
12	0,725x2,03	puerta caseton		1			1	1,99	madera
total huecos por planta:						30			
total huecos edificio:						213			

	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:
Dibujado:	01/11/14	Fer		Fernando del Campo
Comprob:	01/11/14	Fer		
Escala:	Carpintería exterior			Número: 10
1/100				Sustituye a:
				Sustituido por:



Tipo vivienda			
A	B	C	D

	Fecha:	Nombre:	Firma:	Razón social:
Dibujado:	14/05/15	Fer		Fernando del Campo
Comprob:	14/05/15	Fer		
Escala:	Instalación de calefacción			Número: 11
1/100				Sustituye a:
				Sustituido por:

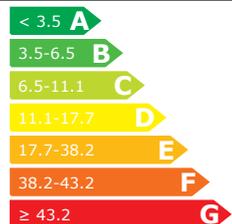
Anexo II: Resumen de certificaciones energéticas del edificio

Informe de certificación
energética del edificio actual

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

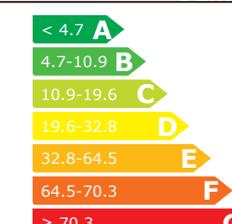
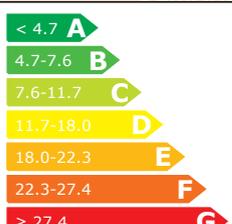
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	93.05 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		65.20	20.21
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>
93.05		7.64	-

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

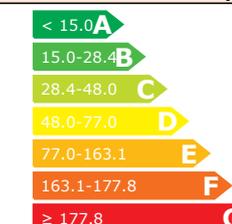
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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					
	90.42 G		20.02 E				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				90.42		20.02	

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.

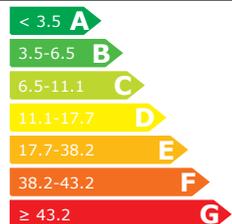
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	374.22 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		262.21	81.27
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>
374.22		30.73	-

Mejora con trasdosado
interior en fachada principal

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

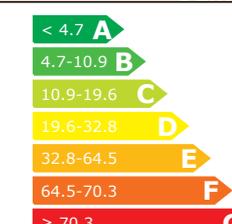
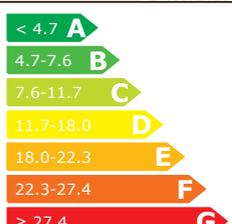
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	92.31 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		G	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	
		64.51		20.21	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		G		-	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
92.31		7.59		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

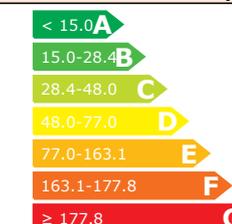
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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					
	89.47 G		19.88 E				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				89.47		19.88	

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.

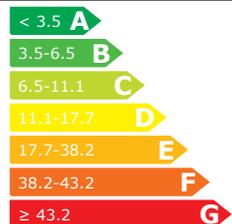
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	371.25 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		G	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
		259.45		81.27	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		G		-	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
371.25		30.53		-	

Mejora con trasdosado interior
en fachada patios interiores

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

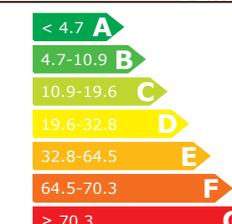
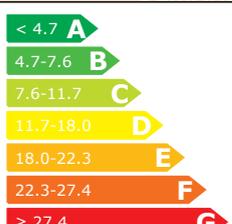
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	74.91 G	CALEFACCIÓN	ACS		
			G		G
		<i>Emisiones calefacción</i> [kgCO ₂ /m ² año]	<i>Emisiones ACS</i> [kgCO ₂ /m ² año]		
		49.17	20.21		
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN		
		E		-	
<i>Emisiones globales</i> [kgCO ₂ /m ² año]		<i>Emisiones refrigeración</i> [kgCO ₂ /m ² año]		<i>Emisiones iluminación</i> [kgCO ₂ /m ² año]	
74.91		5.54		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

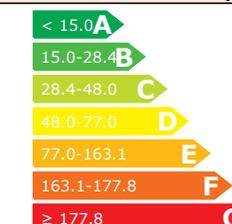
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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					
	68.18 F		14.5 D				
				<i>Demanda global de calefacción</i> [kWh/m ² año]		<i>Demanda global de refrigeración</i> [kWh/m ² año]	
				68.18		14.50	

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.

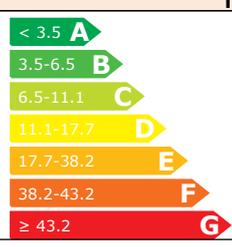
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	301.27 G	CALEFACCIÓN	ACS		
			G		G
		<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m ² año]	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m ² año]		
		197.73	81.27		
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN		
		E		-	
<i>Consumo global de energía primaria</i> [kWh/m ² año]		<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m ² año]		<i>Energía primaria iluminación</i> [kWh/m ² año]	
301.27		22.26		-	

Mejora con proyección de PUR
en fachadas medianeras

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

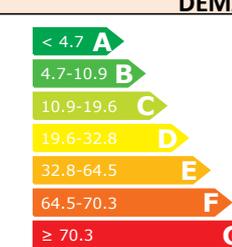
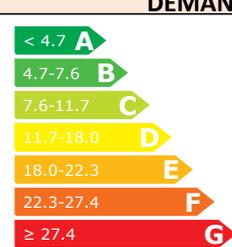
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	80.49 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		53.79	20.21
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		F	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
80.49		6.49	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

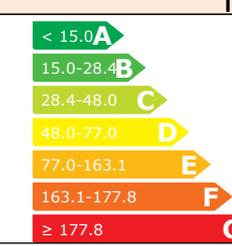
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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			
	74.59 G		17.0 D		
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>	
				74.59	
				<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				17.00	

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.

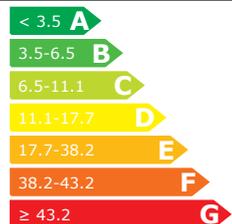
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	323.69 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		216.32	81.27
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		F	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
323.69		26.10	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

Mejora con aislamiento
cubierta plana

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

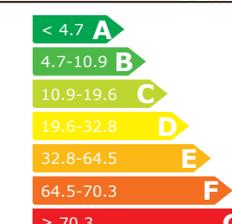
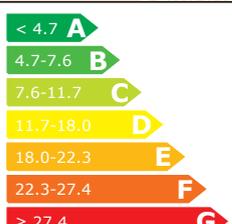
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	90.26 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		62.70	20.21
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
90.26		7.35	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

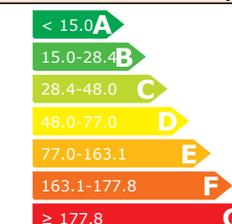
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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			
	86.95 G		19.25 E		
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>	
				86.95	
				<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				19.25	

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.

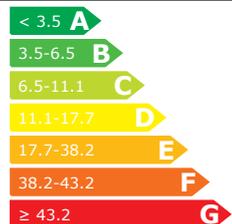
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	362.98 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		252.15	81.27
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
362.98		29.56	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

Mejora con instalación
carpintería de PVC

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

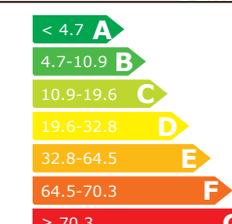
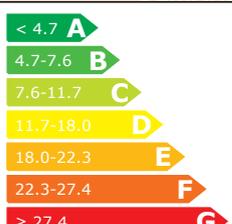
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	90.06 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		G	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	
		62.94		20.21	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		F		-	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
90.06		6.92		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

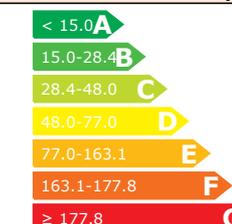
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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					
	87.28 G		18.11 E				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				87.28		18.11	

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.

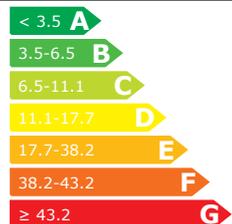
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	362.2 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		G	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
		253.12		81.27	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		F		-	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
362.20		27.81		-	

Conjunto de mejoras en
la envolvente térmica

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

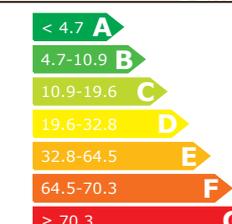
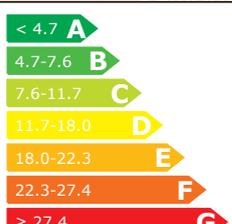
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	60.5 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		46.61	10.07
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		D	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
60.50		3.82	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

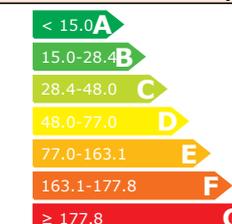
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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				
	64.64 F		10.01 C			
			<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
			64.64		10.01	

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.

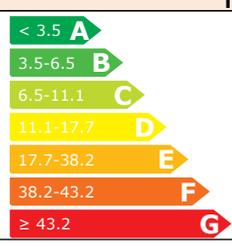
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	252.65 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	G
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		187.46	49.83
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		D	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
252.65		15.36	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

Mejora con instalación
ACS y calefacción de GN

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

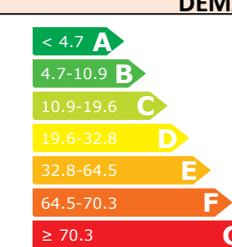
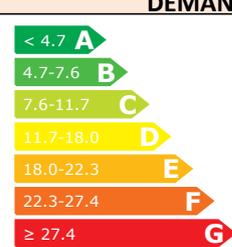
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	33.95 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	E
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		23.10	3.20
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
33.95		7.65	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

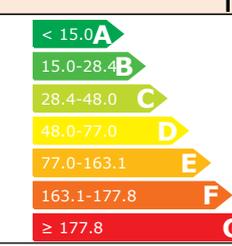
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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					
	90.46 G		20.04 E				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				90.46		20.04	

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.

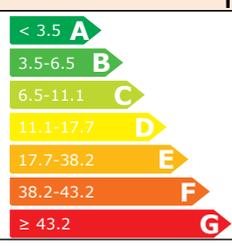
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	160.96 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	E
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		114.35	15.84
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
160.96		30.77	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

Conjunto de mejoras
en todo el edificio

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

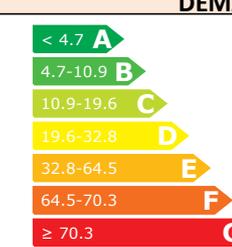
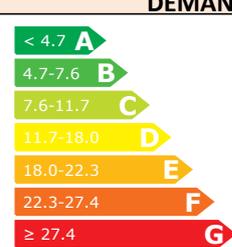
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	23.5 E	CALEFACCIÓN		ACS	
		E		E	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	
		16.48		3.20	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		D		-	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
23.50		3.82		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

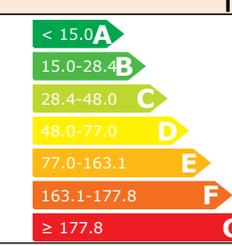
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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					
	64.64 F		10.01 C				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				64.64		10.01	

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			
	112.79 E	CALEFACCIÓN		ACS	
		E		E	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
		81.61		15.82	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		D		-	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
112.79		15.36		-	