

Edificios

Calificación de Eficiencia Energética de Edificios 12

Opción
simplificada.
Viviendas

Memoria de
cálculo



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE VIVIENDA



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO



Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía

Opción simplificada. Viviendas

Memoria de cálculo

TÍTULO DE LA PUBLICACIÓN

Opción Simplificada. Viviendas. Memoria de cálculo

CONTENIDO

Esta publicación ha sido redactada por AICIA- Grupo de Termotecnia de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y el Ministerio de Vivienda, con el objetivo de servir de guía para aquellos que quieran elaborar un procedimiento alternativo a los programas de referencia LIDER y CALENER.

.....

Esta publicación está incluida en el fondo editorial del IDAE, en la serie “Calificación de Eficiencia Energética de Edificios”.

Está permitida la reproducción, parcial o total, de la presente publicación, siempre que esté destinada al ejercicio profesional por los técnicos del sector. Por el contrario, debe contar con la aprobación por escrito del IDAE, cuando esté destinado a fines editoriales en cualquier soporte impreso o electrónico.

.....

IDAE

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

C/ Madera, 8

E-28004-Madrid

comunicacion@idae.es

www.idae.es

Madrid, mayo de 2009

Índice

1	Objeto	5
2	Ámbito de aplicación.....	9
3	Tablas de soluciones técnicas.....	13
4	Valores por defecto utilizados para los componentes no referenciados explícitamente en la solución	25
5	Definición de la muestra de edificios sobre la que se evalúan las soluciones técnicas.....	29
6	Justificación de que se pueden aplicar sin riesgo de error las soluciones técnicas.....	33
	6.1 General	35
	6.2 Obtención de $IEE_{calefacción}^{demanda}$ e $IEE_{refrigeración}^{demanda}$	36
	6.3 Obtención de $IEE_{ACS}^{demanda}$	36
	6.4 Obtención de $IEE_{calefacción}^{sistemas}$, $IEE_{refrigeración}^{sistemas}$ e $IEE_{ACS}^{sistemas}$	37
	6.5 Obtención de $IEE_{calefacción}$, $IEE_{refrigeración}$ e IEE_{ACS}	37
	6.6 Obtención de IEE_{global}	38
7	Justificación de que la solución técnica cumple los requisitos mínimos de la Certificación Energética	41

8 Justificación de que las características posibles de los componentes no incluidos no modifican las clases de eficiencia reivindicadas.....	45
9 Memoria de cálculo.....	49
9.1 Características térmicas de los diferentes componentes que constituyen las soluciones técnicas	51
9.2 Cálculo de los valores del indicador de eficiencia energética global y de los indicadores complementarios para todas las combinaciones que resulten de los edificios y sus componentes	51
9.3 Distribución de los indicadores de eficiencia frente a los límites de las clases de eficiencia, indicando el número de combinaciones que pertenecen a cada clase	60
ANEXO I. Morfología de los edificios seleccionados	85
I.1 Viviendas unifamiliares	87
I.2 Bloques de viviendas	94
ANEXO II. Elección de la muestra representativa del conjunto de viviendas	103
II.1 Viviendas unifamiliares	105
II.2 Bloques de viviendas	108

1

Objeto

Objeto

- 1 El Procedimiento Básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, aprobado por el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, en su artículo 4 establece que la obtención de la calificación de eficiencia energética de un edificio se podrá realizar mediante una opción general, de carácter prestacional, verificada mediante un programa informático, o bien mediante una opción simplificada, de carácter prescriptivo, que desarrolla la metodología de cálculo de una manera indirecta.
- 2 Este documento se refiere a la opción simplificada, mediante la cual se determina la clase de eficiencia energética a asignar a los edificios de viviendas que cumplen estrictamente con la opción simplificada de la Sección HE-1 “Limitación de demanda energética” del DB-HE “Ahorro de energía” del Código Técnico de la Edificación (CTE) y para los que se ha decidido no utilizar la opción general de dicha Sección.
- 3 Los edificios cuya calificación se realice mediante la opción simplificada deben cumplir en todo caso con los requisitos de la Sección HE-2 Rendimiento de las instalaciones térmicas y con los porcentajes previstos en la Sección HE-4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, del mismo DB-HE.
- 4 La utilización de esta opción simplificada sólo permite obtener clases de eficiencia energética D o E; aunque es posible que con la utilización de la opción general en el mismo edificio, bien sea con el programa informático de referencia CALENER o con cualquier programa informático alternativo que haya sido validado, se obtuviera una clase de eficiencia energética mejor que la que se le asigna por esta opción.
- 5 El objetivo de esta opción simplificada para los edificios de viviendas es proporcionar la calificación de eficiencia energética de los mismos de una manera indirecta, a través de un conjunto de soluciones técnicas, definidas más adelante, que son coherentes con la verificación del cumplimiento de los requisitos mínimos de la Directiva 2002/91/CE, tal como se muestra en la tabla siguiente.

		Opción general		
		Procedimiento de referencia	Procedimientos alternativos	Opción simplificada
Requisitos mínimos	Demanda de calefacción y refrigeración	Programa LIDER	Programas alternativos a LIDER	Cumplimiento de la opción simplificada del CTE-HE1
	Rendimiento de instalaciones térmicas	Cumplimiento de requisitos de CTE-HE2	Cumplimiento de requisitos de CTE-HE2	Cumplimiento de requisitos de CTE-HE2
	Contribución solar mínima de ACS	Cumplimiento de porcentajes previstos en CTE-HE4	Cumplimiento de porcentajes previstos en CTE-HE4	Cumplimiento de porcentajes previstos en CTE-HE4
Calificación Energética		Programa CAENER	Programas alternativos a CAENER	Asignación directa de Clase de eficiencia D o E

2

Ámbito de aplicación

- 1 Las soluciones técnicas proporcionadas por esta opción son limitadas, aunque cubren la mayoría de los edificios destinados a vivienda, tanto unifamiliares como en bloque. Las soluciones técnicas se extienden a las 12 zonas climáticas en las que se ha subdividido la geografía española en el CTE-HE1.
- 2 Las únicas limitaciones a su empleo son las derivadas de la aplicabilidad de la opción simplificada del CTE-HE1; lo que significa que podrá utilizarse la opción simplificada cuando se cumplan simultáneamente las condiciones de que el porcentaje de huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie, y que el porcentaje de lucernarios sea inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.
- 3 Como excepción a lo anterior, se admiten porcentajes de huecos superiores al 60% en aquellas fachadas cuyo área suponga un porcentaje inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio.
- 4 Quedan excluidos aquellos edificios cuyos cerramientos estén formados por soluciones constructivas no convencionales, tales como muros ‘Trombe’, muros ‘parietodinámicos’, invernaderos adosados, fachadas ventiladas, etc.

3

Tablas de soluciones técnicas

- 1 A los efectos de esta opción simplificada para los edificios de vivienda, se entiende por **solución técnica** un conjunto determinado de parámetros característicos que definen el comportamiento energético de un edificio y sus instalaciones, que cumple estrictamente con los requisitos mínimos indicados en el cuadro anterior.
- 2 Las soluciones técnicas se presentan en forma de un conjunto de tablas, según las distintas zonas climáticas, que contienen una serie de opciones. Cada opción constituye una **solución técnica** que incluye un conjunto alternativo de combinaciones posibles de los siguientes parámetros característicos:
 - a) Compacidad, c , expresada en m , como relación entre el volumen, V , encerrado por la envolvente térmica y la suma, S , de las superficies de dicha envolvente.
 $c=V/S [m]$
 - b) Rendimiento del equipo generador de calefacción expresado por su Clase Energética:
 - con el sistema de estrellas para las calderas según el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CEE, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la Directiva 93/68/CEE del Consejo, o
 - con el sistema de letras para las bombas de calor según el Real Decreto 142/2003, de 7 de febrero, por el que se regula el etiquetado energético de los acondicionadores de aire de uso doméstico.
 - c) Tipo de combustible de la instalación de calefacción, distinguiendo entre:
 - GN: Gas Natural
 - LIQ: Combustible líquido (típicamente gasóleo)
 - GLP: Gases licuados de petróleo (butano y propano)
 - d) Rendimiento del equipo generador de refrigeración, expresado por su Clase Energética, con el sistema de letras según el Real Decreto 142/2003.
 - e) Rendimiento del equipo generador de agua caliente sanitaria, expresado por su Clase Energética, con el sistema de estrellas según el Real Decreto 275/1995.
- 3 El cumplimiento de cualquiera de las combinaciones de las diferentes opciones, dadas por columnas, permite la asignación al edificio de la clase de eficiencia D.
- 4 En caso de que los parámetros característicos del edificio no permitan su inclusión en alguna de las opciones propuestas, el edificio obtendrá la clase de eficiencia E.
- 5 Del mismo modo, cuando alguno de estos parámetros quede reflejado en cualquiera de las tablas mediante un símbolo “-“, el edificio obtendrá la clase de eficiencia E.
- 6 A continuación se incluyen seis tablas con las opciones de soluciones técnicas para viviendas unifamiliares y seis tablas con las opciones para bloques de viviendas, según la zonificación climática establecida, en función del clima de la localidad, en la Sección HE 1 del CTE.

Tablas

Viviendas Unifamiliares

Tabla 1 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en las zonas A3, A4, B4, C3 y C4

Tabla 2 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en las zonas B3 y D3

Tabla 3 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en las zonas D1 y E1

Tabla 4 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en la zona D2

Tabla 5 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en la zona C1

Tabla 6 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en la zona C2

Bloques de Viviendas

Tabla 7 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en las zonas A4, B3, B4, C3 y C4

Tabla 8 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en la zona A3

Tabla 9 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en la zona C2

Tabla 10 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en las zonas D2 y D3

Tabla 11 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en las zonas D1 y E1

Tabla 12 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en la zona C1

Concepto		Opciones de obtención de Clase D			
		Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Envuelta	Compacidad	≥ 2	≥ 2	< 2	< 2
Instalación de calefacción	Bomba de calor-Aparatos Divididos	F	Todos	D	F
	Bomba de calor-Aparatos Compactos	F	Todos	C	F
	Bomba de calor-Aparatos Conducto Único	D	F	B	D
	Caldera individual	GN ****	GN Todas	LIQ/GLP **	—
	Caldera individual mixta con acumulación	GN ****	GN Todas	LIQ/GLP **	—
	Caldera individual mixta sin acumulación	—	GN **	—	—
	Caldera eléctrica efecto Joule	—	—	—	—
Instalación de refrigeración	Aire/Aire-Aparatos Divididos	Todos	D	Todos	A
	Aire/Aire-Aparatos Compactos	Todos	C	Todos	A
	Aire/Aire-Aparatos Conducto Único	Todos	A	Todos	—
Instalación de ACS	Caldera sin acumulación	Todas	Todas	Todas	Todas
	Caldera con acumulación	Todas	Todas	Todas	Todas
	Caldera eléctrica efecto Joule	Todas	Todas	Todas	Todas

Tabla 1 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en las zonas A3, A4, B4, C3 y C4

Concepto		Opciones de obtención de Clase D							
		Opción 1	Opción 2		Opción 3		Opción 4	Opción 5	Opción 6
Envuelta	Compacidad	≥ 2	≥ 2		≥ 2		< 2	< 2	< 2
Instalación de calefacción	Bomba de calor-Aparatos Divididos	F	Todos		Todos		D	F	F
	Bomba de calor-Aparatos Compactos	F	Todos		Todos		C	F	F
	Bomba de calor-Aparatos Conducto Único	D	F		F		B	D	D
	Caldera individual	GN ****	GN Todas	LIQ/GLP **	GN Todas	LIQ/GLP **	–	GN ****	GN ****
	Caldera individual mixta con acumulación	GN ****	GN Todas	LIQ/GLP **	GN Todas	LIQ/GLP **	–	GN ****	GN ****
	Caldera individual mixta sin acumulación	–	GN **		GN **		–	–	–
	Caldera eléctrica efecto Joule	–	–	–	–	–	–	–	–
Instalación de refrigeración	Aire/Aire-Aparatos Divididos	Todos	Todos		D		Todos	A	Todos
	Aire/Aire-Aparatos Compactos	Todos	Todos		C		Todos	A	Todos
	Aire/Aire-Aparatos Conducto Único	Todos	Todos		A		Todos	–	Todos
Instalación de ACS	Caldera sin acumulación	Todas	–		Todas		Todas	Todas	–
	Caldera con acumulación	Todas	GN ***		Todas		Todas	Todas	GN ***
	Caldera eléctrica efecto Joule	Todas	–		Todas		Todas	Todas	–

Tabla 2 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en las zonas B3 y D3

Concepto		Opciones de obtención de Clase D	
		Opción 1	Opción 2
Envuelta	Compacidad	≥ 2	< 2
Instalación de calefacción	Bomba de calor-Aparatos Divididos	Todos	F
	Bomba de calor-Aparatos Compactos	Todos	F
	Bomba de calor-Aparatos Conducto Único	F	D
	Caldera individual	GN Todas	LIQ/GLP ** GN ****
	Caldera individual mixta con acumulación	GN Todas	LIQ/GLP ** GN ****
	Caldera individual mixta sin acumulación	GN **	—
	Caldera eléctrica efecto Joule	—	—
Instalación de refrigeración	Aire/Aire	—	—
Instalación de ACS	Caldera sin acumulación	Todas	Todas
	Caldera con acumulación	Todas	Todas
	Caldera eléctrica efecto Joule	Todas	Todas

Tabla 3 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en las zonas D1 y E1

Concepto		Opciones de obtención de Clase D	
		Opción 1	Opción 2
Envuelta	Compacidad	≥ 2	< 2
Instalación de calefacción	Bomba de calor-Aparatos Divididos	Todos	F
	Bomba de calor-Aparatos Compactos	Todos	F
	Bomba de calor-Aparatos Conducto Único	F	D
	Caldera individual	GN Todas	LIQ/GLP ** GN ****
	Caldera individual mixta con acumulación	GN Todas	LIQ/GLP ** GN ****
	Caldera individual mixta sin acumulación	GN **	—
	Caldera eléctrica efecto Joule	—	—
Instalación de refrigeración	Aire/Aire-Aparatos Divididos	Todos	Todos
	Aire/Aire-Aparatos Compactos	Todos	Todos
	Aire/Aire-Aparatos Conducto Único	Todos	Todos
Instalación de ACS	Caldera sin acumulación	Todas	Todas
	Caldera con acumulación	Todas	Todas
	Caldera eléctrica efecto Joule	Todas	Todas

Tabla 4 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en la zona D2

Concepto		Opciones de obtención de Clase D		
		Opción 1		Opción 2
Envuelta	Compacidad	≥ 2		< 2
Instalación de calefacción	Bomba de calor-Aparatos Divididos	Todos		F
	Bomba de calor-Aparatos Compactos	Todos		F
	Bomba de calor-Aparatos Conducto Único	F		D
	Caldera individual	GN Todas	LIQ/GLP **	GN ****
	Caldera individual mixta con acumulación	GN Todas	LIQ/GLP **	GN ****
	Caldera individual mixta sin acumulación	GN **		—
	Caldera eléctrica efecto Joule	—		—
Instalación de refrigeración	Aire/Aire	—		—
Instalación de ACS	Caldera sin acumulación	Todas		Todas
	Caldera con acumulación	Todas		Todas
	Caldera eléctrica efecto Joule	Todas		—

Tabla 5 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en la zona C1

Concepto		Opciones de obtención de Clase D							
		Opción 1	Opción 2		Opción 3		Opción 4	Opción 5	Opción 6
Envuelta	Compacidad	≥ 2	≥ 2		≥ 2		< 2	< 2	< 2
Instalación de calefacción	Bomba de calor-Aparatos Divididos	F	Todos		Todos		C	F	F
	Bomba de calor-Aparatos Compactos	F	Todos		Todos		C	F	F
	Bomba de calor-Aparatos Conducto Único	D	F		F		B	D	D
	Caldera individual	GN ****	GN Todas	LIQ/GLP **	GN Todas	LIQ/GLP **	—	GN ****	GN ****
	Caldera individual mixta con acumulación	GN ****	GN Todas	LIQ/GLP **	GN Todas	LIQ/GLP **	—	GN ****	GN ****
	Caldera individual mixta sin acumulación	—	GN **		GN **		—	—	—
	Caldera eléctrica efecto Joule	—	—	—	—	—	—	—	—

(Continuación)

Concepto		Opciones de obtención de Clase D					
		Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5	Opción 6
Instalación de refrigeración	Aire/Aire-Aparatos Divididos	Todos	Todos	D	Todos	A	Todos
	Aire/Aire-Aparatos Compactos	Todos	Todos	C	Todos	A	Todos
	Aire/Aire-Aparatos Conducto Único	Todos	Todos	A	Todos	–	Todos
Instalación de ACS	Caldera sin acumulación	Todas	Todas	Todas	Todas	Todas	Todas
	Caldera con acumulación	Todas	Todas	Todas	Todas	Todas	Todas
	Caldera eléctrica efecto Joule	Todas	–	–	Todas	–	–

Tabla 6 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en la zona C2

Concepto		Opciones de obtención de Clase D		
		Opción 1	Opción 2	Opción 3
Envuelta	Compacidad	≥ 2.5	≥ 2.5	< 2.5
Instalación de calefacción	Bomba de calor-Aparatos Divididos	D	Todos	D
	Bomba de calor-Aparatos Compactos	C	Todos	C
	Bomba de calor-Aparatos Conducto Único	B	F	B
	Caldera individual	–	GN Todas	LIQ/GLP **
	Caldera individual mixta con acumulación	–	GN Todas	LIQ/GLP **
	Caldera individual mixta sin acumulación	–	GN **	–
	Caldera centralizada	–	GN Todas	LIQ/GLP ****
	Caldera centralizada mixta	–	GN Todas	LIQ/GLP **
	Caldera eléctrica efecto Joule	–	–	–
Instalación de refrigeración	Aire/Aire-Aparatos Divididos	Todos	D	A
	Aire/Aire-Aparatos Compactos	Todos	C	–
	Aire/Aire-Aparatos Conducto Único	Todos	A	–
Instalación de ACS	Caldera sin acumulación	Todas	Todas	Todas
	Caldera con acumulación	Todas	Todas	Todas
	Caldera centralizada mixta	Todas	Todas	Todas
	Caldera eléctrica efecto Joule	Todas	Todas	Todas

Tabla 7 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en las zonas A4, B3, B4, C3 y C4

Concepto		Opciones de obtención de Clase D		
		Opción 1	Opción 2	Opción 3
Envuelta	Compacidad	≥ 2.5	≥ 2.5	< 2.5
Instalación de calefacción	Bomba de calor-Aparatos Divididos	D	Todos	D
	Bomba de calor-Aparatos Compactos	C	Todos	C
	Bomba de calor-Aparatos Conducto Único	B	F	B
	Caldera individual	–	GN Todas	LIQ/GLP **
	Caldera individual mixta con acumulación	–	GN Todas	LIQ/GLP **
	Caldera individual mixta sin acumulación	–	GN **	–
	Caldera centralizada	–	GN Todas	LIQ/GLP ****
	Caldera centralizada mixta	–	GN Todas	LIQ/GLP **
	Caldera eléctrica efecto Joule	–	–	–
Instalación de refrigeración	Aire/Aire-Aparatos Divididos	Todos	D	A
	Aire/Aire-Aparatos Compactos	Todos	C	–
	Aire/Aire-Aparatos Conducto Único	Todos	A	–
Instalación de ACS	Caldera sin acumulación	Todas	Todas	Todas
	Caldera con acumulación	Todas	Todas	Todas
	Caldera centralizada mixta	Todas	Todas	Todas
	Caldera eléctrica efecto Joule	Todas	–	–

Tabla 8 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en la zona A3

Concepto		Opciones de obtención de Clase D						
		Opción 1	Opción 2		Opción 3		Opción 4	Opción 5
Envuelta	Compacidad	≥ 2.5	≥ 2.5		≥ 2.5		< 2.5	< 2.5
Instalación de calefacción	Bomba de calor-Aparatos Divididos	D	Todos		Todos		D	D
	Bomba de calor-Aparatos Compactos	C	Todos		Todos		C	C
	Bomba de calor-Aparatos Conducto Único	B	F		F		B	B
	Caldera individual	—	GN Todas	LIQ/GLP **	GN Todas	LIQ/GLP **	—	—
	Caldera individual mixta con acumulación	—	GN Todas	LIQ/GLP **	GN Todas	LIQ/GLP **	—	—
	Caldera individual mixta sin acumulación	—	GN **		GN **		—	—
	Caldera centralizada	—	GN Todas	LIQ/GLP ****	GN Todas	LIQ/GLP ****	—	—
	Caldera centralizada mixta	—	GN Todas	LIQ/GLP **	GN Todas	LIQ/GLP **	—	—
	Caldera eléctrica efecto Joule	—	—		—		—	—
Instalación de refrigeración	Aire/Aire-Aparatos Divididos	Todos	D		Todos		A	Todos
	Aire/Aire-Aparatos Compactos	Todos	C		Todos		—	Todos
	Aire/Aire-Aparatos Conducto Único	Todos	A		Todos		—	Todos
Instalación de ACS	Caldera sin acumulación	Todas	Todas		Todas		Todas	Todas
	Caldera con acumulación							
	Caldera centralizada mixta	Todas	Todas		GN Todas	LIQ/GLP ***	Todas	GN Todas LIQ/GLP ***
	Caldera eléctrica efecto Joule	Todas	—		—		—	—

Tabla 9 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en la zona C2

Concepto		Opciones de obtención de Clase D						
		Opción 1	Opción 2		Opción 3		Opción 4	Opción 5
Envuelta	Compacidad	≥ 2.5	≥ 2.5		≥ 2.5		< 2.5	< 2.5
	Bomba de calor-Aparatos Divididos	D	Todos		Todos		D	D
	Bomba de calor-Aparatos Compactos	C	Todos		Todos		C	C
	Bomba de calor-Aparatos Conducto Único	B	F		F		B	B
Instalación de calefacción	Caldera individual	–	GN Todas	LIQ/GLP **	GN Todas	LIQ/GLP **	–	–
	Caldera individual mixta con acumulación	–	GN Todas	LIQ/GLP **	GN Todas	LIQ/GLP **	–	–
	Caldera individual mixta sin acumulación	–	GN **		GN **		–	–
	Caldera centralizada	–	GN Todas	LIQ/GLP ****	GN Todas	LIQ/GLP ****	–	–
	Caldera centralizada mixta	–	GN Todas	LIQ/GLP **	GN Todas	LIQ/GLP **	–	–
	Caldera eléctrica efecto Joule	–	–	–	–	–	–	–
Instalación de refrigeración	Aire/Aire-Aparatos Divididos	Todos	D		Todos		A	Todos
	Aire/Aire-Aparatos Compactos	Todos	C		Todos		–	Todos
	Aire/Aire-Aparatos Conducto Único	Todos	A		Todos		–	Todos
Instalación de ACS	Caldera sin acumulación	Todas	Todas		Todas		Todas	Todas
	Caldera con acumulación	Todas	Todas		Todas		Todas	Todas
	Caldera centralizada mixta	Todas	Todas		Todas		Todas	Todas
	Caldera eléctrica efecto Joule	Todas	Todas		–		Todas	–

Tabla 10 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en las zonas D2 y D3

Concepto		Opciones de obtención de Clase D	
		Opción 1	Opción 2
Envuelta	Compacidad	≥ 2.5	< 2.5
Instalación de calefacción	Bomba de calor-Aparatos Divididos	Todos	D
	Bomba de calor-Aparatos Compactos	Todos	C
	Bomba de calor-Aparatos Conducto Único	F	B
	Caldera individual	GN Todas	LIQ/GLP **
	Caldera individual mixta con acumulación	GN Todas	LIQ/GLP **
	Caldera individual mixta sin acumulación	GN **	—
	Caldera centralizada	GN Todas	LIQ/GLP ****
	Caldera centralizada mixta	GN Todas	LIQ/GLP **
Instalación de refrigeración	Caldera eléctrica efecto Joule	—	—
	Aire/Aire	—	—
Instalación de ACS	Caldera sin acumulación	Todas	Todas
	Caldera con acumulación	Todas	Todas
	Caldera centralizada mixta	Todas	Todas
	Caldera eléctrica efecto Joule	Todas	Todas

Tabla 11 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en las zonas D1 y E1

Concepto		Opciones de obtención de Clase D		
		Opción 1	Opción 2	Opción 3
Envuelta	Compacidad	≥ 2.5	≥ 2.5	< 2.5
Instalación de calefacción	Bomba de calor	Todos Todos F	D C B	D C B
	Caldera individual	GN Todas	LIQ/GLP **	—
	Caldera ind. mixta con acumulación	GN	LIQ/GLP	—
	Caldera ind. mixta sin acumulación	GN **	—	—
	Caldera centralizada	GN Todas	LIQ/GLP ****	—
	Caldera centralizada mixta	GN Todas	LIQ/GLP **	—
	Caldera eléctrica efecto Joule	—	—	—
	Aire/Aire	—	—	—
Instalación de ACS	Caldera sin acumulación	Todas	Todas	Todas
	Caldera con acumulación	Todas	Todas	Todas
	Caldera centralizada mixta	Todas	Todas	Todas
	Caldera eléctrica efecto Joule	—	Todas	—

Tabla 12 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en la zona C1

4

**Valores por defecto
utilizados para los
componentes no
referenciados
explícitamente
en la solución**

Los parámetros característicos de los cerramientos son los correspondientes a los valores límite fijados en las tablas 2.2 de la sección HE1 del Documento Básico HE del Código Técnico de la Edificación.

Las carpinterías de huecos cumplen las exigencias de permeabilidad al aire indicadas en el apartado 2.3 de la sección HE1 del Documento Básico HE del Código Técnico de la Edificación.

Las transmitancias lineales de los puentes térmicos son las incluidas en la tabla 13:

CASO	ZONA CLIMÁTICA				
	A	B	C	D	E
Frente de forjado	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
Esquina horizontal entrante	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Esquina horizontal saliente	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Esquina saliente	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Hueco ventana	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Pilar	0,85	0,85	0,80	0,75	0,70
Esquina entrante	-0,10	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15
Unión solera pared exterior	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

Tabla 13 Transmitancia lineal por defecto de puentes térmicos procedentes de encuentros entre cerramientos, Ψ W/mK

La contribución solar a la producción de agua caliente sanitaria cumple los porcentajes previstos en la sección HE4 del Documento Básico HE del Código Técnico de la Edificación.

5

**Definición de la muestra
de edificios sobre la que
se evalúan las soluciones
técnicas**

A partir de una recopilación inicial amplia de edificios, se ha seleccionado una muestra que fuera representativa de acuerdo con las estadísticas del INE sobre construcción de edificios de nueva planta (Censos de Población y Viviendas 2001. Resultados Detallados Definitivos. © INE 2004) y que al mismo tiempo fuera consistente con la recopilación inicial.

En total, se han seleccionado 11 edificios de viviendas unifamiliares y 10 correspondientes a bloques de viviendas.

La representatividad en relación con las estadísticas del INE se ha basado en la superficie útil (para las viviendas unifamiliares) y en el número de plantas (para los bloques).

Los criterios de consistencia frente a la recopilación inicial son la compacidad y el porcentaje de superficie acristalada en relación con la superficie útil.

El Anexo I describe la morfología de los edificios seleccionados y el Anexo II justifica la pertinencia de su elección. La mayoría de ellos son edificios reales, existiendo algunas excepciones para las que, a partir de edificios reales, se ha modificado la superficie útil o el número de plantas con el fin de aumentar su representatividad.



**Justificación de que se
pueden aplicar sin riesgo
de error las soluciones
técnicas**

6.1 GENERAL

La clase reivindicada (D) en cada una de las opciones es el resultado de buscar las diferentes combinaciones de clases para los indicadores de eficiencia intermedios que conducen a esa clase D.

Con carácter general, el indicador de eficiencia energética global depende de los indicadores intermedios, mediante la expresión siguiente:

$$IEE_{global} = IEE_{calefacción}^{\phi_{calefacción}} + IEE_{refrigeración}^{\phi_{refrigeración}} + IEE_{ACS}^{\phi_{ACS}}$$

donde:

$IEE_{calefacción}$, $IEE_{refrigeración}$ y IEE_{ACS} son, respectivamente, los indicadores correspondientes a las emisiones de CO₂ de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria para el edificio objeto.

$\phi_{calefacción}$, $\phi_{refrigeración}$ y ϕ_{ACS} son, respectivamente, los coeficientes de reparto correspondientes a las emisiones de CO₂ de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria de referencia. Los coeficientes de reparto dependen de la localidad y del tipo de edificio de vivienda (unifamiliares o en bloque) y su suma, en cada caso, es igual a la unidad.

A su vez, cada uno de los indicadores intermedios depende de la demanda correspondiente (D), del rendimiento medio estacional de la instalación (η) y del tipo de energía utilizada (a través del coeficiente de paso a emisiones de CO₂), mediante la relación:

$$IEE_{calefacción} = IEE_{calefacción}^{demanda} \cdot IEE_{calefacción}^{sistemas} = \frac{D_{calefacción}|_{objeto}}{D_{calefacción}|_{referencia}} * \frac{coef.paso|_{\eta_{SC}|_{objeto}}}{coef.paso|_{\eta_{SC}|_{referencia}}}$$

$$IEE_{refrigeración} = IEE_{refrigeración}^{demanda} \cdot IEE_{refrigeración}^{sistemas} = \frac{D_{refrigeración}|_{objeto}}{D_{refrigeración}|_{referencia}} * \frac{coef.paso|_{\eta_{SC}|_{objeto}}}{coef.paso|_{\eta_{SC}|_{referencia}}}$$

$$IEE_{ACS} = IEE_{ACS}^{demanda} \cdot IEE_{ACS}^{sistemas} = \frac{D_{ACS}|_{objeto}}{D_{ACS}|_{referencia}} * \frac{coef.paso|_{\eta_{SC}|_{objeto}}}{coef.paso|_{\eta_{SC}|_{referencia}}}$$

En definitiva, conociendo los coeficientes de reparto es posible obtener una clase de eficiencia cualquiera para el indicador global a través de combinaciones de 6 indicadores intermedios:

$$IEE_{calefacción}^{demanda}, IEE_{calefacción}^{sistemas}, IEE_{refrigeración}^{demanda}, IEE_{refrigeración}^{sistemas}, IEE_{ACS}^{demanda}, IEE_{ACS}^{sistemas}$$

6.2 OBTENCIÓN DE $IEE_{\text{demanda calefacción}}$ e $IEE_{\text{demanda refrigeración}}$

A partir de la muestra de edificios que se describe en la memoria de cálculo, se ha obtenido una estimación del indicador correspondiente a las demandas de calefacción y refrigeración, en función de la compacidad.

Aunque, en principio, los edificios se distribuyen entre las clases B, C, D y E, se ha obtenido una correlación conservadora que únicamente contempla las clases D y E. Para las viviendas unifamiliares, se ha tomado como límite de compacidad el valor 2, mientras que para las plurifamiliares éste límite vale 2.5. Los edificios cuya compacidad sea superior al límite tendrán adjudicada una clase D y los restantes una clase E.

A título de ejemplo, la figura 1 muestra la distribución frente a la compacidad de las demandas de calefacción correspondientes a la muestra de viviendas unifamiliares, situadas en Madrid y construidas según la morfología 4 (ver Anexo I). Como puede observarse, los edificios de compacidad mayor que 2 están claramente asociados a clases mejores que la E; por lo que la asignación de la clase D para los mismos no presenta ningún riesgo de sobrevaloración. Lo mismo se puede demostrar para otras localidades y para viviendas plurifamiliares.

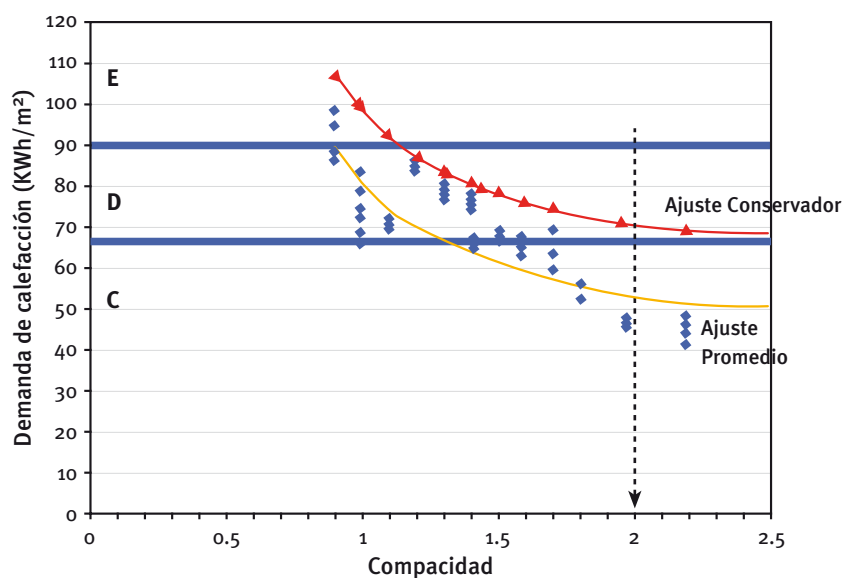


Figura 1 Distribución frente a la compacidad de las demandas de calefacción de viviendas unifamiliares, situadas en Madrid

6.3 OBTENCIÓN DE $IEE_{\text{demanda ACS}}$

Según la morfología 4 (Anexo I), los edificios considerados tienen una contribución solar a la producción de agua caliente sanitaria que cumple exactamente los porcentajes previstos en la sección HE4 del Documento Básico HE del Código Técnico de la Edificación. Por este motivo, el indicador correspondiente a la demanda de agua caliente sanitaria vale, en todos los casos, la unidad; es decir, se coloca, por defecto, entre las clases de eficiencia C y D.

6.4 OBTENCIÓN DE $IEE_{calefacción}^{sistemas}$, $IEE_{refrigeración}^{sistemas}$ e $IEE_{ACS}^{sistemas}$

El indicador de eficiencia energética correspondiente a las instalaciones térmicas se ha estimado a partir del rendimiento nominal de cada equipo, afectado por una pérdida de rendimiento por carga parcial y por tipo de regulación conservadora, según los estudios que se realizaron en el documento “Escala de Calificación Energética para Edificios de Nueva Construcción”.

En principio, para las instalaciones térmicas de aplicación en los edificios objeto del presente procedimiento simplificado, la sección HE2 del Documento Básico HE del Código Técnico de la Edificación no tiene previsto un límite inferior de rendimiento instantáneo o de rendimiento medio estacional. Por lo tanto, dichas instalaciones pueden pertenecer potencialmente a todas las clases de eficiencia, de la A hasta la E.

6.5 OBTENCIÓN DE $IEE_{calefacción}$, $IEE_{refrigeración}$ e IEE_{ACS}

Los indicadores en emisiones se obtienen a partir de los correspondientes indicadores de demanda y de sistemas.

Para minimizar el riesgo de error, el valor del indicador que se ha tomado para cada clase de eficiencia, en demanda o en sistemas, es el que corresponde con el 90% más desfavorable dentro del rango teórico que correspondería a cada uno de ellos. Por ejemplo, para una clase que está limitada por los valores 1 y 1.41, el valor que se toma es:

$$1 + 0.9 (1,41-1) = 1.39$$

Puesto que para los indicadores de demanda de calefacción y refrigeración se admiten únicamente clases de eficiencia D o E, se han considerado las siguientes combinaciones para viviendas unifamiliares:

$IEE_{calefacción}$	$IEE_{calefacción}^{sistemas}$	$IEE_{calefacción}^{demanda}$
C	A	D
	A	E
	B	D
D	B	E
	C	D
E	C	E
	Todas las restantes	D o E

Tabla 14 Opciones de obtención del IEE de calefacción a partir de los IEE de sistemas y demanda de calefacción

$IEE_{refrigeración}$	$IEE_{refrigeración}^{sistemas}$	$IEE_{refrigeración}^{demanda}$
C	A	D
	B	D
D	A	E
	B	E
	C	D
E	C	E
	Todas las restantes	D o E

Tabla 15 Opciones de obtención del IEE de refrigeración a partir de los IEE de sistemas y demanda de refrigeración

Como puede apreciarse, con el criterio seguido se admiten únicamente clases de eficiencia C, D o E para los indicadores de emisiones de calefacción o refrigeración. La clase de eficiencia correspondiente a las emisiones de ACS siempre será equivalente a la obtenida por el correspondiente sistema de ACS.

En el caso de bloques de viviendas las tablas serían las siguientes:

$IEE_{calefacción}$	$IEE_{sistemas calefacción}$	$IEE_{demanda calefacción}$
C	A	D
D	A B, C	E D
E	B, C Todas las restantes	E D o E

Tabla 16 Opciones de obtención del IEE de calefacción a partir de los IEE de sistemas y demanda de calefacción

$IEE_{refrigeración}$	$IEE_{sistemas refrigeración}$	$IEE_{demanda refrigeración}$
C	A	D
D	A B, C	E D
E	B, C Todas las restantes	E D o E

Tabla 17 Opciones de obtención del IEE de refrigeración a partir de los IEE de sistemas y demanda de refrigeración

Se sigue manteniendo para este tipo de viviendas que la clase de eficiencia correspondiente a las emisiones de ACS siempre será equivalente a la obtenida por el correspondiente sistema de ACS.

6.6 OBTENCIÓN DE IEE_{global}

Para obtener el Indicador de Eficiencia Energética Global se aplica la expresión general descrita en el apartado 6.1. De nuevo, para minimizar el riesgo de error, el valor del indicador que se ha tomado para cada clase de eficiencia en emisiones de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria es el que corresponde al 90% más desfavorable, dentro del rango teórico que correspondería a cada uno de ellas.

El resultado depende, en principio, de la localidad y del tipo de edificio, habiéndose obtenido diferentes combinaciones. En cada una de ellas, la compacidad elegida a la hora de expresar las tablas ha sido la mayor resultante de las diferentes zonas climáticas que componen dicha combinación.

Dado que (como se explica más adelante, en el apartado 9.2), se ha supuesto que para las localidades de la zona climática 1 los edificios no presentan nunca demanda de refrigeración, su $IEE_{refrigeración}$ se refleja en las tablas mediante un símbolo “-”.

Los resultados son los siguientes:

Viviendas unifamiliares

Zona Climática	$IEE_{calefacción}$	$IEE_{refrigeración}$	IEE_{ACS}
A3, A4, B4, C3, C4	C	E	E
	D	D	E
B3, D3	C	E	E
	D	D	E
	D	E	A
C1	C	–	E
	D	–	D
C2	C	E	E
	D	D	D
	D	E	C
D1, E1	D	–	E
D2	D	E	E

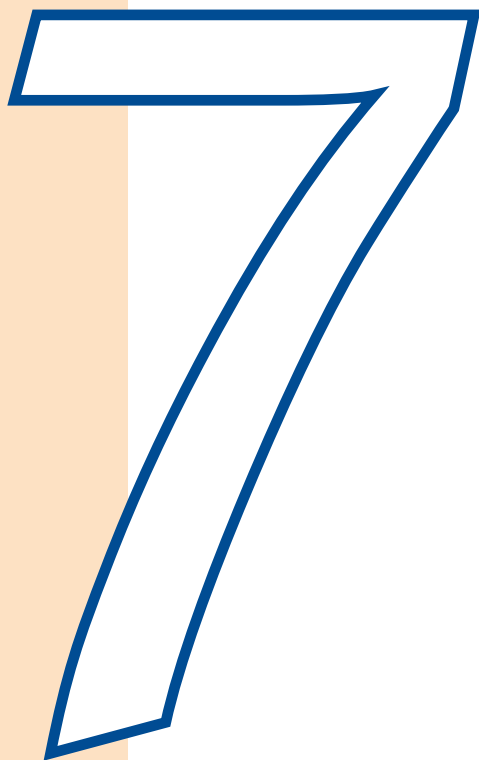
Tabla 18 Opciones de obtención de Calificación Energética Global letra D a partir de los IEE de calefacción, refrigeración y ACS para viviendas unifamiliares

Bloques de viviendas

Zona Climática	$IEE_{calefacción}$	$IEE_{refrigeración}$	IEE_{ACS}
A3	C	E	E
	D	D	D
A4, B3, B4, C3, C4	C	E	E
	D	D	E
C1	C	–	E
	D	–	D
C2	C	E	E
	D	D	D
	D	E	C
D1, E1	D	–	E
D2, D3	C	E	E
	D	D	E
	D	E	D

Tabla 19 Opciones de obtención de Calificación Energética Global letra D a partir de los IEE de calefacción, refrigeración y ACS para bloques de viviendas

A partir de estas dos tablas, en combinación con las del apartado 6.5, se obtienen directamente las diferentes opciones de asignación de la letra D. Dichas opciones son las que aparecen descritas en el apartado 2 del presente documento, tanto para viviendas unifamiliares como para bloques de viviendas.



**Justificación de que la
solución técnica cumple
los requisitos mínimos de
la Certificación Energética**

Esta justificación está implícita en la definición de los parámetros característicos de los cerramientos, de la permeabilidad al aire de las carpinterías y de la contribución solar a la producción de agua caliente sanitaria. Los valores asociados a estos tres conceptos son, precisamente, los requisitos mínimos de la certificación.

8

**Justificación de que las
características posibles de
los componentes
no incluidos no modifican
las clases de eficiencia
reivindicadas**

Además de los conceptos mencionados en el apartado 4.6, los otros componentes no incluidos en la descripción de las soluciones técnicas son los puentes térmicos formados por encuentros entre cerramientos.

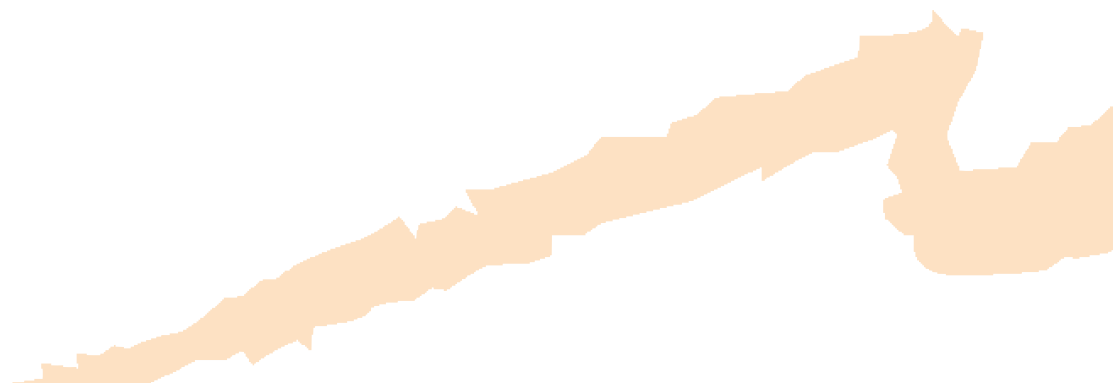
Para estos componentes no existe un requisito mínimo directo, pero sí uno indirecto ligado a la formación de condensaciones superficiales.

Los valores que se han tomado de las transmitancias lineales de estos componentes se han incluido en la tabla 13 del apartado 4. Estos valores son los máximos compatibles con el factor de temperatura superficial, f , limitado en la sección HE1 del Documento Básico HE del Código Técnico de la Edificación.

Para que se modificara la clase de energía reivindicada, las transmitancias lineales tendrían que ser superiores a las de la tabla 13 y esto implicaría que no se está cumpliendo con la exigencia de limitación de condensaciones.



Memoria de cálculo



9.1 CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE LOS DIFERENTES COMPONENTES QUE CONSTITUYEN LAS SOLUCIONES TÉCNICAS

Las características térmicas de los componentes constructivos serán las necesarias para el cumplimiento de las tablas 2.2 de la sección HE1 del Documento Básico HE del Código Técnico de la Edificación.

Las características térmicas de las instalaciones son rendimientos nominales, COP y EER tal cual se especifican en los siguientes Reales Decretos: RD 142/2003 en el caso de sistemas de calefacción y refrigeración por bomba de calor, y RD 275/1995 para calderas de uso doméstico.

9.2 CÁLCULO DE LOS VALORES DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL Y DE LOS INDICADORES COMPLEMENTARIOS PARA TODAS LAS COMBINACIONES QUE RESULTEN DE LOS EDIFICIOS Y SUS COMPONENTES

La demanda de calefacción y refrigeración se ha determinado mediante el programa LIDER, utilizando para cada edificio los valores concretos del edificio de referencia.

Para las localidades de la zona climática 1, se ha supuesto que el edificio no presenta en ningún caso demanda de refrigeración.

La simulación de cada edificio se ha realizado suponiendo 4 orientaciones diferentes de la fachada principal.

La simulación se ha realizado para las 12 localidades que se incluyen a continuación, correspondiente cada una de ellas a una zona climática:

		Zona Climática de Verano			
		1	2	3	4
Zona Climática de Invierno	A			Cádiz	Almería
	B			Valencia	Sevilla
	C	Bilbao	Barcelona	Granada	Toledo
	D	Vitoria	Zamora	Madrid	
	E	Burgos			

Tabla 20 Localidades en las que se han obtenido los indicadores energéticos

La demanda de agua caliente sanitaria se ha calculado de acuerdo con las especificaciones de la sección HE4 del CTE sobre porcentaje de demanda cubierta mediante energía solar, tomando los caudales por ocupante y temperaturas de alimentación del agua fría indicadas en el citado documento y en la Norma UNE-EN 94002:2004.

Se han tenido en cuenta los requerimientos diferentes para ocupantes de viviendas unifamiliares y de bloques de viviendas.

En relación con el número de ocupantes por vivienda, se ha considerado una tasa constante de 1 ocupante cada 30 m², lo cual se corresponde con el valor medio de ocupación del Censo de Edificación 1991-2000 del INE. A pesar de que la ocupación depende de la superficie útil de la vivienda, se ha decidido no considerar este hecho para no perjudicar innecesariamente a las viviendas con poca superficie útil (ya que los indicadores se expresan por m² de superficie).

Para evaluar los consumos en energía final asociados a las demandas anteriores, se ha supuesto que cada uno de los edificios puede satisfacer las demandas correspondientes mediante diversas alternativas de sistemas de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.

Los sistemas considerados de calefacción han sido:

- Sistema con caldera mural individual.
- Sistema con caldera individual para calefacción y agua caliente sanitaria sin acumulación.
- Sistema con caldera individual para calefacción y agua caliente sanitaria con acumulación.
- Calefacción eléctrica individual.
- Sistema con caldera centralizada.
- Sistema con caldera centralizada para calefacción y agua caliente sanitaria con acumulación.
- Bomba de calor aire-aire.

Los sistemas considerados de agua caliente sanitaria han sido:

- Caldera mural individual sin acumulación.
- Caldera mural individual con acumulación.
- Termo eléctrico individual.
- Bomba de calor aire-agua individual con acumulación.

(Las instalaciones centralizadas de producción de agua caliente sanitaria y los sistemas mixtos de calefacción y agua caliente sanitaria están incluidos en la relación de sistemas de calefacción).

En las instalaciones de calefacción y producción de agua caliente sanitaria mediante calderas se contemplan tres tipos diferentes de calderas: estándar, de baja temperatura y de condensación. Estas 2 últimas, debido al rango de potencias de calderas existente en el mercado, se han considerado exclusivamente en las instalaciones de calefacción centralizadas.

En el bloque de regulación de las instalaciones de calefacción se han considerado tres sistemas de control:

- Termostato situado en el local.
- Control centralizado por temperatura exterior.
- Control por válvulas termostáticas.

Para refrigeración, el único sistema considerado es el de equipos autónomos de expansión directa aire-aire, tanto unizona como multizona.

El consumo en energía final asociado a cada sistema se ha obtenido siguiendo el procedimiento y los valores concretos desarrollados para el CEV (Fundamentos Técnicos de la

Calificación Energética de Viviendas Capítulo 3, IDAE y Ministerio de Fomento, 1999). En dicho documento, el consumo se expresa mediante la demanda energética correspondiente dividida entre el rendimiento medio estacional. Básicamente, el rendimiento medio estacional se obtiene a partir de los rendimientos nominales, afectándolos de los factores de corrección debidos a la carga parcial y al tipo de regulación.

Los valores de rendimientos nominales mínimos se han obtenido, en su caso, de las normativas correspondientes a cada uno de ellos.

A continuación se muestran las tablas que recogen el IEE de los distintos sistemas en función del tipo de sistema, combustible utilizado y prestaciones nominales del mismo:

$IEE_{sistemas\ calefacción}^{sistemas}$	Descripción Sistema	Combustible	Prestaciones nominales
A	Bomba de Calor de Expansión Directa	NP	$COP \geq 2.8$
B	Bomba de Calor de Expansión Directa	NP	$2.8 > COP \geq 2.2$
	Calderas individuales	GN	$\eta_n \geq 0.93$
	Calderas individuales mixtas con acumulación	GN	$\eta_n \geq 0.93$
	Calderas centralizadas mixtas	GN	$\eta_n \geq 0.93$
C	Bomba de Calor de Expansión Directa	NP	$2.2 > COP \geq 1.8$
	Calderas individuales	GN	$\eta_n < 0.93$
	Calderas individuales	LIQ / GLP	$\eta_n \geq 0.87$
	Calderas centralizadas	GN	$\eta_n \geq 0.84$
	Calderas centralizadas	LIQ / GLP	$\eta_n \geq 0.93$
	Calderas individuales mixtas con acumulación	GN	$\eta_n < 0.93$
	Calderas individuales mixtas con acumulación	LIQ / GLP	$\eta_n \geq 0.87$
	Calderas individuales mixtas sin acumulación	GN	$\eta_n \geq 0.87$
	Calderas centralizadas mixtas	GN	$\eta_n < 0.93$
	Calderas centralizadas mixtas	LIQ / GLP	$\eta_n \geq 0.87$
D	Bomba de Calor de Expansión Directa	NP	$COP < 1.8$
	Calderas individuales	LIQ / GLP	$\eta_n < 0.87$
	Calderas centralizadas	LIQ / GLP	$\eta_n < 0.93$
	Calderas individuales mixtas con acumulación	LIQ / GLP	$\eta_n < 0.87$
	Calderas individuales mixtas sin acumulación	GN	$\eta_n < 0.87$
	Calderas individuales mixtas sin acumulación	LIQ / GLP	$\eta_n \geq 0.84$
	Calderas centralizadas mixtas	LIQ / GLP	$\eta_n < 0.87$
E	Calderas eléctricas efecto Joule	NP	NP

Tabla 21 IEE del Sistema de calefacción como función del tipo de sistema, combustible utilizado y prestaciones nominales del mismo

Las siguientes tablas establecen las correspondencias entre las clases de eficiencia energética y el Indicador de Eficiencia Energética del sistema de calefacción referido a lo largo del presente documento. Como se indicó anteriormente, las clases de eficiencia energética de los sistemas de calefacción por bomba de calor aparecen definidas en el Real Decreto 142/2003, mientras que las clases de eficiencia energética correspondientes a las calderas domésticas están catalogadas en el Real Decreto 275/1995.

<i>IEE</i> sistemas calefacción	Descripción Sistema	COP	RD 142/2003	
A	Bomba de Calor de Expansión Directa	$COP \geq 2.8$	Aparatos Divididos	A-D
			Aparatos Compactos	A-D
			Aparatos Conducto Único	A-B
B	Bomba de Calor de Expansión Directa	$2.8 > COP \geq 2.2$	Aparatos Divididos	E-G
			Aparatos Compactos	D-F
			Aparatos Conducto Único	C-D-E
C	Bomba de Calor de Expansión Directa	$2.2 > COP \geq 1.8$	Aparatos Divididos	G
			Aparatos Compactos	G
			Aparatos Conducto Único	E-F
D	Bomba de Calor de Expansión Directa	$COP < 1.8$	Aparatos Divididos	G
			Aparatos Compactos	G
			Aparatos Conducto Único	G

Tabla 22 Correspondencia entre el IEE del sistema de calefacción y la clasificación dada por el RD 142/2003

<i>IEE</i> sistemas calefacción	Descripción Sistema	Combustible	Rdto.	RD 275/1995
B	Calderas individuales	GN	$\eta_n \geq 0.93$	****
	Calderas individuales mixtas con acumulación	GN	$\eta_n \geq 0.93$	****
	Calderas centralizadas mixtas	GN	$\eta_n \geq 0.93$	****
C	Calderas individuales	GN	$\eta_n < 0.93$	< ****
	Calderas individuales	LIQ / GLP	$\eta_n \geq 0.87$	$\geq **$
	Calderas centralizadas	GN	$\eta_n \geq 0.84$	$\geq *$
	Calderas centralizadas	LIQ / GLP	$\eta_n \geq 0.93$	****
	Calderas individuales mixtas con acumulación	GN	$\eta_n < 0.93$	< ****
	Calderas individuales mixtas con acumulación	LIQ / GLP	$\eta_n \geq 0.87$	$\geq **$
	Calderas individuales mixtas sin acumulación	GN	$\eta_n \geq 0.87$	$\geq **$
	Calderas centralizadas mixtas	GN	$\eta_n < 0.93$	< ****
	Calderas centralizadas mixtas	LIQ / GLP	$\eta_n \geq 0.87$	$\geq **$
D	Calderas individuales	LIQ / GLP	$\eta_n < 0.87$	< **
	Calderas centralizadas	LIQ / GLP	$\eta_n < 0.93$	< ****
	Calderas individuales mixtas con acumulación	LIQ / GLP	$\eta_n < 0.87$	*
	Calderas individuales mixtas sin acumulación	GN	$\eta_n < 0.87$	*
	Calderas individuales mixtas sin acumulación	LIQ / GLP	$\eta_n \geq 0.84$	$\geq *$
	Calderas centralizadas mixtas	LIQ / GLP	$\eta_n < 0.87$	*

Tabla 23 Correspondencia entre el IEE del sistema de calefacción y la clasificación dada por el RD 275/1995

Para los sistemas de refrigeración las tablas análogas a las anteriores son las siguientes:

<i>IEE</i> sistemas refrigeración	Descripción Sistema	EER
A	Bomba de Calor de Expansión Directa	$EER \geq 3.6$
B	Bomba de Calor de Expansión Directa	$3.6 > EER \geq 3.1$
C	Bomba de Calor de Expansión Directa	$3.1 > EER \geq 2.6$
D	Bomba de Calor de Expansión Directa	$2.6 > EER \geq 2.1$
E	Bomba de Calor de Expansión Directa	$EER < 2.1$

Tabla 24 IEE del sistema de refrigeración en función del tipo de sistema y las prestaciones nominales del mismo

$IEE_{sistemas\ refrigeración}$	Descripción Sistema	EER	RD 142/2003	
A	Bomba de Calor de Expansión Directa	$EER \geq 3.6$	Aparatos Divididos	A
			Aparatos Compactos	A
			Aparatos Conducto Único	A
B	Bomba de Calor de Expansión Directa	$3.6 > EER \geq 3.1$	Aparatos Divididos	A-B
			Aparatos Compactos	A
			Aparatos Conducto Único	A
C	Bomba de Calor de Expansión Directa	$3.1 > EER \geq 2.6$	Aparatos Divididos	B-D
			Aparatos Compactos	A-C
			Aparatos Conducto Único	A
D	Bomba de Calor de Expansión Directa	$2.6 > EER \geq 2.1$	Aparatos Divididos	E-G
			Aparatos Compactos	D-F
			Aparatos Conducto Único	B-D
E	Bomba de Calor de Expansión Directa	$EER < 2.1$	Aparatos Divididos	G
			Aparatos Compactos	F-G
			Aparatos Conducto Único	D-G

Tabla 25 Correspondencia entre el IEE del sistema de refrigeración y la clasificación dada por el RD 142/2003

Finalmente, en el caso de sistemas de ACS se tiene:

IEE_{ACS}	Descripción Sistema	Combustible	Rendimiento Nominal
A	Caldera con acumulación	GN	$\eta_n \geq 0.91$
	Caldera centralizada mixta	GN	$\eta_n \geq 0.98$
B	Caldera con acumulación	GN	$0.91 > \eta_n \geq 0.84$
	Caldera sin acumulación	GN	$\eta_n \geq 0.97$
	Caldera centralizada mixta	GN	$0.98 > \eta_n \geq 0.87$
C	Caldera sin acumulación	GN	$0.97 > \eta_n \geq 0.84$
	Caldera centralizada mixta	GN	$0.86 > \eta_n \geq 0.84$
	Caldera centralizada mixta	LIQ / GLP	$\eta_n \geq 0.89$
D	Caldera centralizada mixta	LIQ / GLP	$0.89 > \eta_n \geq 0.84$
E	Caldera eléctrica efecto Joule	NP	NP

Tabla 26 IEE del sistema de ACS en función del tipo de sistema, el combustible empleado y las prestaciones nominales del mismo

Para este tipo de sistemas no se incluye la tabla de correspondencia ya que no existe norma alguna para su calificación energética.

Los valores de rendimientos nominales posibles o esperables (obviamente superiores a los mínimos), se han obtenido de la gama de productos existentes en el mercado y haciendo uso de las normativas existentes en otros países.

Los coeficientes de paso utilizados para pasar de energía final a emisiones de CO₂ se han tomado del Plan de Energías Renovables en España 2005-2010 y del Plan de Acción de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2005-2007.

Para cada caso, los indicadores se han calculado de acuerdo con el procedimiento descrito en el documento "Escala de Calificación Energética para Edificios de Nueva Construcción". Los valores concretos de los indicadores correspondientes a cada una de las soluciones técnicas para viviendas unifamiliares y bloques de viviendas se muestran en las siguientes tablas:

CONCEPTO	INDICADOR	OPCIONES DE OBTENCIÓN DE CLASE D			
		Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Envuelta	$IEE_{\text{calefacción / refrigeración}}^{\text{demanda}}$	D	D	E	E
Instalación de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}^{\text{sistema}}$	B	C	A	B
Emisiones de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}$	C	D	C	D
Instalación de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}^{\text{sistema}}$	E	D	E	C
Emisiones de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}$	E	E	E	E
Instalación de agua caliente sanitaria	$IEE_{\text{ACS}}^{\text{sistema}}$	E	E	E	E

Tabla 27 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en las zonas A3, A4, B4, C3 y C4

CONCEPTO	INDICADOR	OPCIONES DE OBTENCIÓN DE CLASE D					
		Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5	Opción 6
Envuelta	$IEE_{\text{calefacción / refrigeración}}^{\text{demanda}}$	D	D	D	E	E	E
Instalación de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}^{\text{sistema}}$	B	C	C	A	B	B
Emisiones de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}$	C	D	D	C	D	D
Instalación de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}^{\text{sistema}}$	E	E	D	E	C	E
Emisiones de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}$	E	E	E	E	E	E
Instalación de agua caliente sanitaria	$IEE_{\text{ACS}}^{\text{sistema}}$	E	A	E	E	E	A

Tabla 28 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en las zonas B3 y D3

CONCEPTO	INDICADOR	OPCIONES DE OBTENCIÓN DE CLASE D	
		Opción 1	Opción 2
Envuelta	$IEE_{\text{calefacción / refrigeración}}^{\text{demanda}}$	D	E
Instalación de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}^{\text{sistema}}$	C	B
Emisiones de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}$	D	D
Instalación de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}^{\text{sistema}}$	–	–
Emisiones de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}$	–	–
Instalación de agua caliente sanitaria	$IEE_{\text{ACS}}^{\text{sistema}}$	E	E

Tabla 29 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en las zona D1 y E1

CONCEPTO	INDICADOR	OPCIONES DE OBTENCIÓN DE CLASE D	
		Opción 1	Opción 2
Envuelta	$IEE_{\text{calefacción / refrigeración}}^{\text{demanda}}$	D	E
Instalación de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}^{\text{sistema}}$	C	B
Emisiones de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}$	D	D
Instalación de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}^{\text{sistema}}$	E	E
Emisiones de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}$	E	E
Instalación de agua caliente sanitaria	$IEE_{\text{ACS}}^{\text{sistema}}$	E	E

Tabla 30 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en la zona D2

CONCEPTO	INDICADOR	OPCIONES DE OBTENCIÓN DE CLASE D	
		Opción 1	Opción 2
Envuelta	$IEE_{\text{calefacción / refrigeración}}^{\text{demanda}}$	D	E
Instalación de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}^{\text{sistema}}$	C	B
Emisiones de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}$	D	D
Instalación de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}^{\text{sistema}}$	–	–
Emisiones de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}$	–	–
Instalación de agua caliente sanitaria	$IEE_{\text{ACS}}^{\text{sistema}}$	E	D

Tabla 31 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en la zona C1

CONCEPTO	INDICADOR	OPCIONES DE OBTENCIÓN DE CLASE D					
		Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5	Opción 6
Envuelta	$IEE_{\text{calefacción / refrigeración}}^{\text{demanda}}$	D	D	D	E	E	E
Instalación de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}^{\text{sistema}}$	B	C	C	A	B	B
Emisiones de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}$	C	D	D	C	D	D
Instalación de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}^{\text{sistema}}$	E	E	D	E	C	E
Emisiones de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}$	E	E	E	E	E	E
Instalación de agua caliente sanitaria	$IEE_{\text{ACS}}^{\text{sistema}}$	E	D	D	E	D	D

Tabla 32 Opciones de obtención de clase D para viviendas unifamiliares en la zona C2

CONCEPTO	INDICADOR	OPCIONES DE OBTENCIÓN DE CLASE D		
		Opción 1	Opción 2	Opción 3
Envuelta	$IEE_{calefacción / refrigeración}^{demanda}$	D	D	E
Instalación de calefacción	$IEE_{calefacción}^{sistema}$	A	C	A
Emisiones de calefacción	$IEE_{calefacción}$	C	D	D
Instalación de refrigeración	$IEE_{refrigeración}^{sistema}$	E	D	A
Emisiones de refrigeración	$IEE_{refrigeración}$	E	E	D
Instalación de agua caliente sanitaria	$IEE_{ACS}^{sistema}$	E	E	E

Tabla 33 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en las zonas A4, B3, B4, C3 y C4

CONCEPTO	INDICADOR	OPCIONES DE OBTENCIÓN DE CLASE D		
		Opción 1	Opción 2	Opción 3
Envuelta	$IEE_{calefacción / refrigeración}^{demanda}$	D	D	E
Instalación de calefacción	$IEE_{calefacción}^{sistema}$	A	C	A
Emisiones de calefacción	$IEE_{calefacción}$	C	D	D
Instalación de refrigeración	$IEE_{refrigeración}^{sistema}$	E	D	A
Emisiones de refrigeración	$IEE_{refrigeración}$	E	E	D
Instalación de agua caliente sanitaria	$IEE_{ACS}^{sistema}$	E	D	D

Tabla 34 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en la zona A3

CONCEPTO	INDICADOR	OPCIONES DE OBTENCIÓN DE CLASE D				
		Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5
Envuelta	$IEE_{calefacción / refrigeración}^{demanda}$	D	D	D	E	E
Instalación de calefacción	$IEE_{calefacción}^{sistema}$	A	C	C	A	A
Emisiones de calefacción	$IEE_{calefacción}$	C	D	D	D	D
Instalación de refrigeración	$IEE_{refrigeración}^{sistema}$	E	D	E	A	E
Emisiones de refrigeración	$IEE_{refrigeración}$	E	E	E	D	E
Instalación de agua caliente sanitaria	$IEE_{ACS}^{sistema}$	E	D	C	D	C

Tabla 35 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en la zona C2

CONCEPTO	INDICADOR	OPCIONES DE OBTENCIÓN DE CLASE D				
		Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5
Envuelta	$IEE_{\text{demanda calefacción / refrigeración}}$	D	D	D	E	E
Instalación de calefacción	$IEE_{\text{sistema calefacción}}$	A	C	C	A	A
Emisiones de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}$	C	D	D	D	D
Instalación de refrigeración	$IEE_{\text{sistema refrigeración}}$	E	D	E	A	E
Emisiones de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}$	E	E	E	D	E
Instalación de agua caliente sanitaria	$IEE_{\text{sistema ACS}}$	E	E	D	E	D

Tabla 36 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en las zonas D2 y D3

CONCEPTO	INDICADOR	OPCIONES DE OBTENCIÓN DE CLASE D	
		Opción 1	Opción 2
Envuelta	$IEE_{\text{demanda calefacción / refrigeración}}$	D	E
Instalación de calefacción	$IEE_{\text{sistema calefacción}}$	C	A
Emisiones de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}$	D	D
Instalación de refrigeración	$IEE_{\text{sistema refrigeración}}$	–	–
Emisiones de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}$	–	–
Instalación de agua caliente sanitaria	$IEE_{\text{sistema ACS}}$	E	E

Tabla 37 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en las zonas D1 y E1

CONCEPTO	INDICADOR	OPCIONES DE OBTENCIÓN DE CLASE D		
		Opción 1	Opción 2	Opción 3
Envuelta	$IEE_{\text{demanda calefacción / refrigeración}}$	D	D	E
Instalación de calefacción	$IEE_{\text{sistema calefacción}}$	C	A	A
Emisiones de calefacción	$IEE_{\text{calefacción}}$	D	C	D
Instalación de refrigeración	$IEE_{\text{sistema refrigeración}}$	–	–	–
Emisiones de refrigeración	$IEE_{\text{refrigeración}}$	–	–	–
Instalación de agua caliente sanitaria	$IEE_{\text{sistema ACS}}$	D	E	D

Tabla 38 Opciones de obtención de clase D para bloques de viviendas en la zona C1

9.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA FRENTE A LOS LÍMITES DE LAS CLASES DE EFICIENCIA, INDICANDO EL NÚMERO DE COMBINACIONES QUE PERTENECEN A CADA CLASE

Como resultado del procedimiento descrito en el apartado anterior, se ha obtenido una base de datos de 11.660 situaciones por localidad en el caso de viviendas unifamiliares y 10.600 situaciones por localidad en el caso de bloques de viviendas. De cada una de estas situaciones se conocen las características térmicas de la epidermis y las de los sistemas, así como el IEE global según la escala de calificación correspondiente.

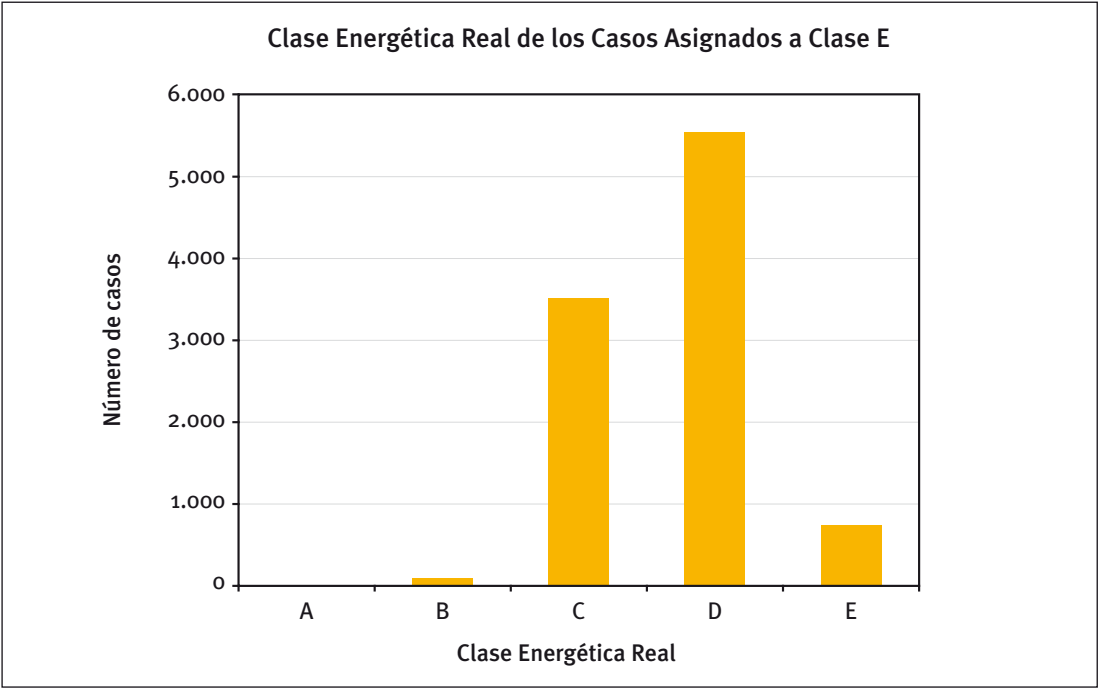
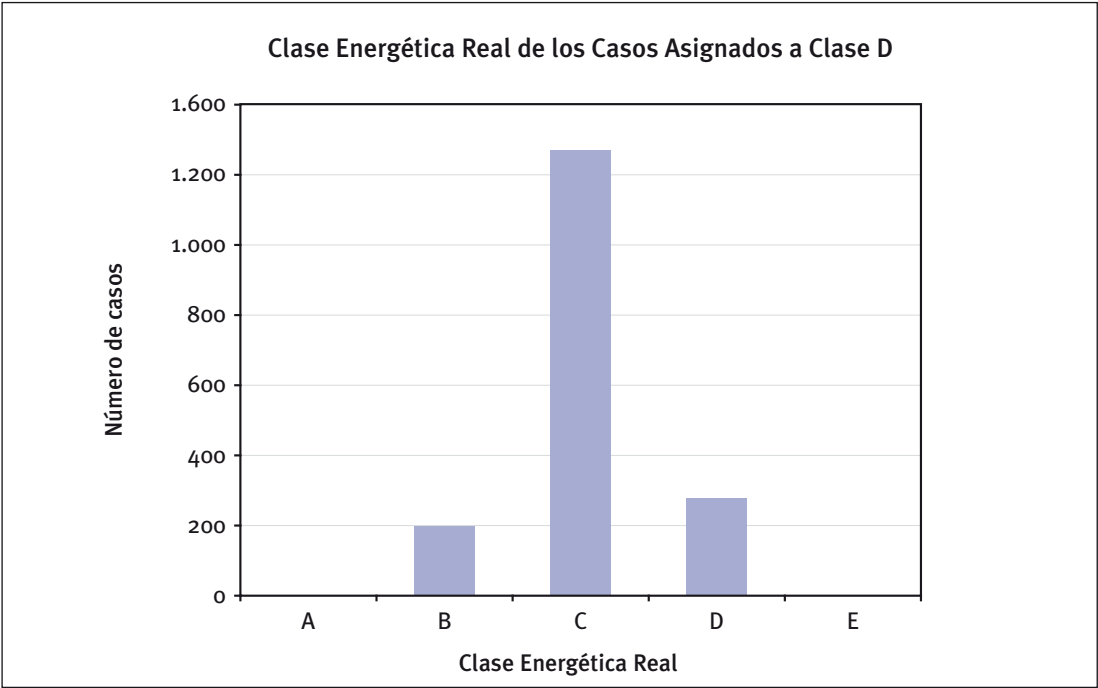
Cada uno de los valores anteriores se ha clasificado conforme a las soluciones técnicas propuestas en el apartado 2, teniendo en consideración la zona climática correspondiente y distinguiendo entre las situaciones para las que se reivindica la letra D y aquellas para las que se reivindica la letra E. Además, dado que estas situaciones provienen de casos simulados anteriormente por el procedimiento detallado de referencia (CALENER), se dispone de su verdadera calificación energética.

A continuación, para cada localidad, se incluyen las gráficas que muestran la distribución real de los IEE globales para las viviendas unifamiliares calificadas con la letra D y con la letra E, respectivamente, a través del procedimiento simplificado descrito.

Como dato complementario se aporta, expresado en porcentaje, la cantidad de edificios para los que se reivindica la letra D que en realidad son A, B, C, D y E. Se aportan idénticos datos para los edificios que no cumplen ninguna de las soluciones técnicas correspondientes a su zona climática y se califican, por tanto, de forma inmediata con la letra E.

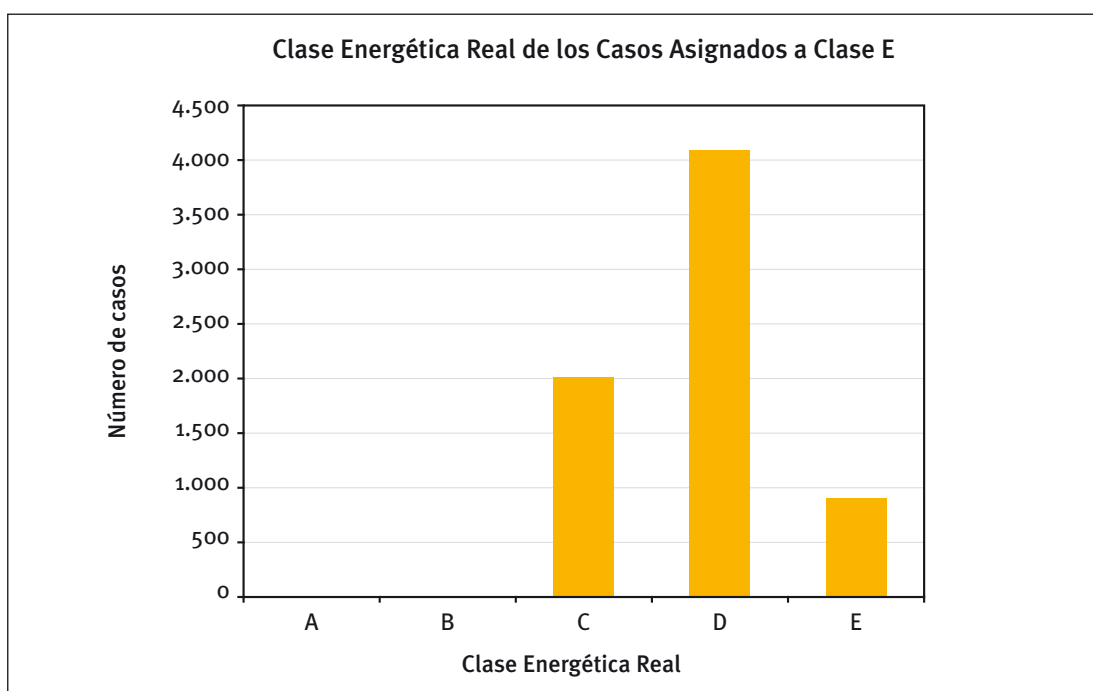
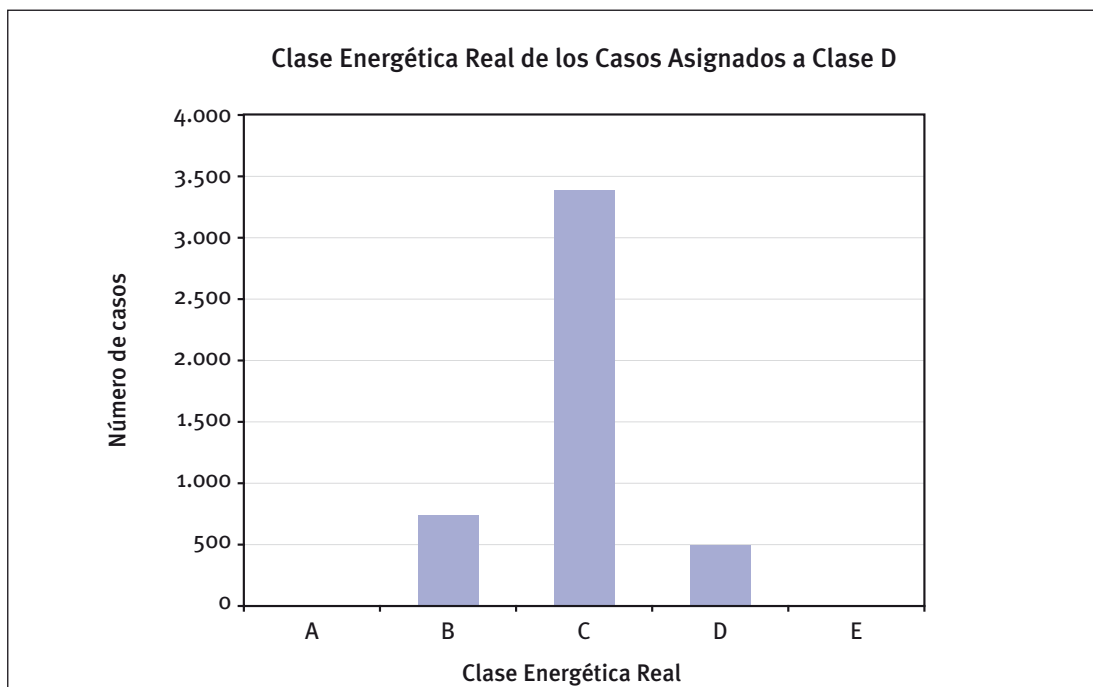
En primer lugar se muestran los resultados comentados con anterioridad en el caso de viviendas unifamiliares:

Almería



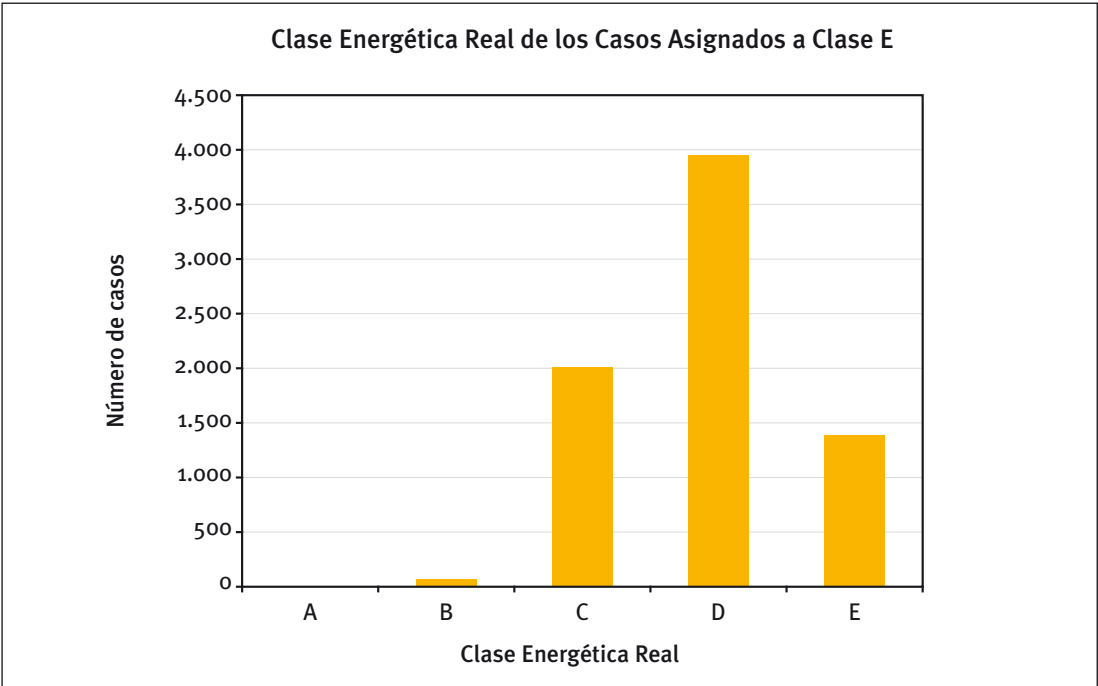
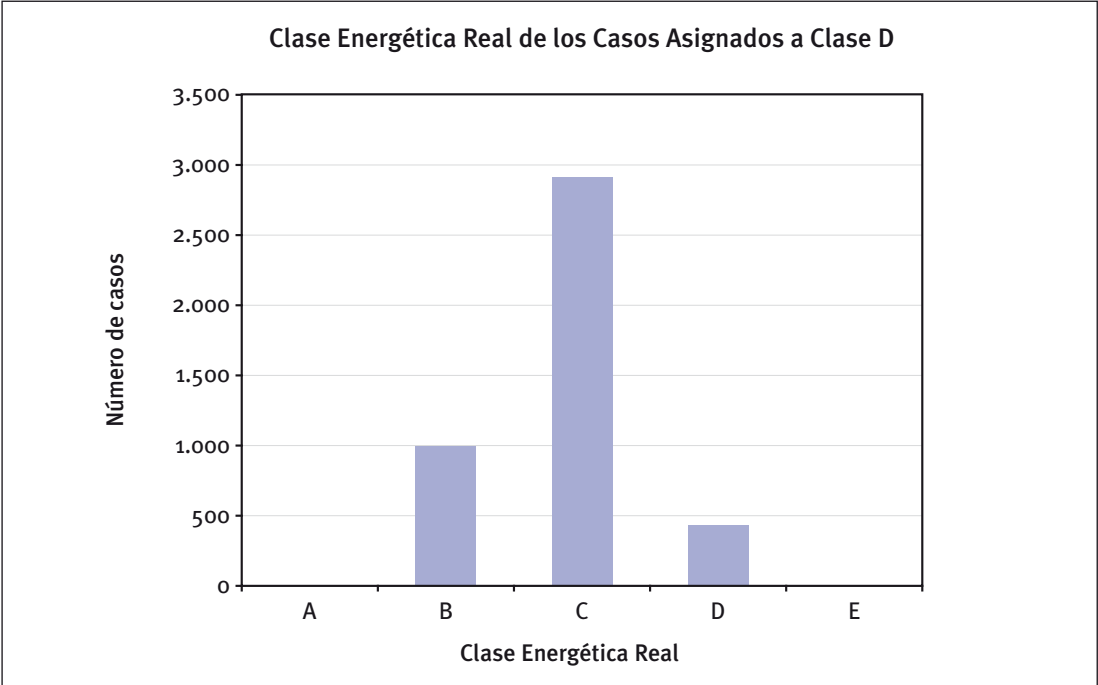
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	2%	13%	2%	0%
E	0%	0%	30%	46%	6%

Barcelona



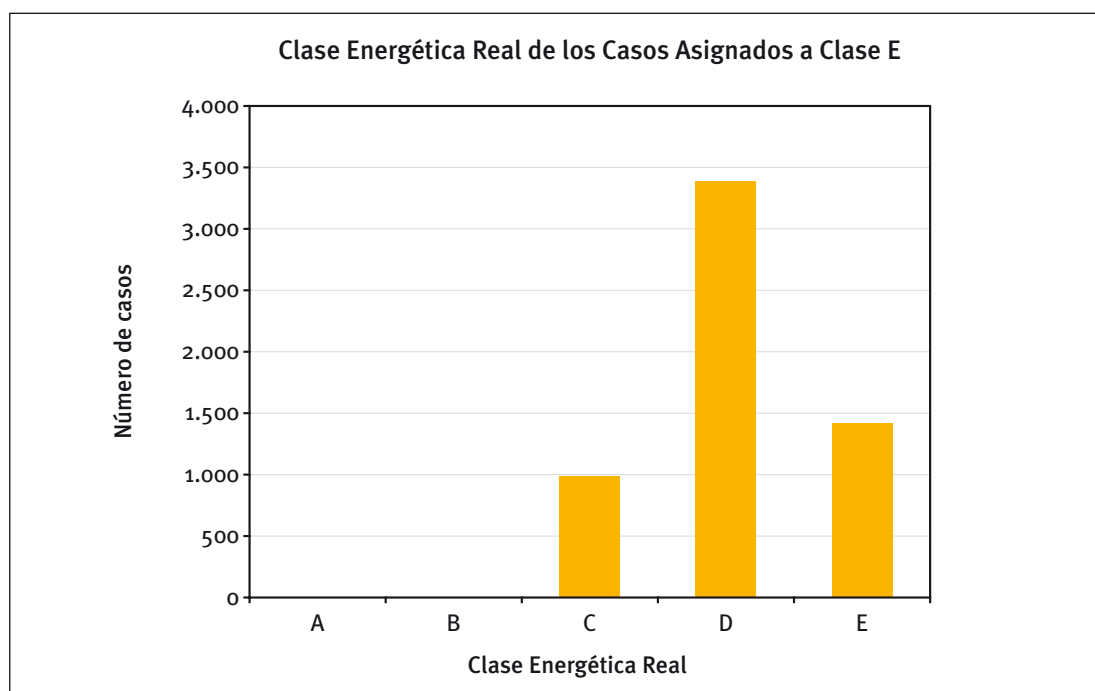
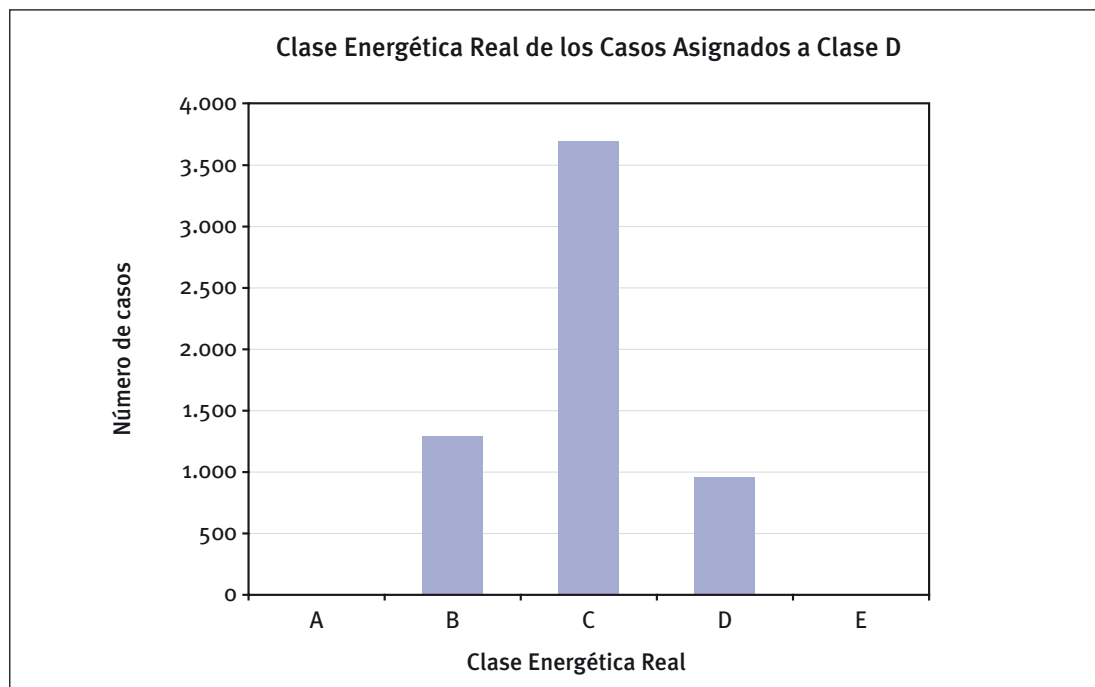
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	6%	29%	4%	0%
E	0%	0%	17%	35%	8%

Bilbao



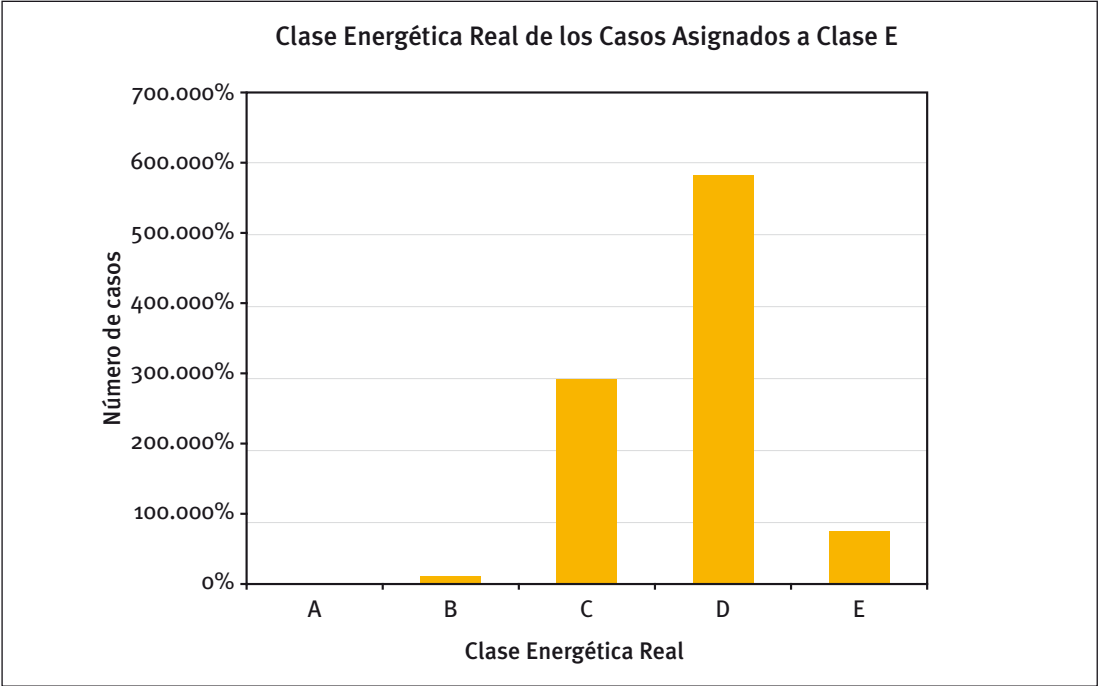
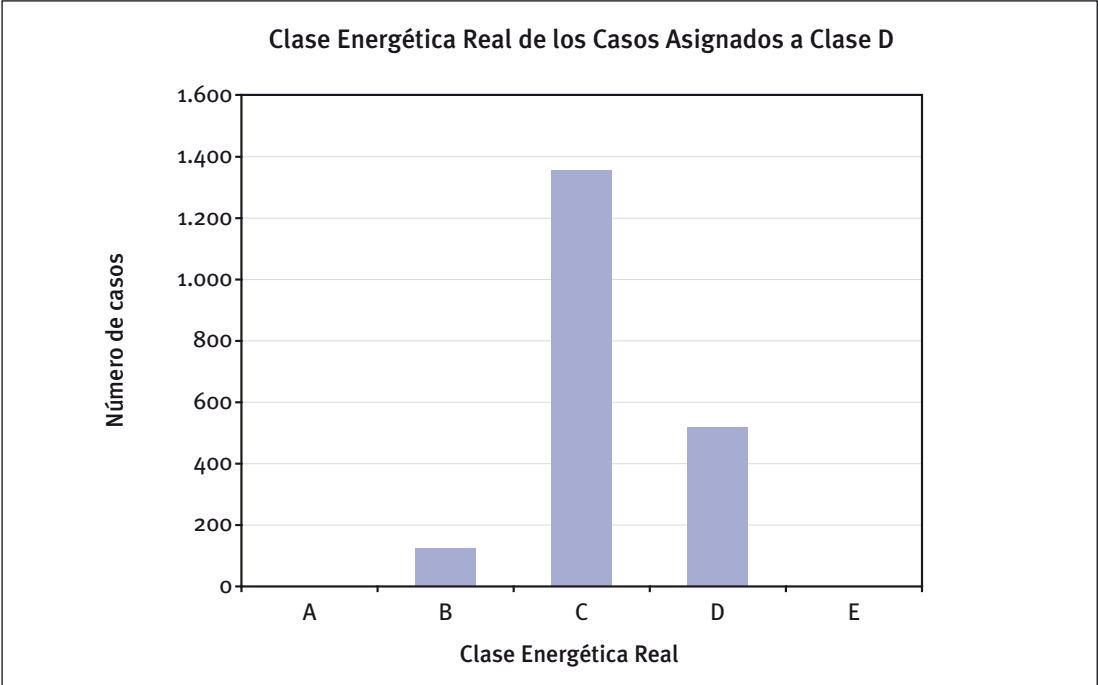
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	9%	25%	3%	0%
E	0%	0%	17%	34%	12%

Burgos



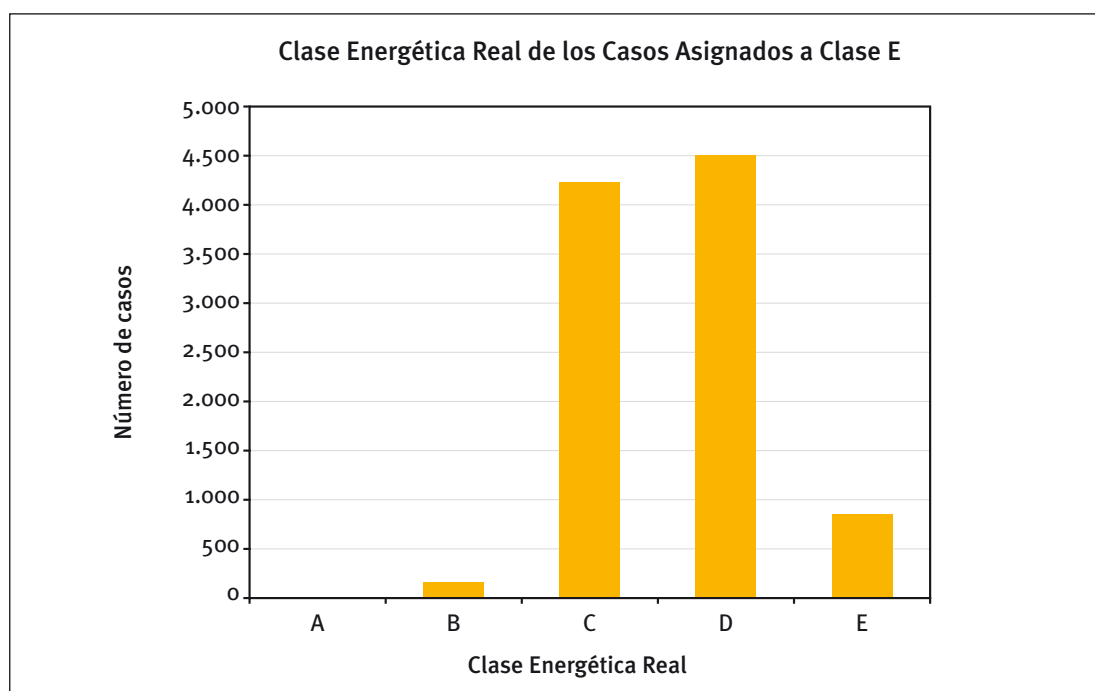
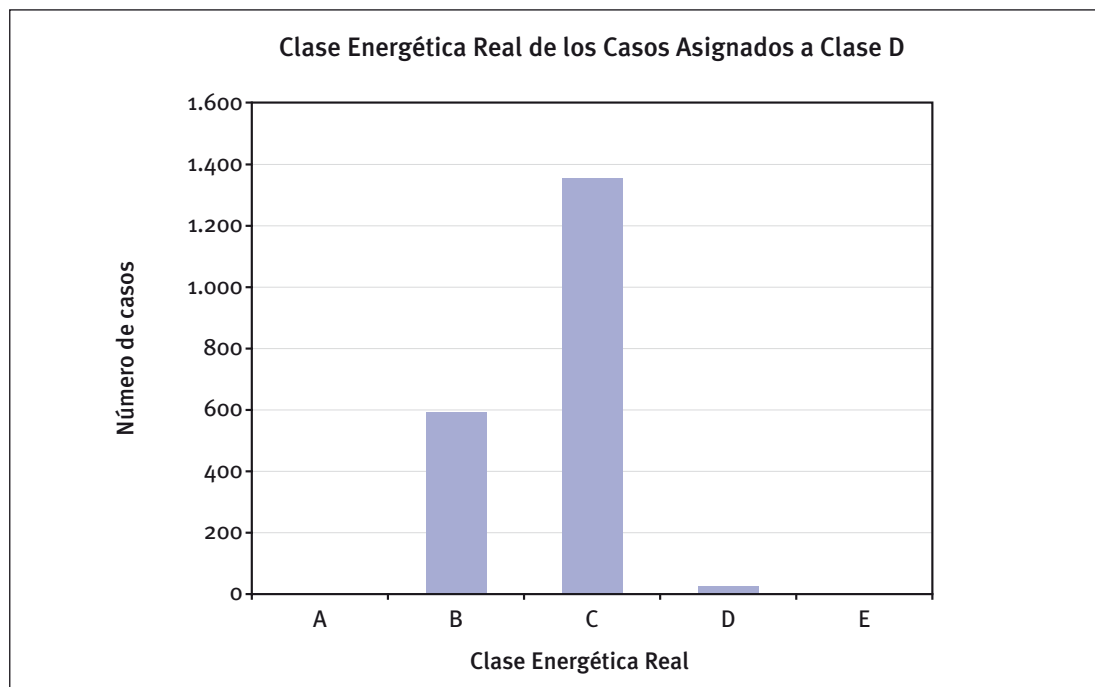
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	11%	32%	8%	0%
E	0%	0%	8%	29%	12%

Cádiz



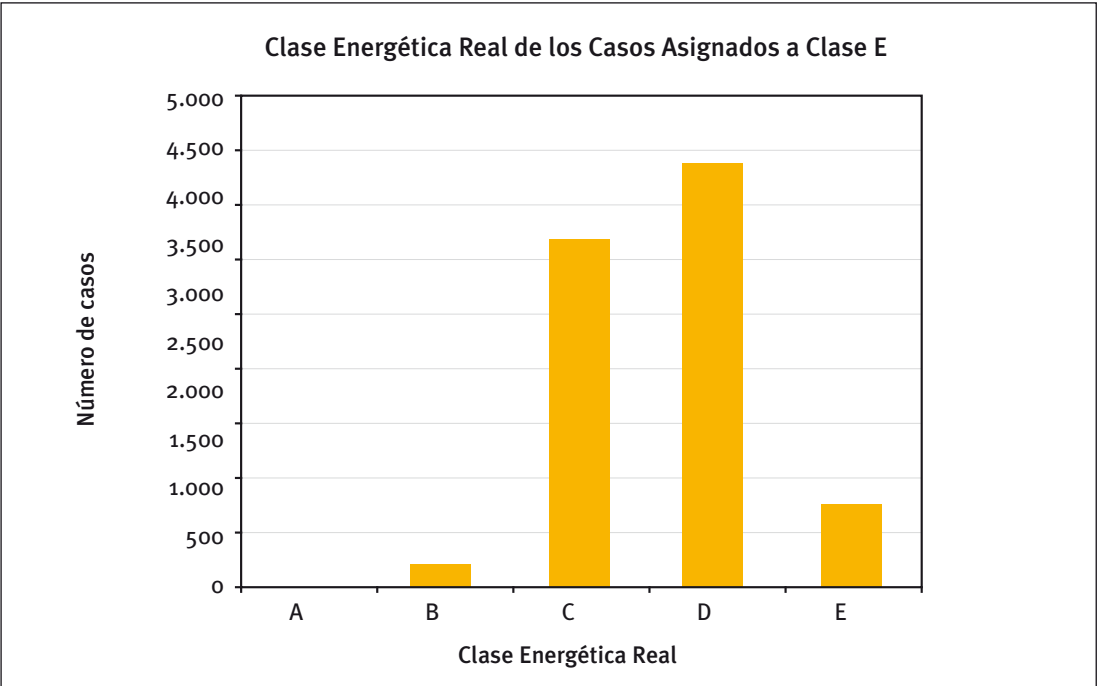
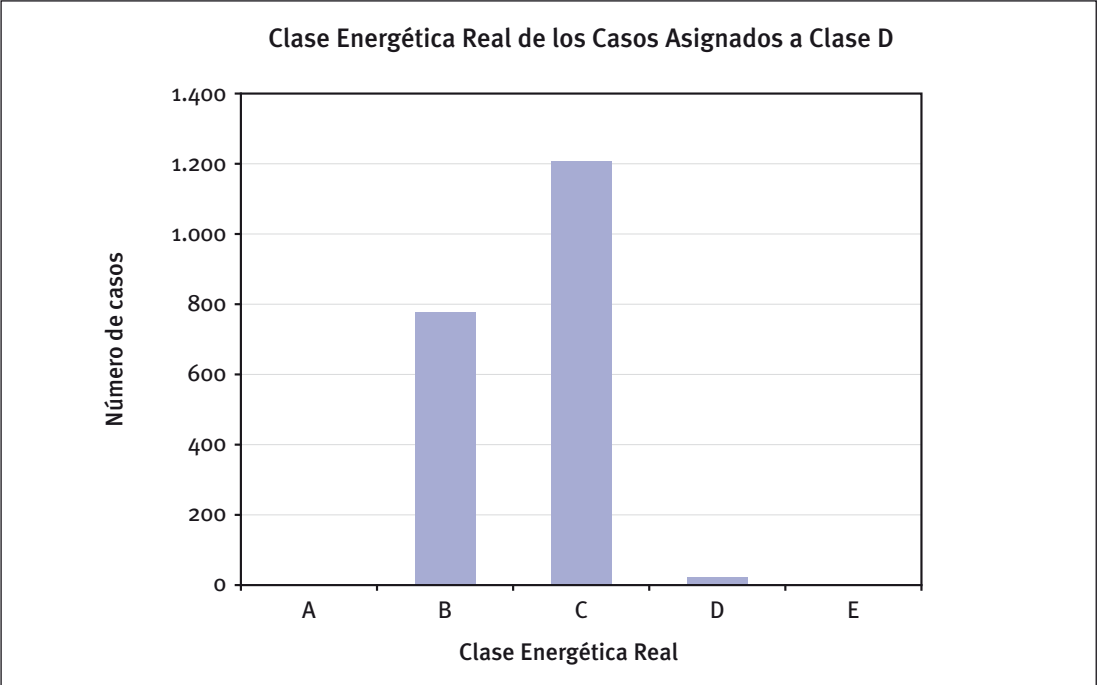
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	1%	12%	4%	0%
E	0%	0%	25%	50%	7%

Granada



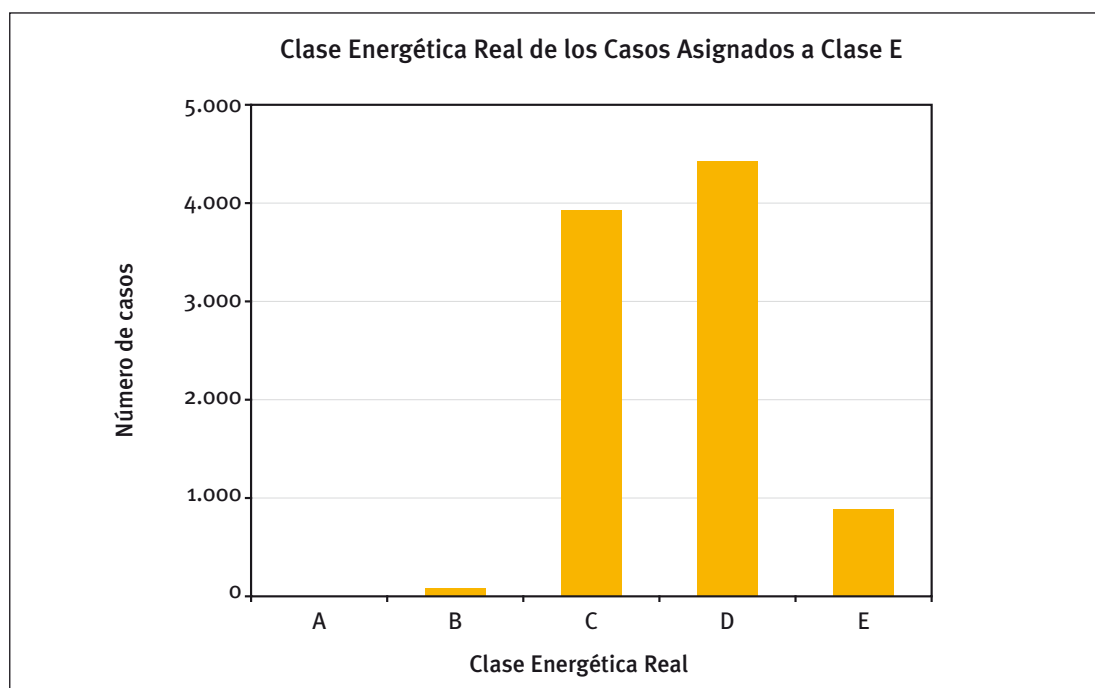
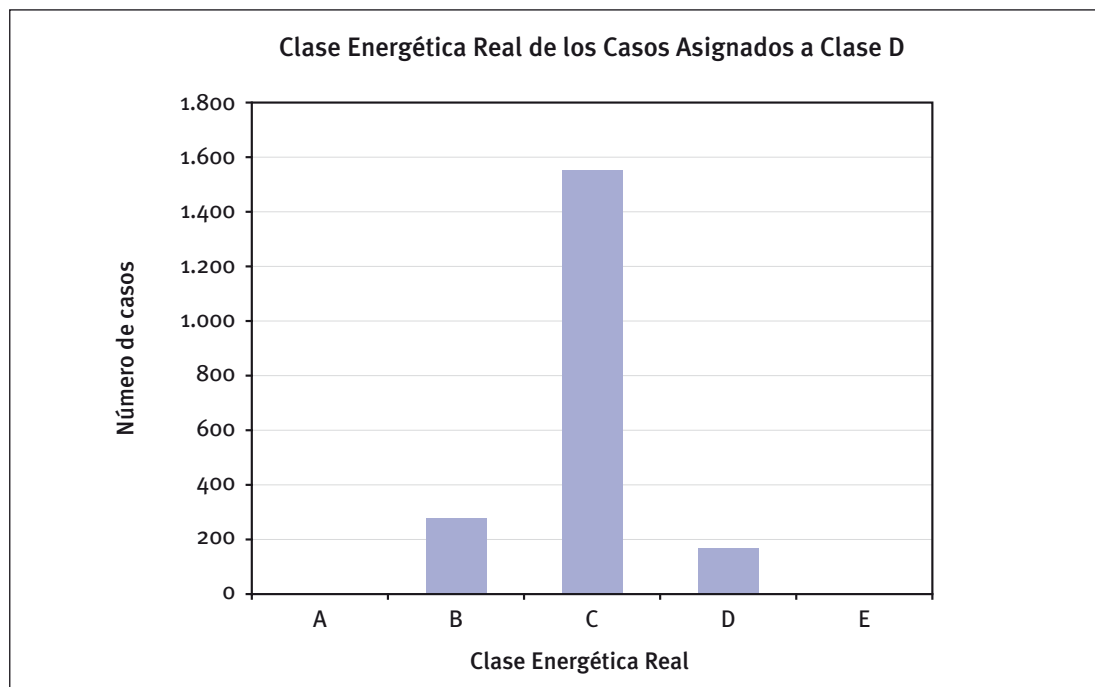
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	5%	12%	0%	0%
E	0%	2%	36%	39%	7%

Madrid



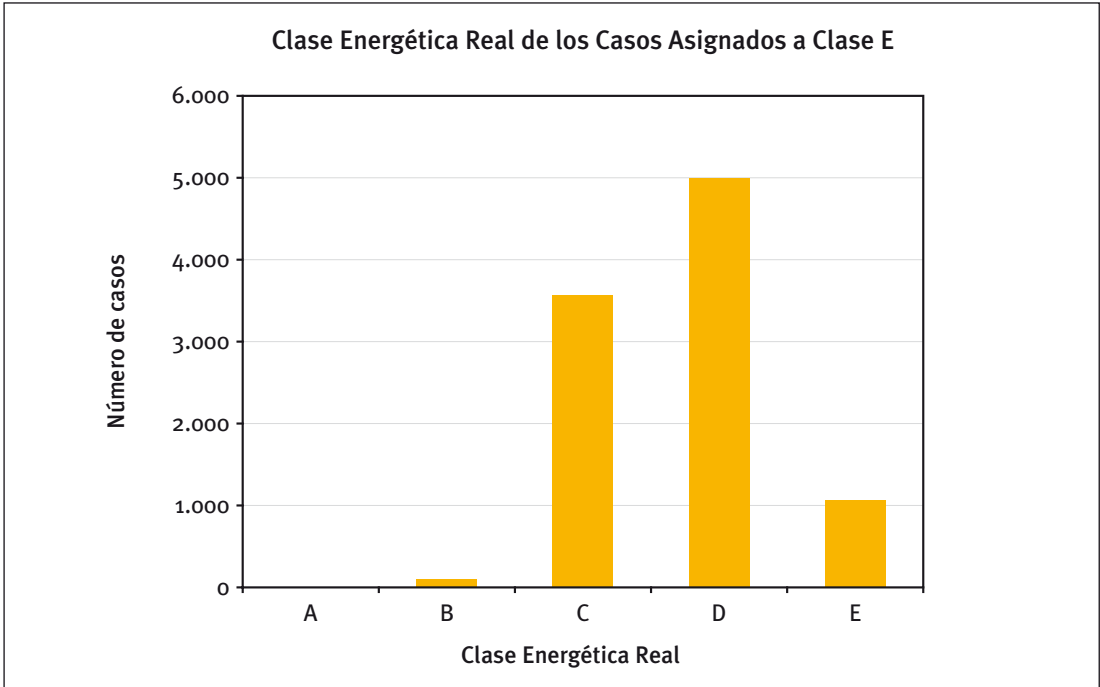
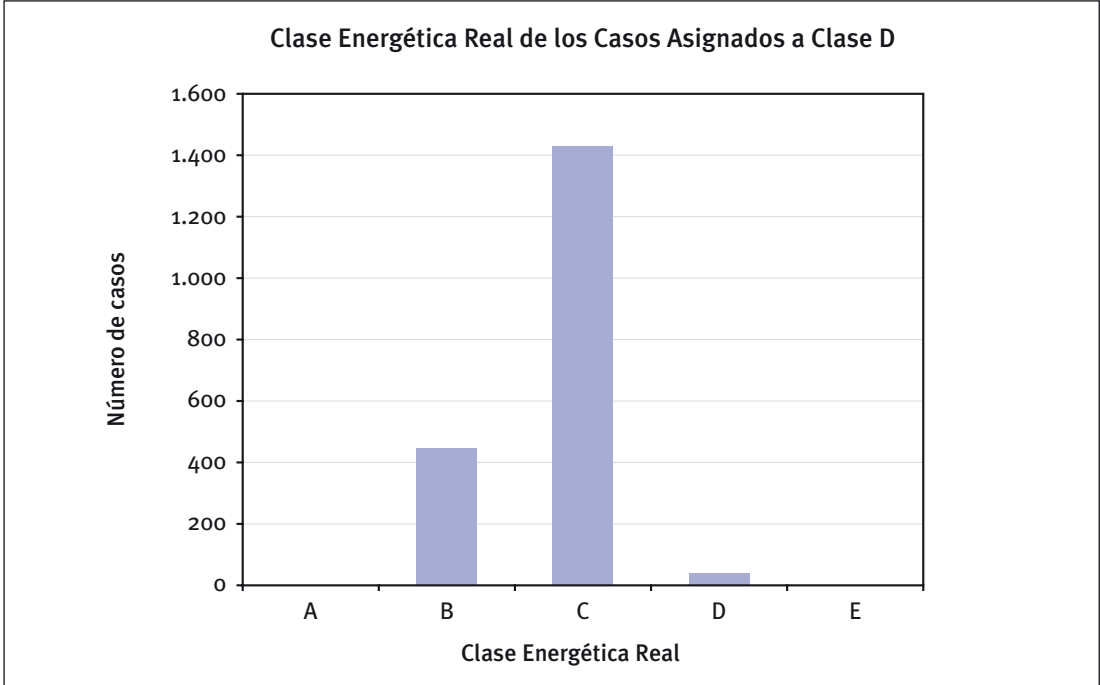
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	6%	11%	0%	0%
E	0%	2%	32%	38%	12%

Sevilla



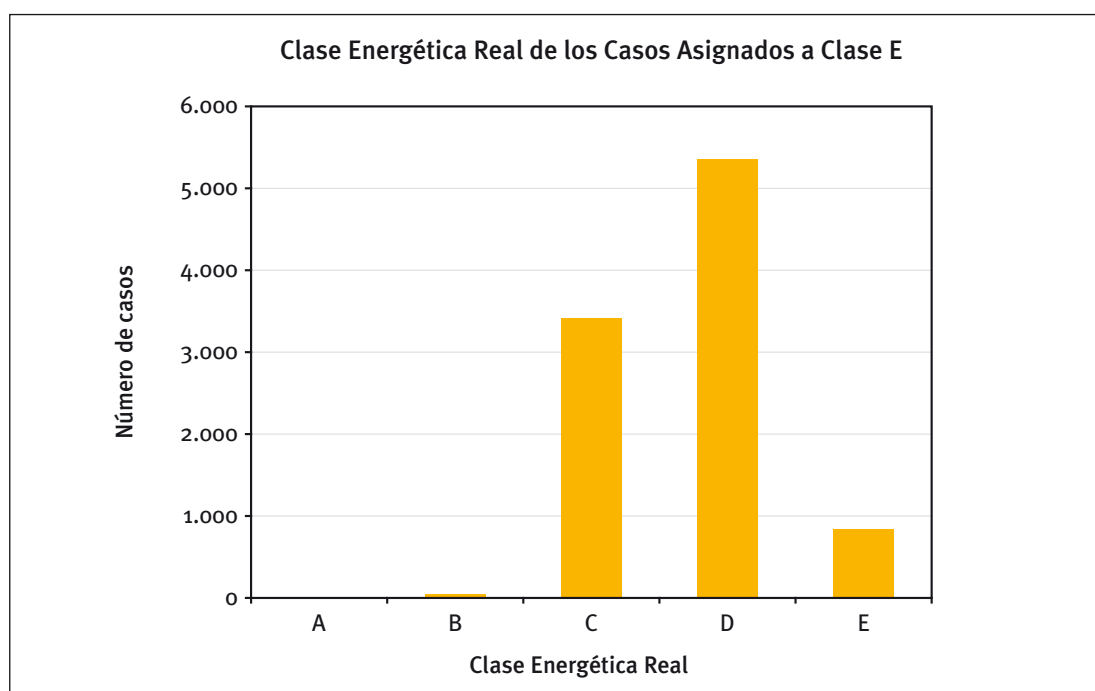
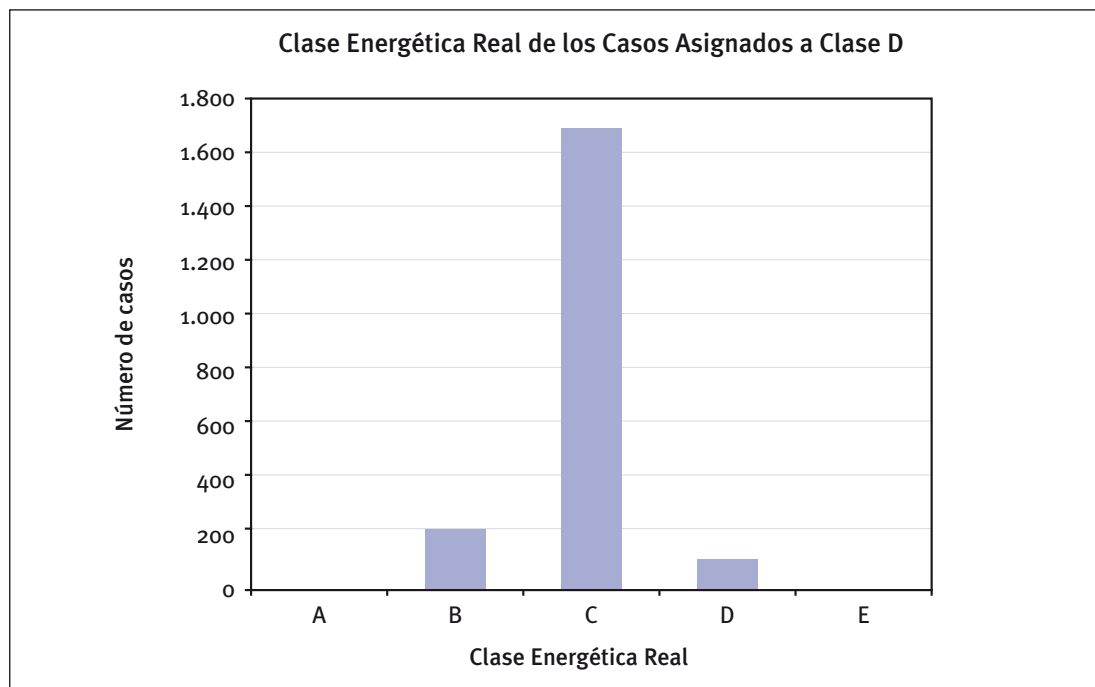
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	2%	13%	1%	0%
E	0%	1%	33%	42%	7%

Toledo



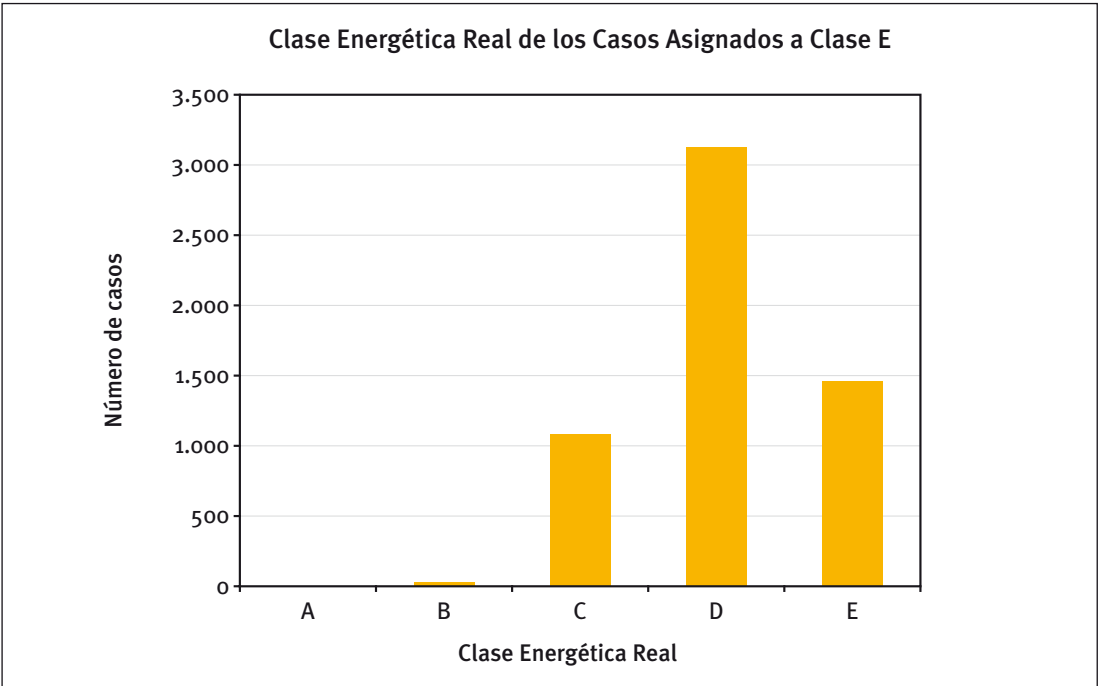
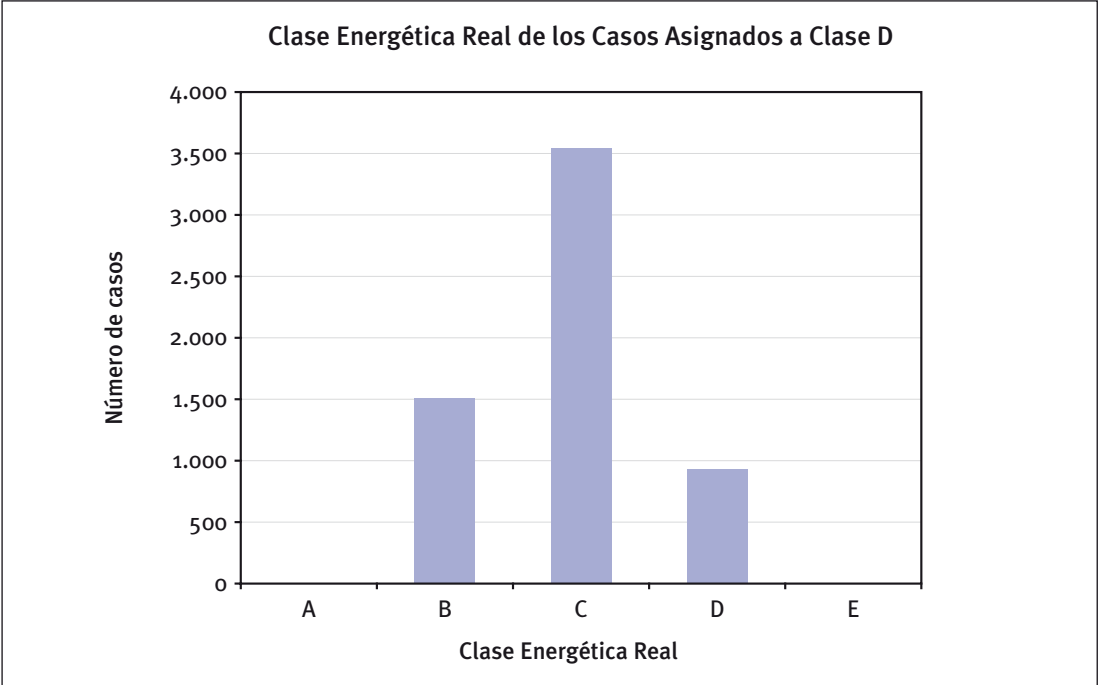
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	4%	13%	0%	0%
E	0%	1%	31%	42%	9%

Valencia



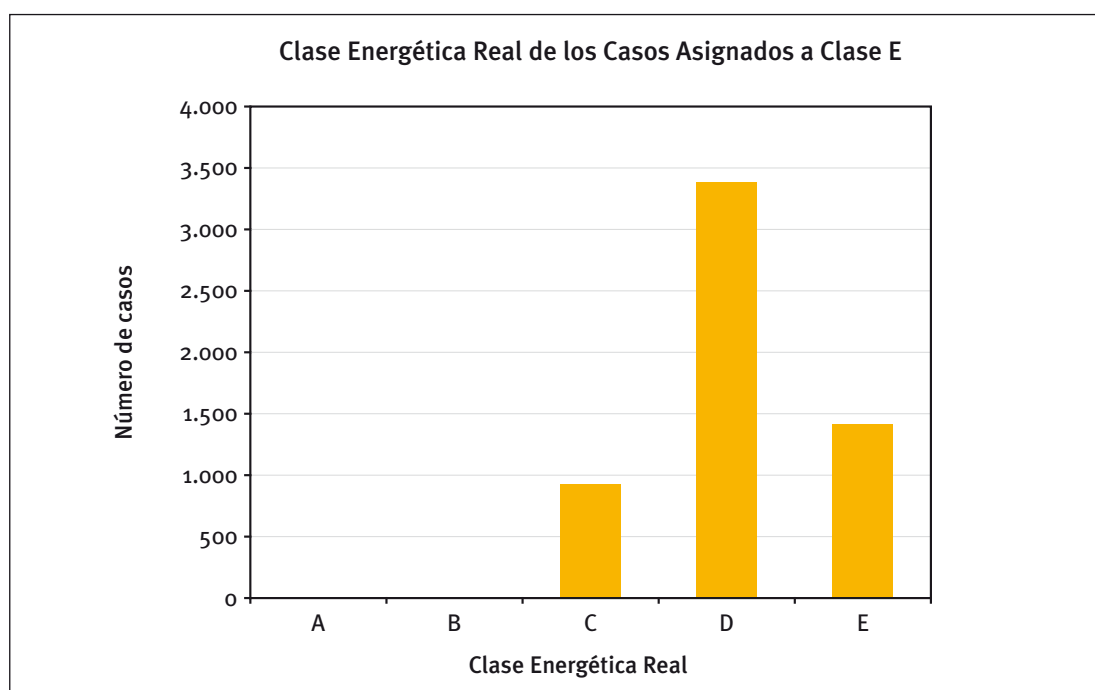
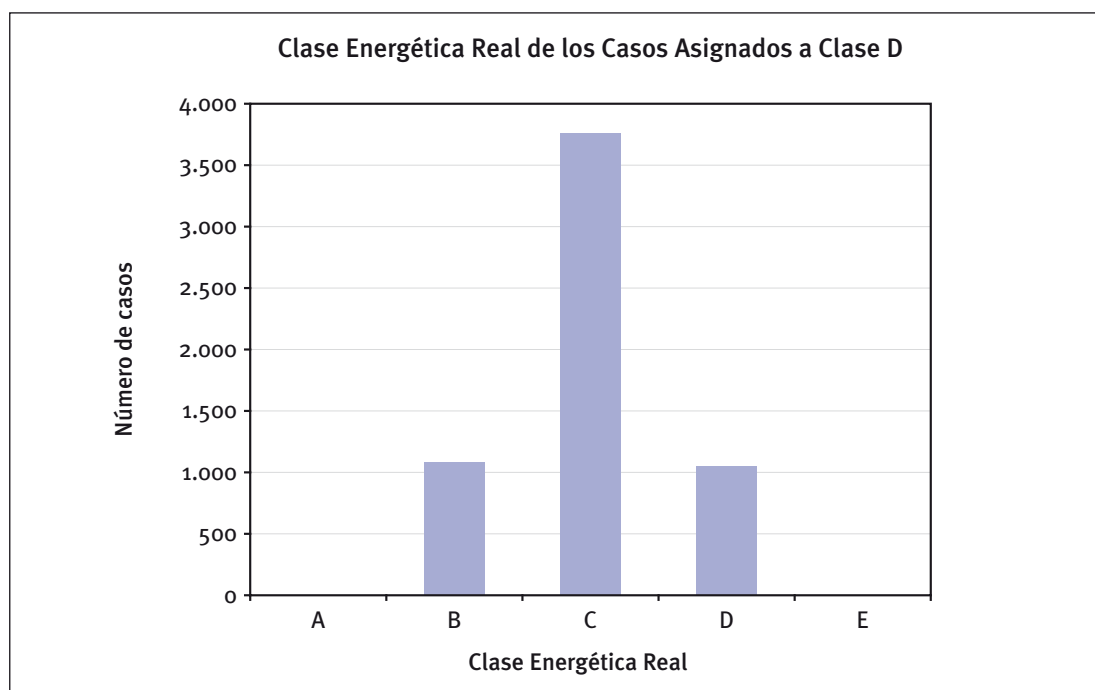
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	2%	15%	1%	0%
E	0%	0%	29%	46%	7%

Vitoria



Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	13%	31%	7%	0%
E	0%	0%	10%	27%	12%

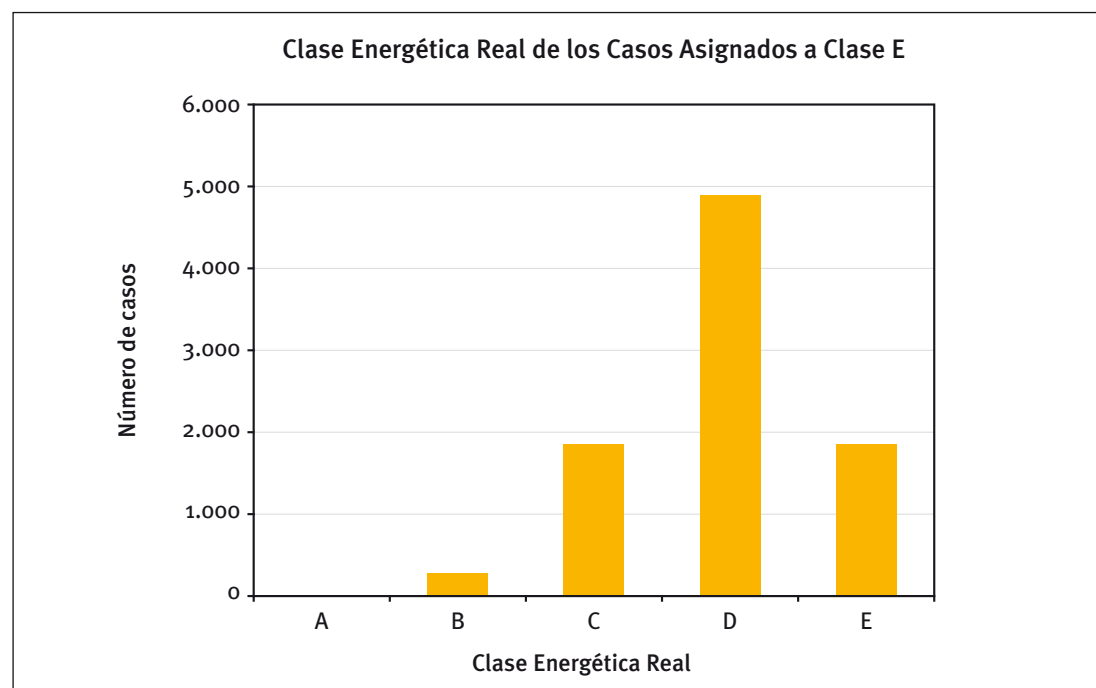
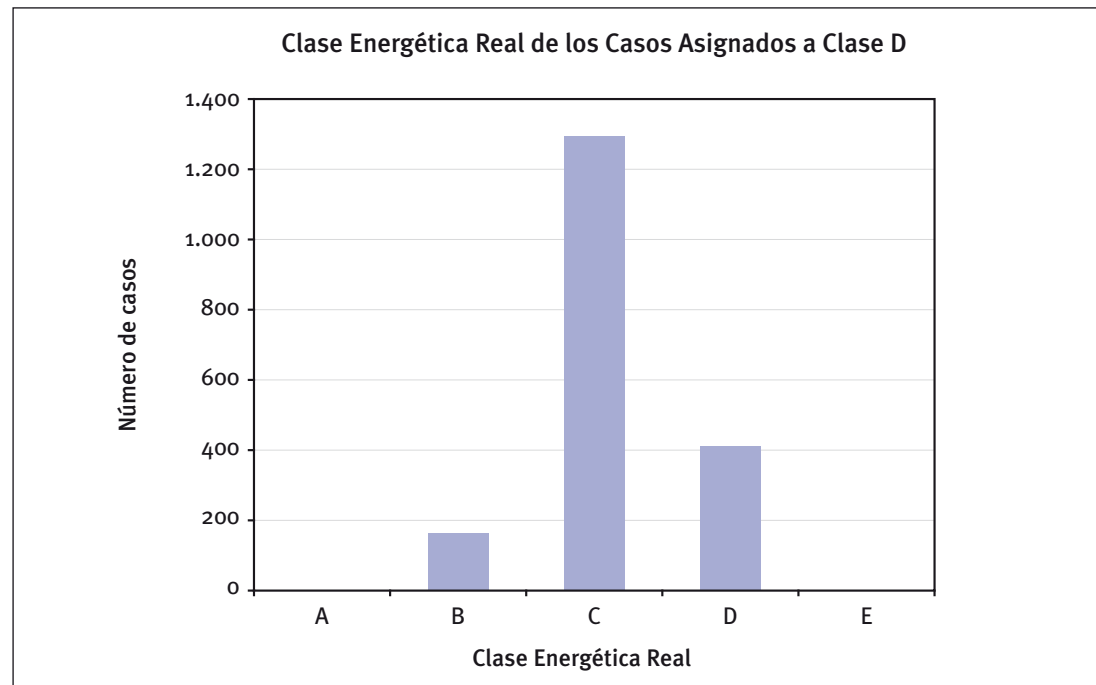
Zamora



Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	9%	32%	9%	0%
E	0%	0%	8%	29%	12%

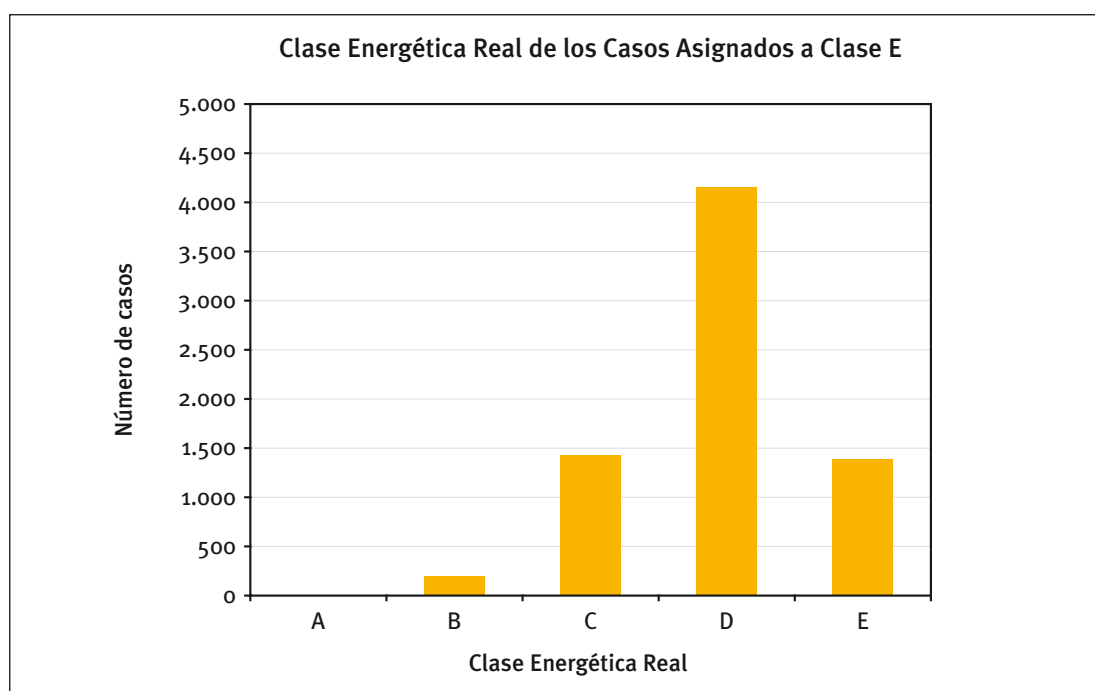
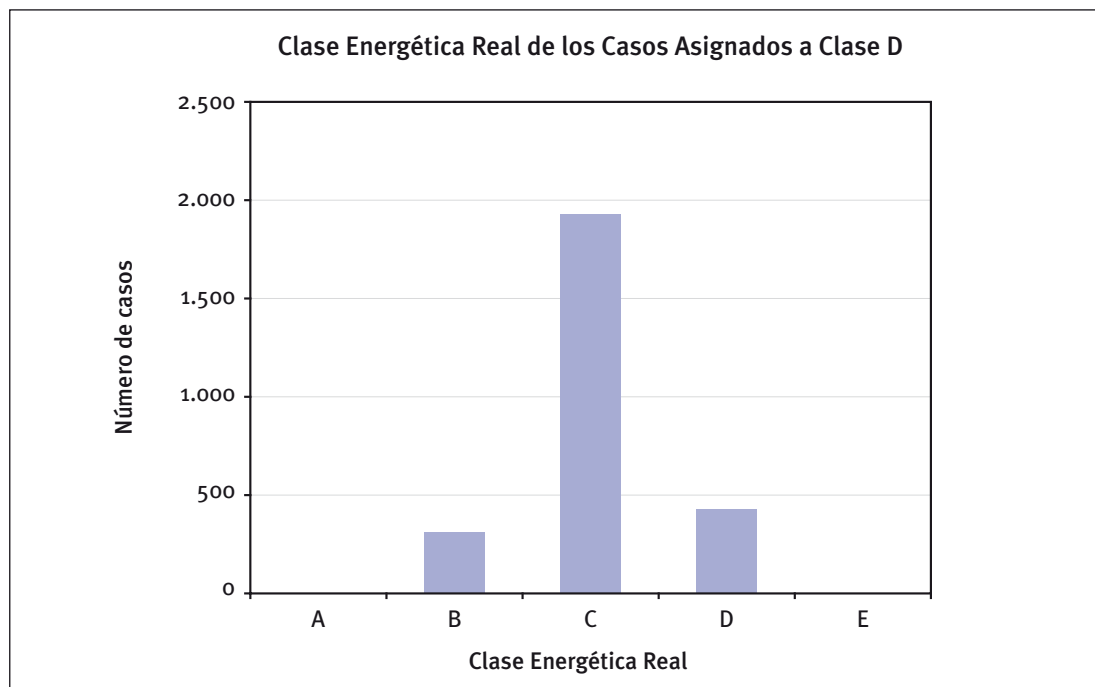
A continuación se recogen los resultados para bloques de viviendas:

Almería



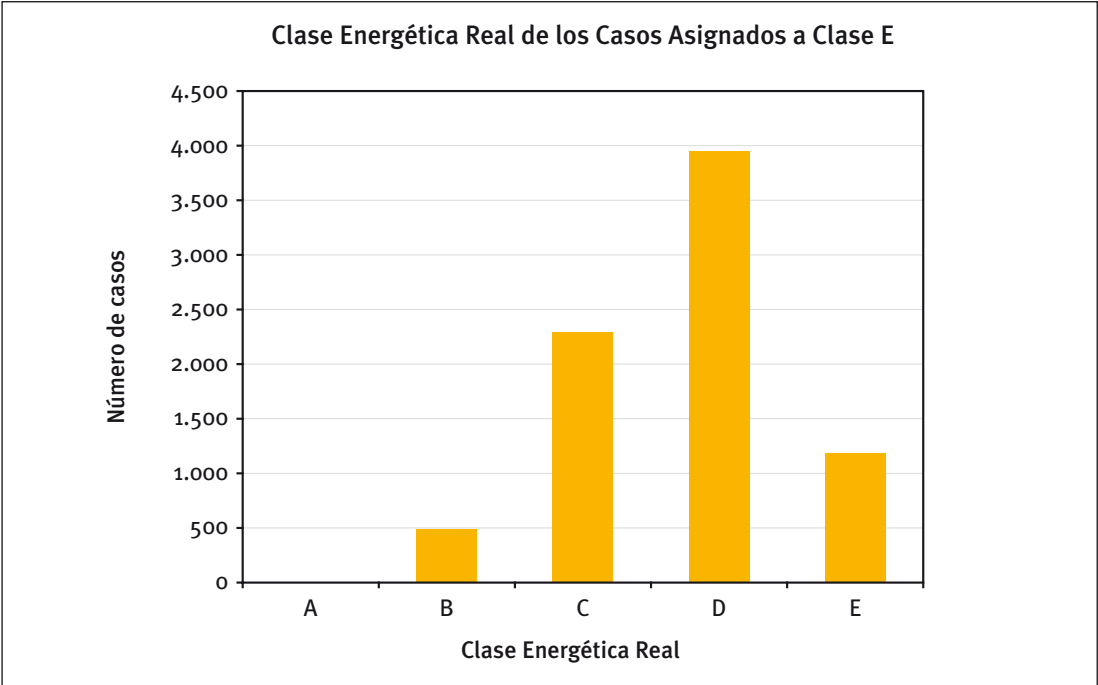
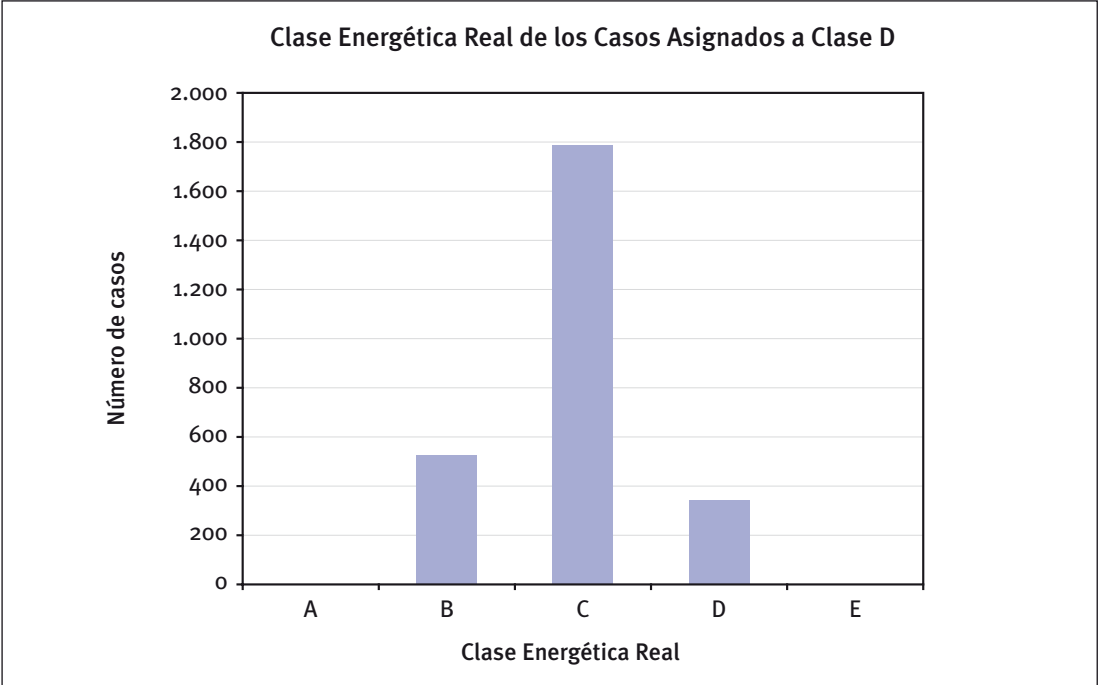
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	1%	12%	4%	0%
E	0%	3%	17%	46%	17%

Barcelona



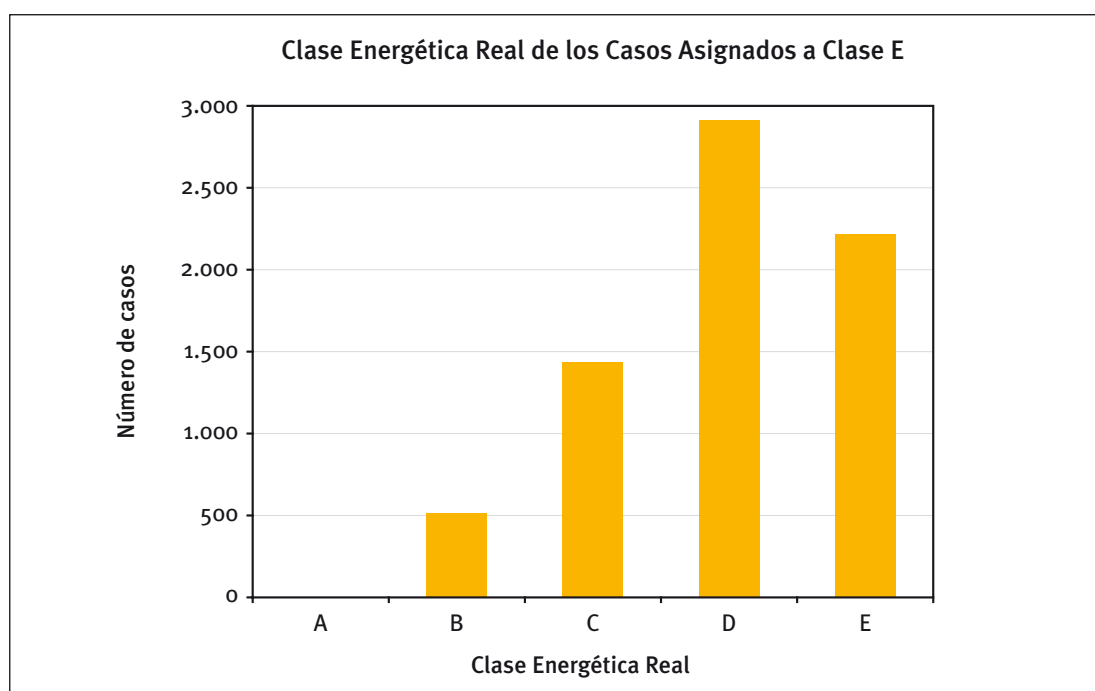
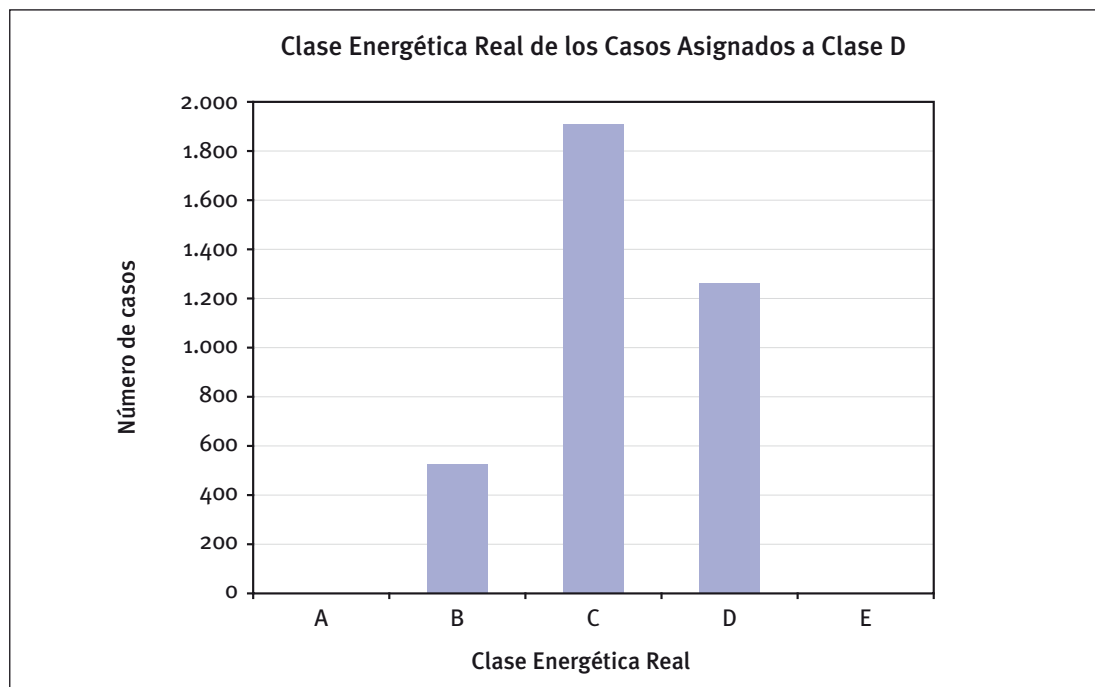
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	3%	18%	4%	0%
E	0%	3%	18%	42%	12%

Bilbao



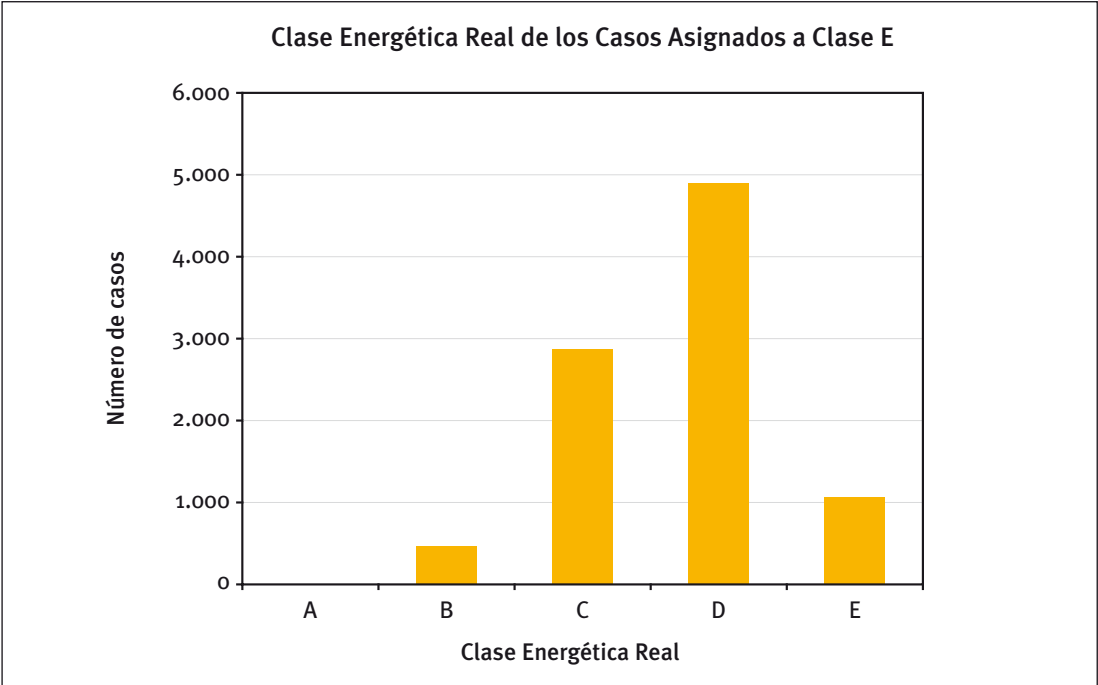
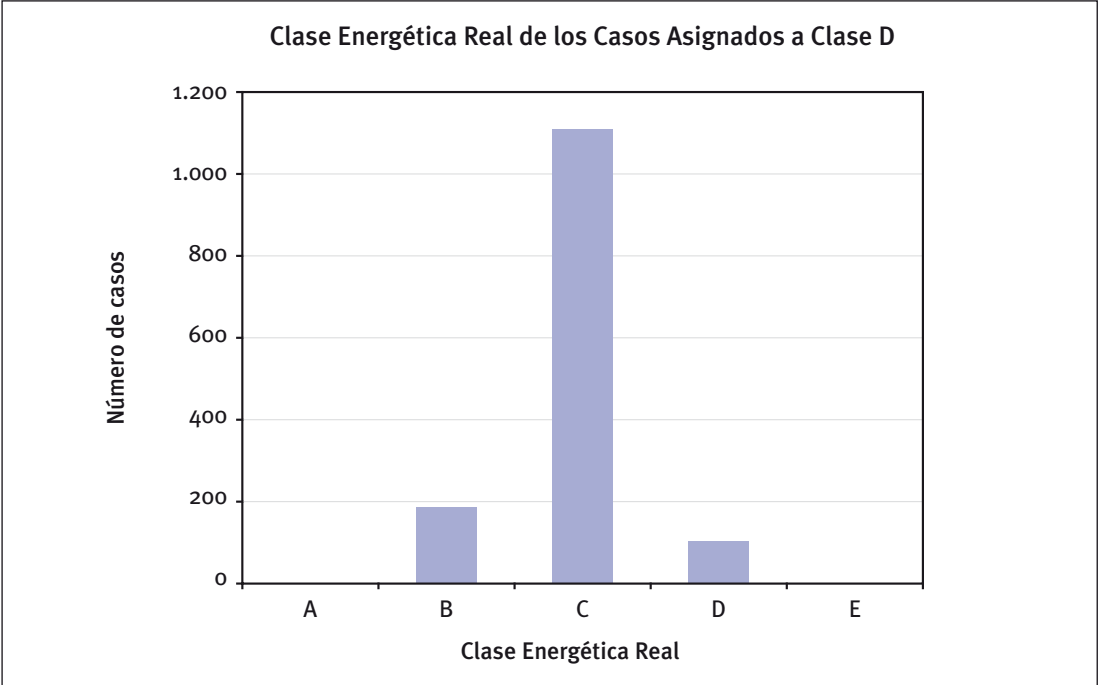
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	5%	17%	3%	0%
E	0%	5%	22%	37%	11%

Burgos



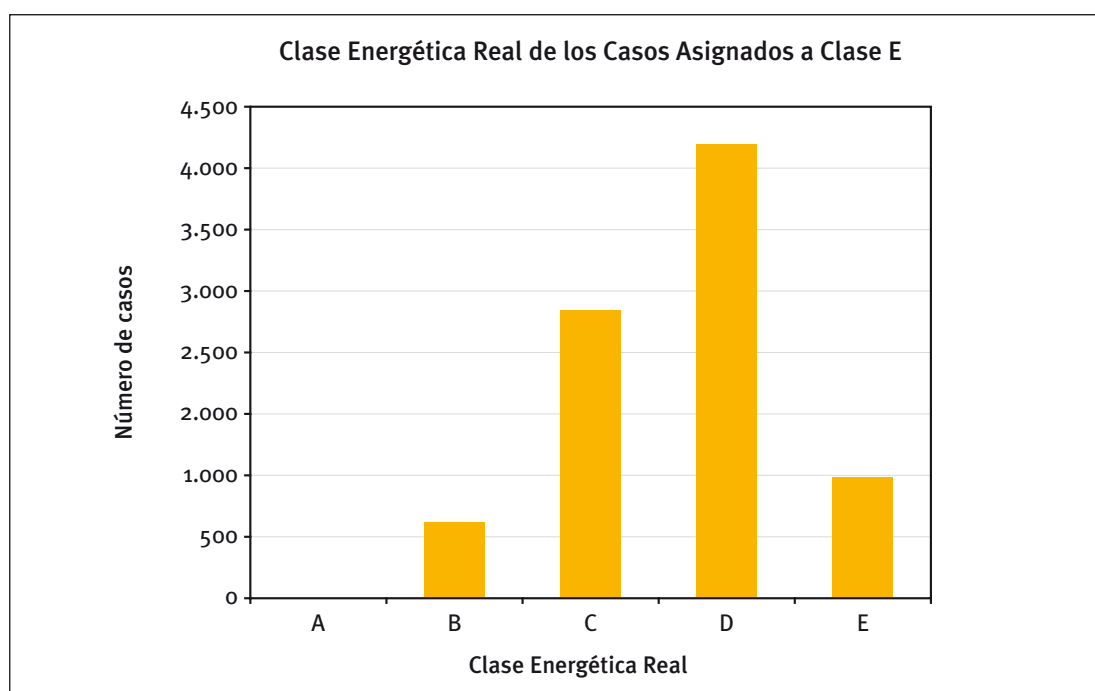
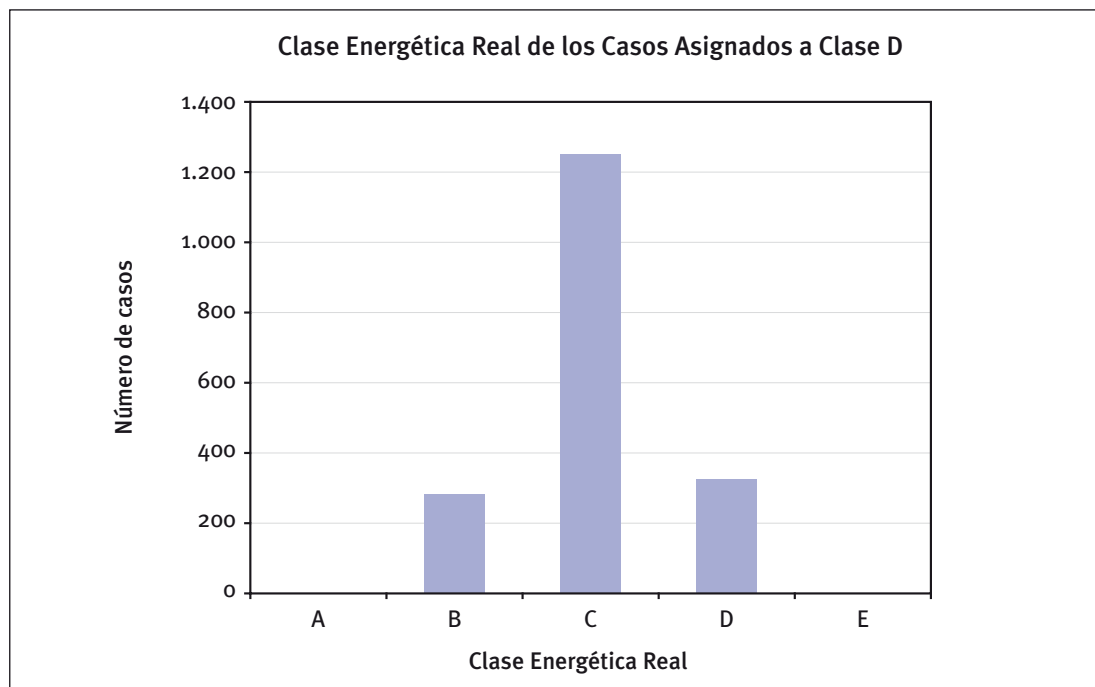
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	5%	18%	12%	0%
E	0%	5%	14%	27%	20%

Cádiz



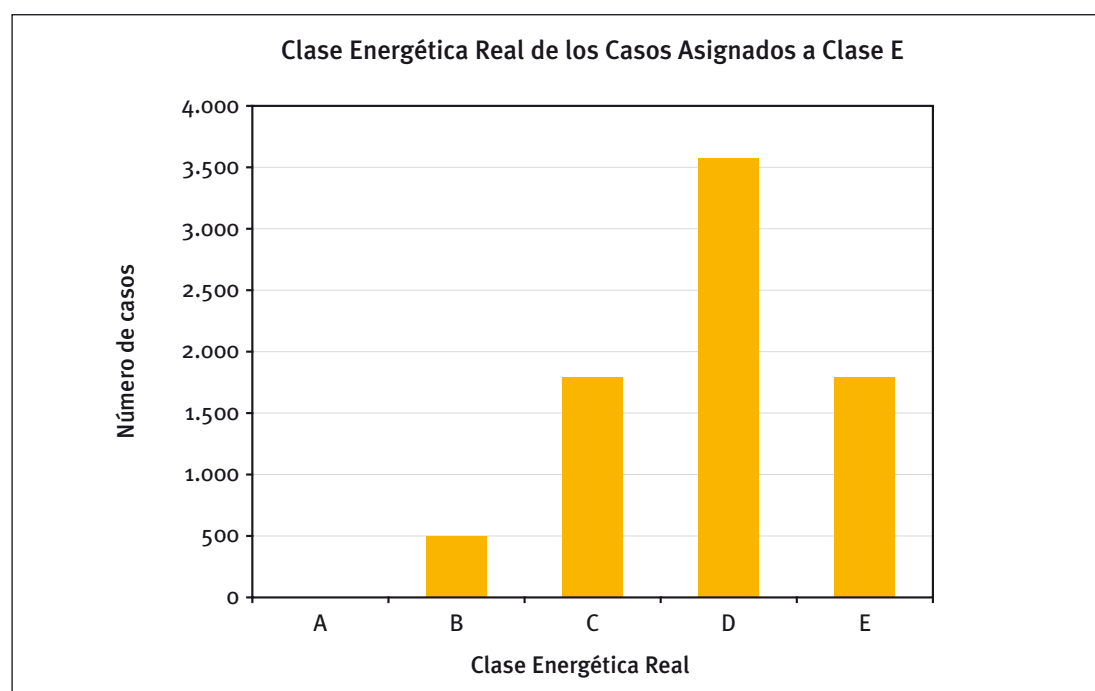
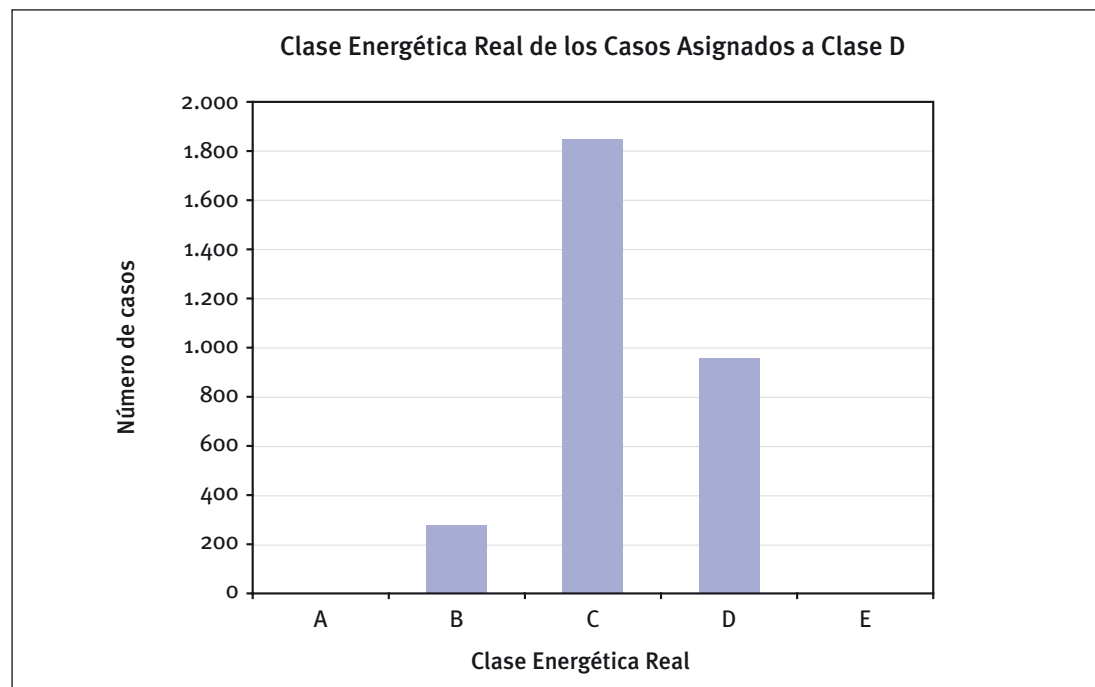
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	2%	10%	1%	0%
E	0%	4%	27%	45%	10%

Granada



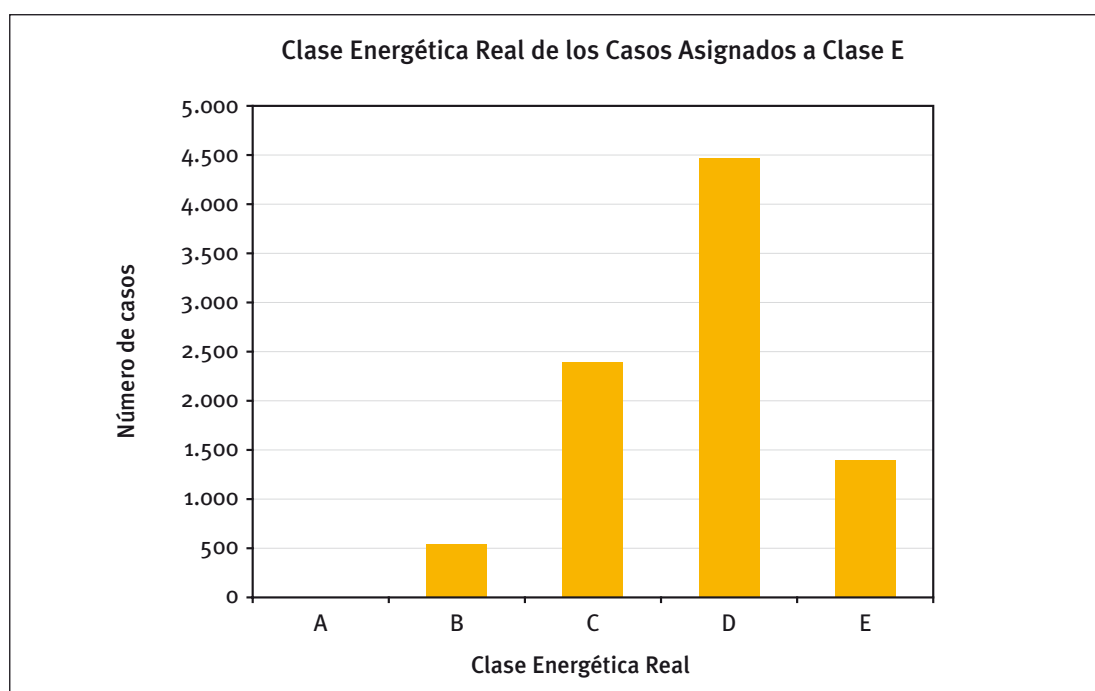
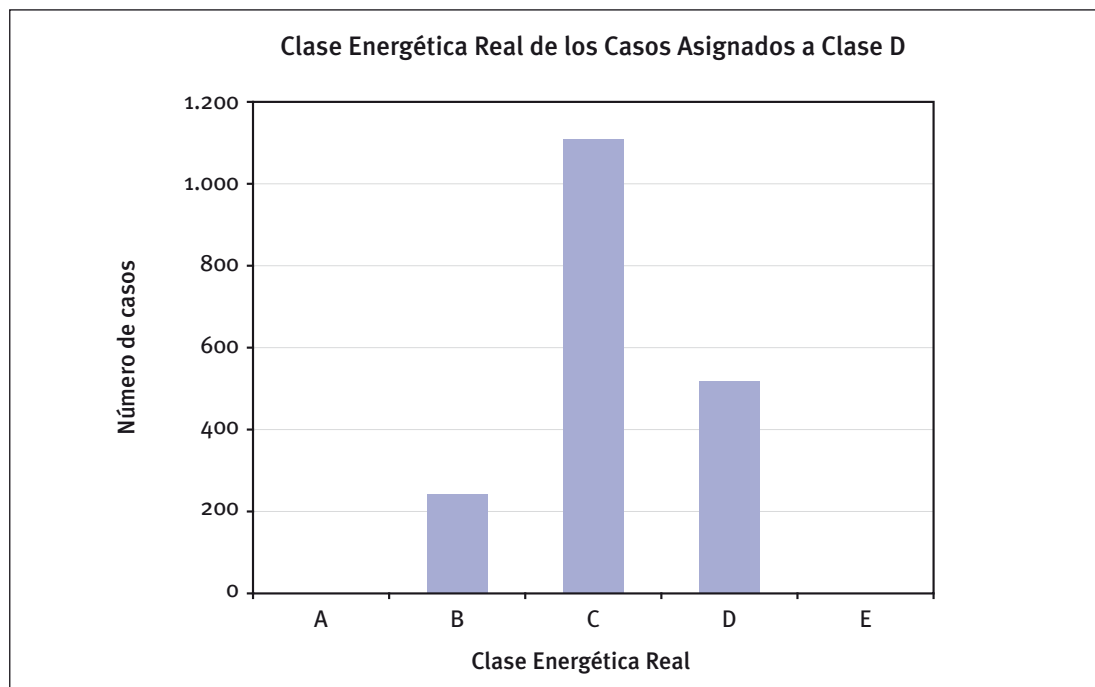
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	3%	12%	3%	0%
E	0%	6%	27%	40%	10%

Madrid



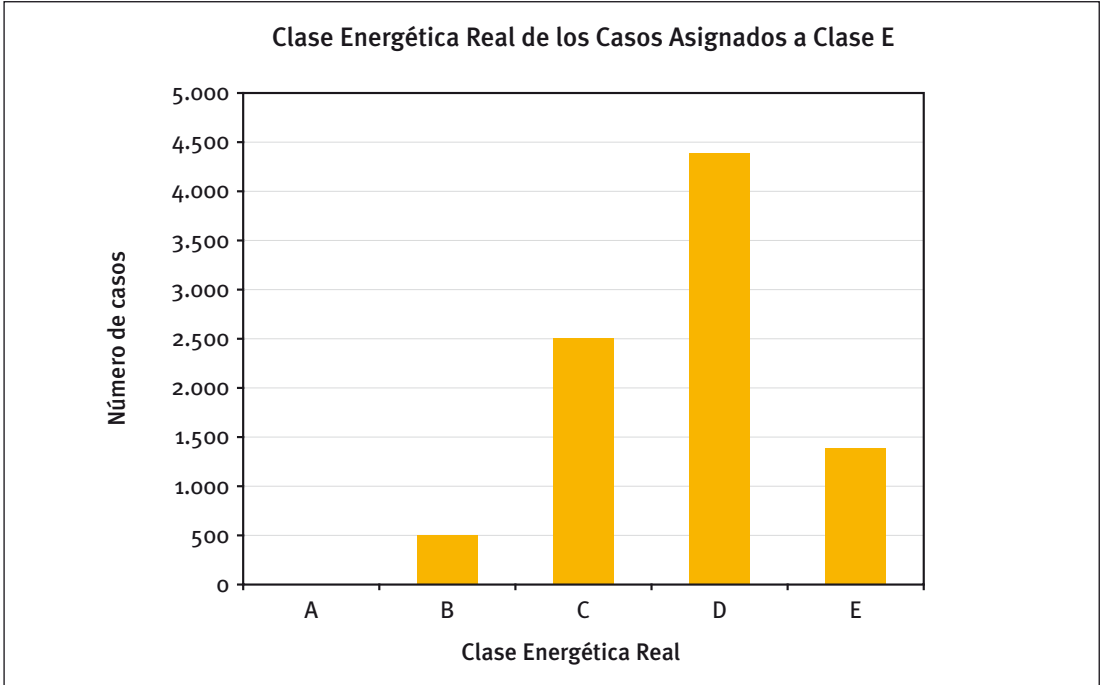
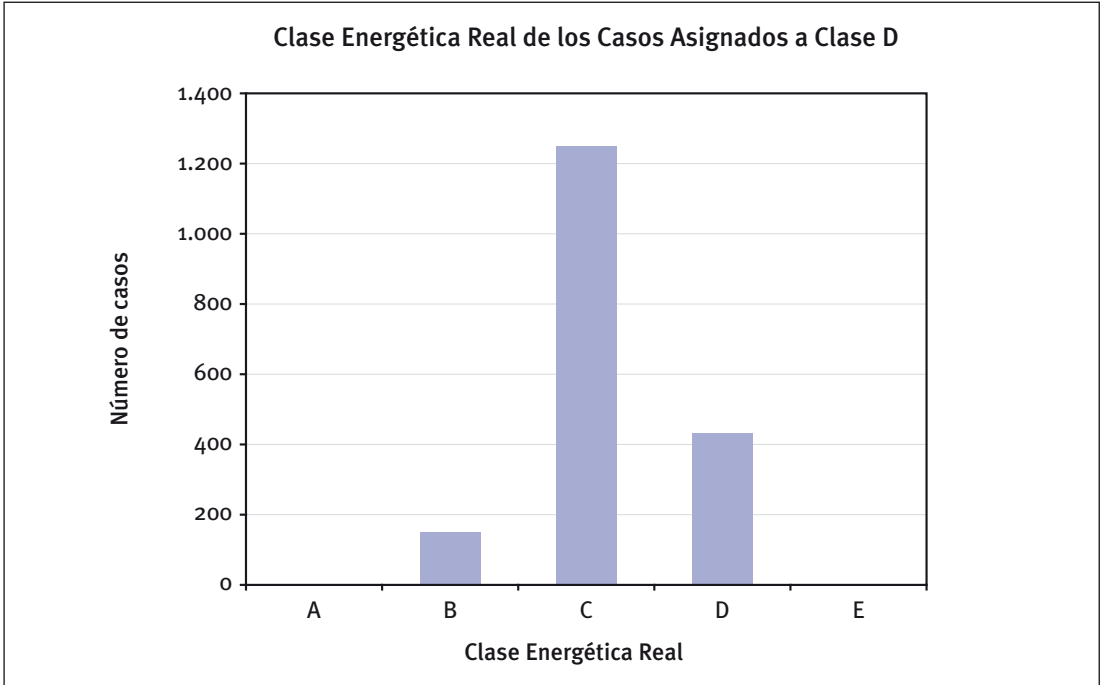
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	3%	18%	9%	0%
E	0%	4%	16%	34%	17%

Sevilla



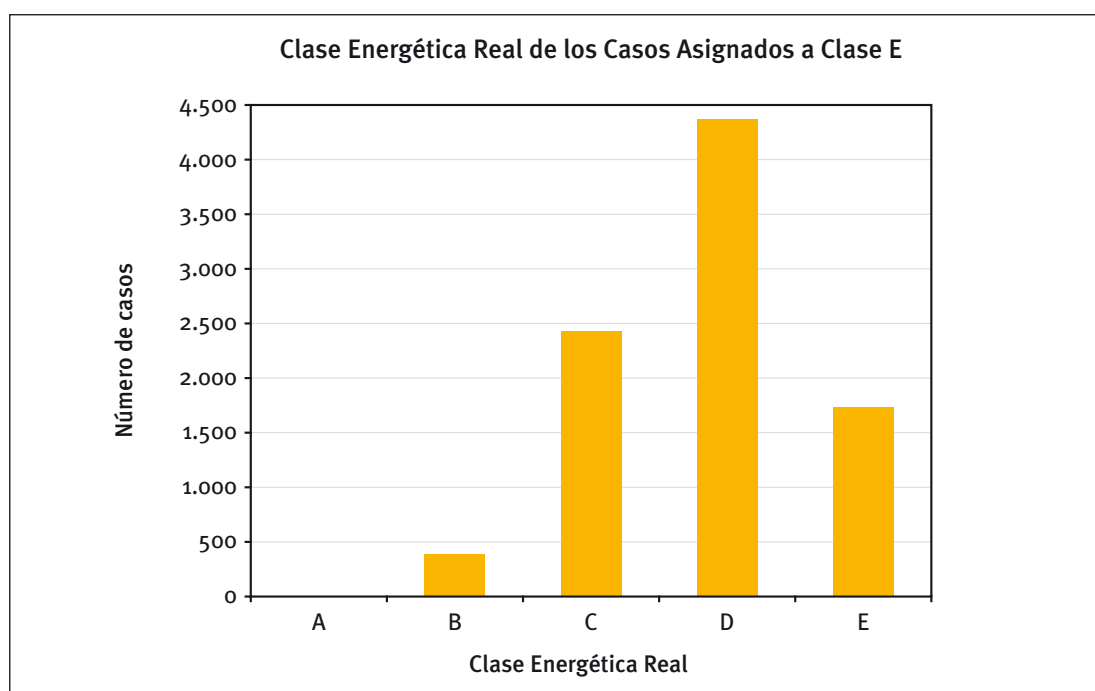
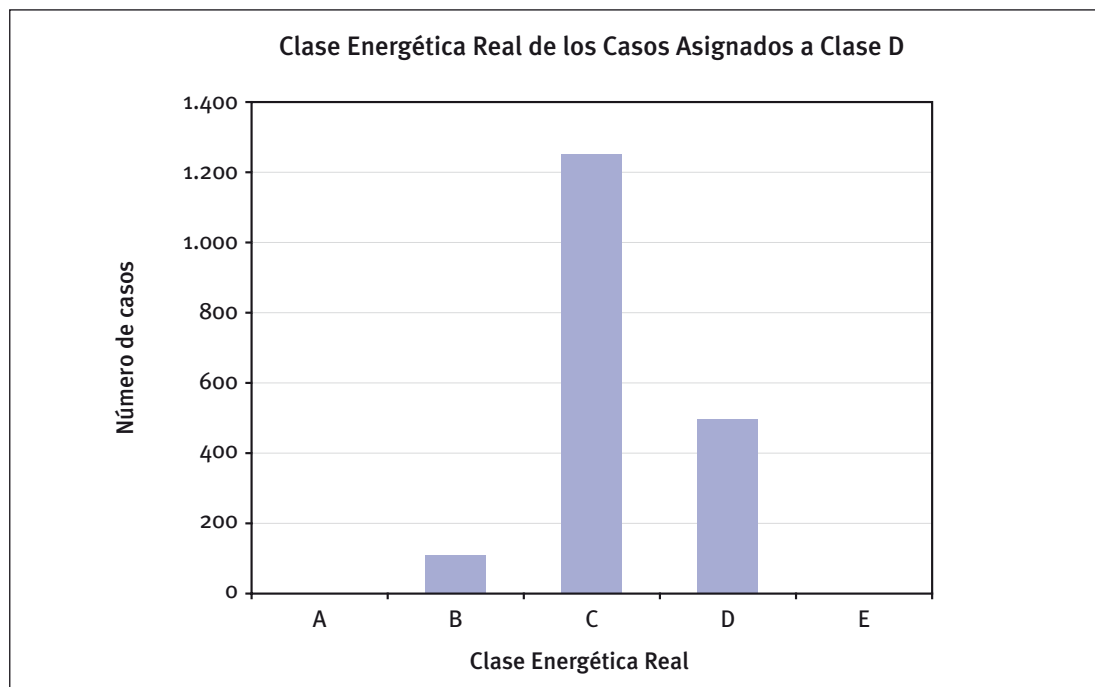
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	2%	10%	5%	0%
E	0%	5%	22%	42%	13%

Toledo



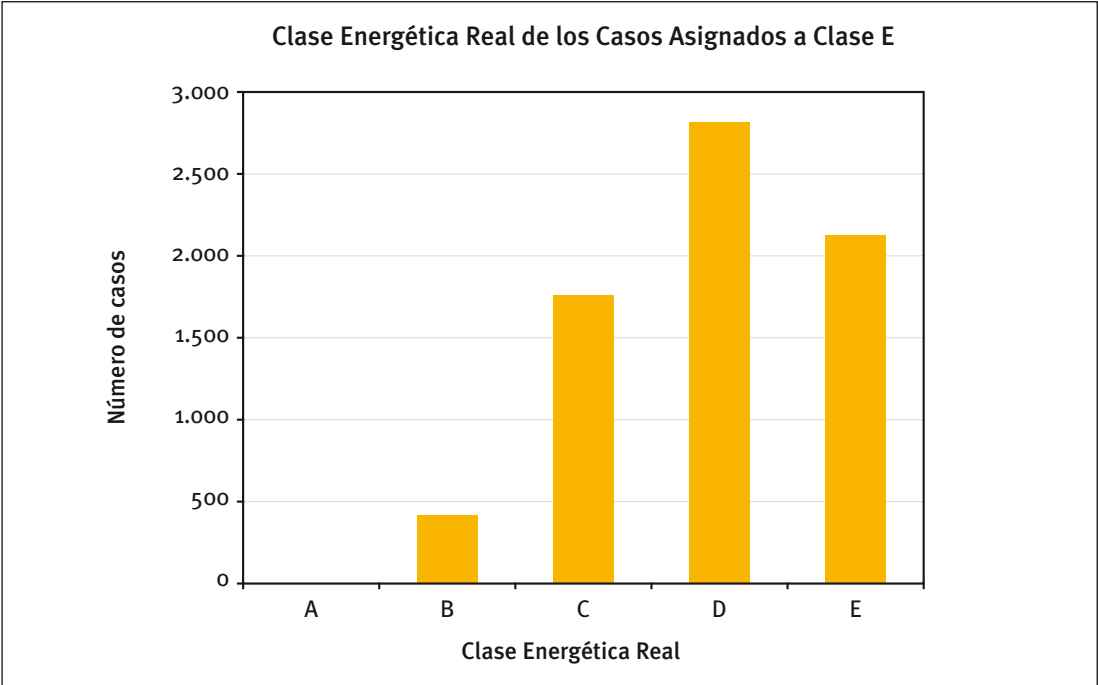
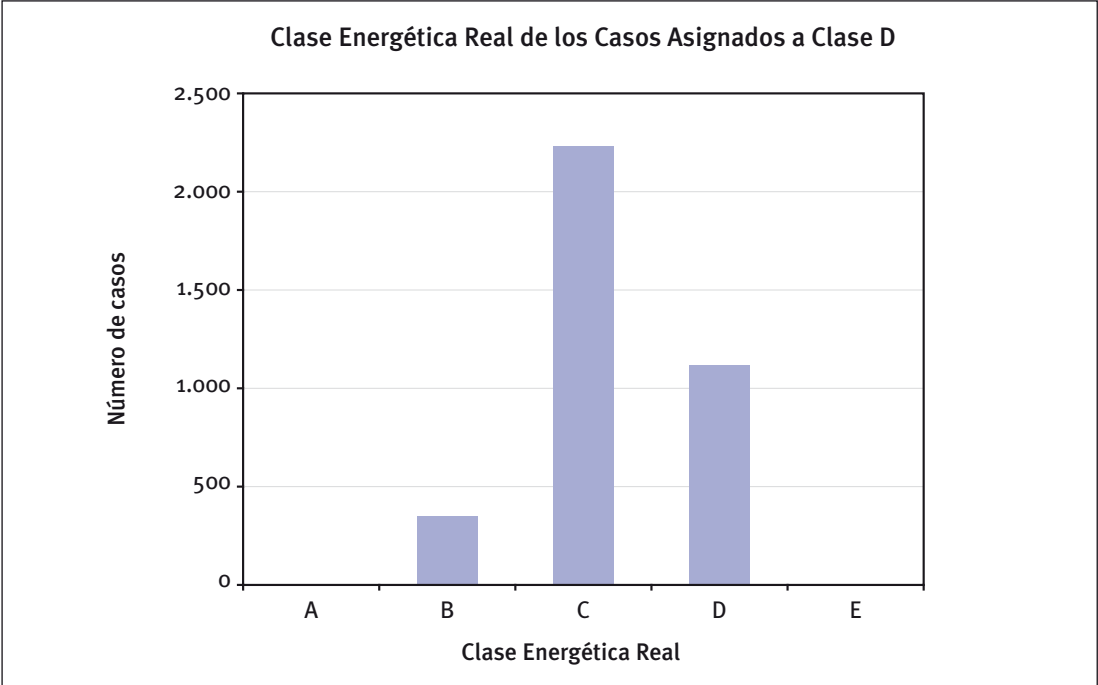
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	1%	12%	4%	0%
E	0%	5%	23%	41%	13%

Valencia



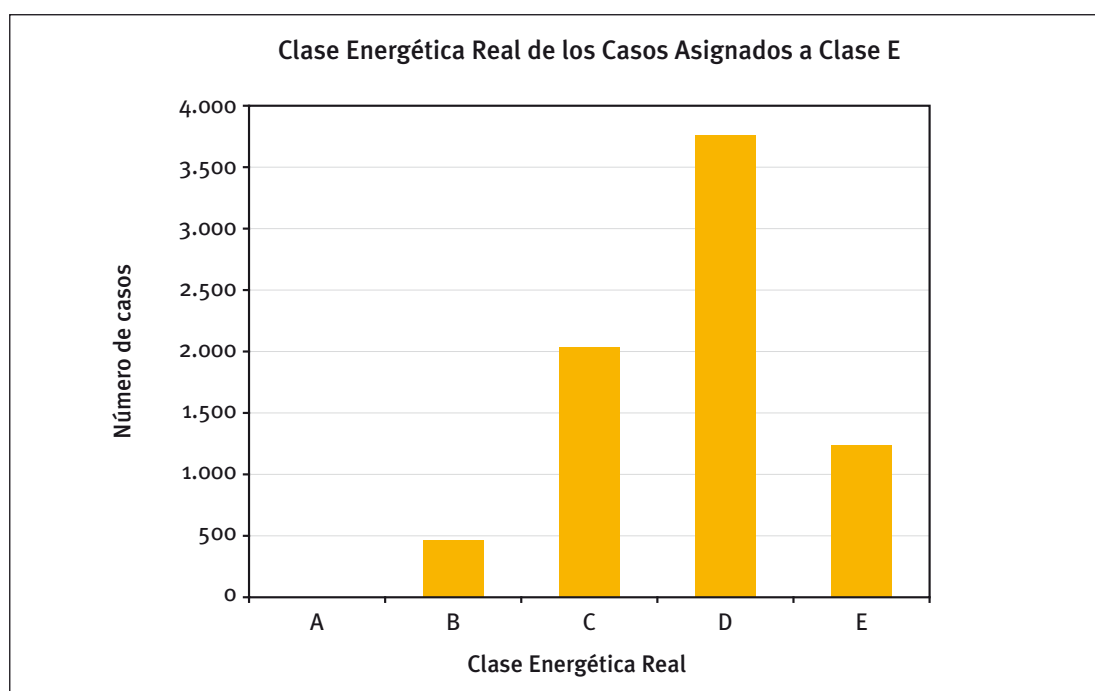
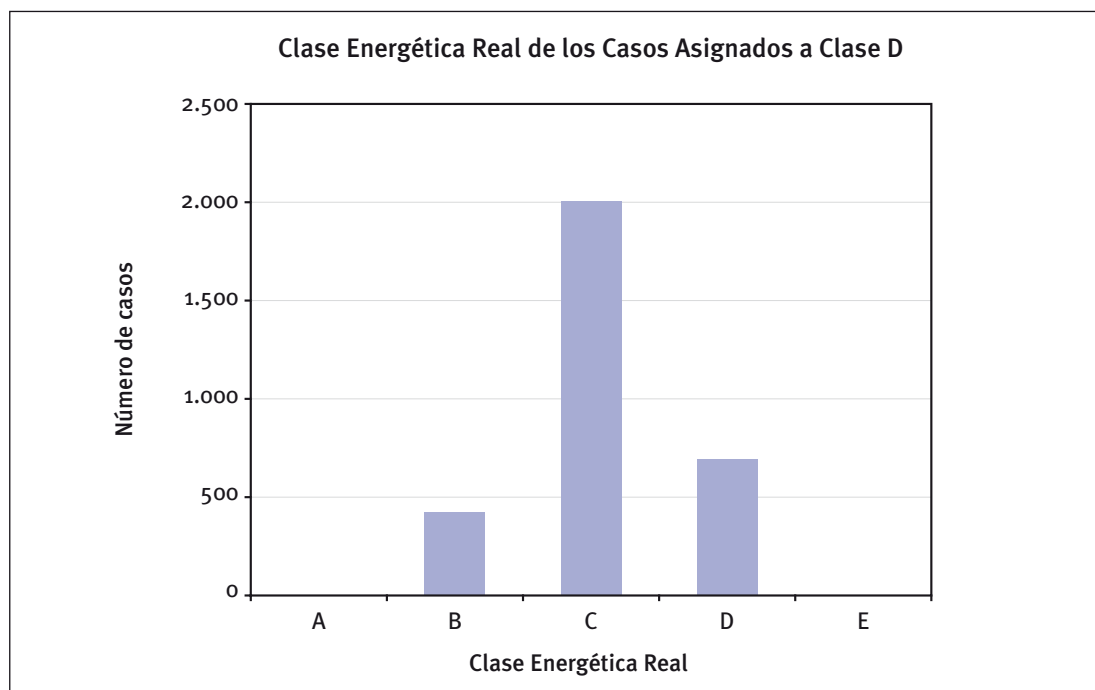
Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	1%	12%	5%	0%
E	0%	3%	23%	40%	16%

Vitoria



Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	3%	21%	11%	0%
E	0%	4%	16%	26%	20%

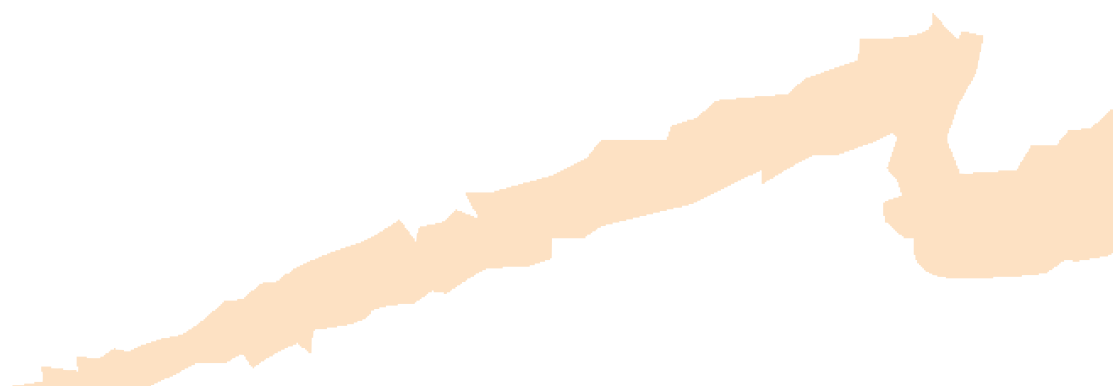
Zamora



Letra Asignada	Clasificación Energética Real				
	A	B	C	D	E
D	0%	4%	19%	6%	0%
E	0%	4%	19%	35%	12%

Anexo I

Morfología de los edificios seleccionados



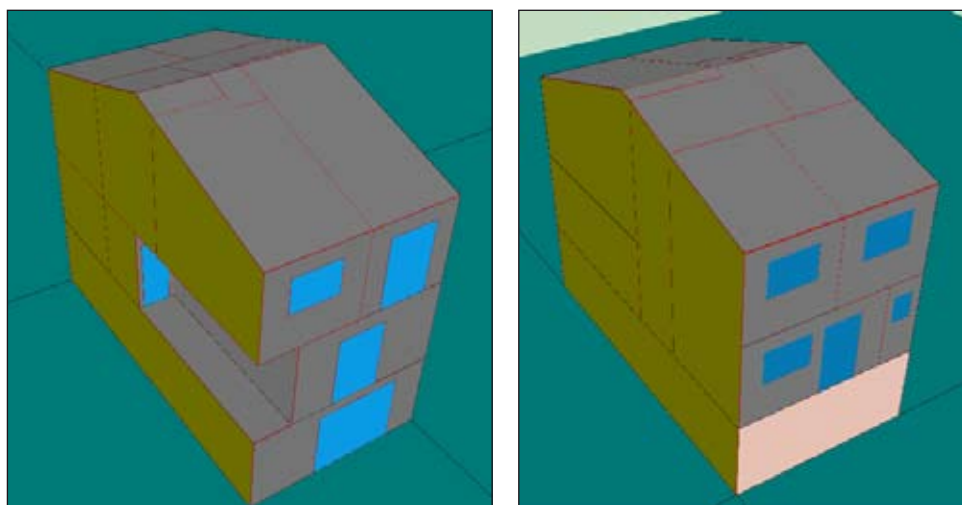
I.1 VIVIENDAS UNIFAMILIARES

Vivienda 1

Vivienda unifamiliar de dos plantas y garaje semienterrado.

Datos Geométricos	
Área Acondicionada	166 m ²
Área Muros	75 m ²
Área Huecos	21 m ²
Área Cubierta	66 m ²
Área Suelos	64 m ²
Área Transferencia	226 m ²
Volumen Acondicionado	499 m ³
Compacidad	2.20 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	22%

Vistas de la vivienda:

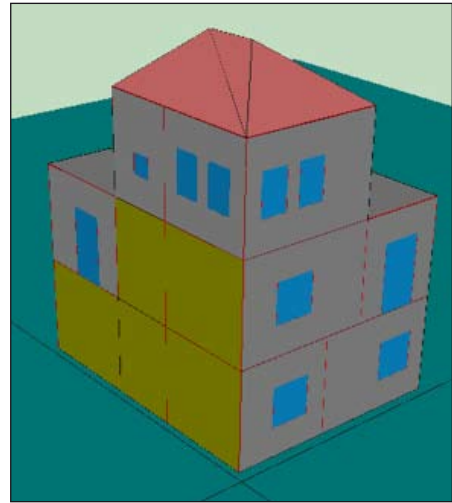
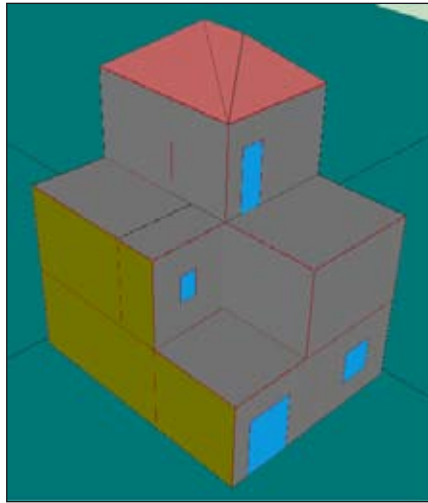


Vivienda 2

Vivienda unifamiliar de tres plantas.

Datos Geométricos	
Área Acondicionada	151 m ²
Área Muros	138 m ²
Área Huecos	20 m ²
Área Cubierta	64 m ²
Área Suelos	58 m ²
Área Transferencia	280 m ²
Volumen Acondicionado	454 m ³
Compacidad	1.62 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	13%

Vistas de la vivienda:



Vivienda 3

Vivienda unifamiliar de dos plantas.

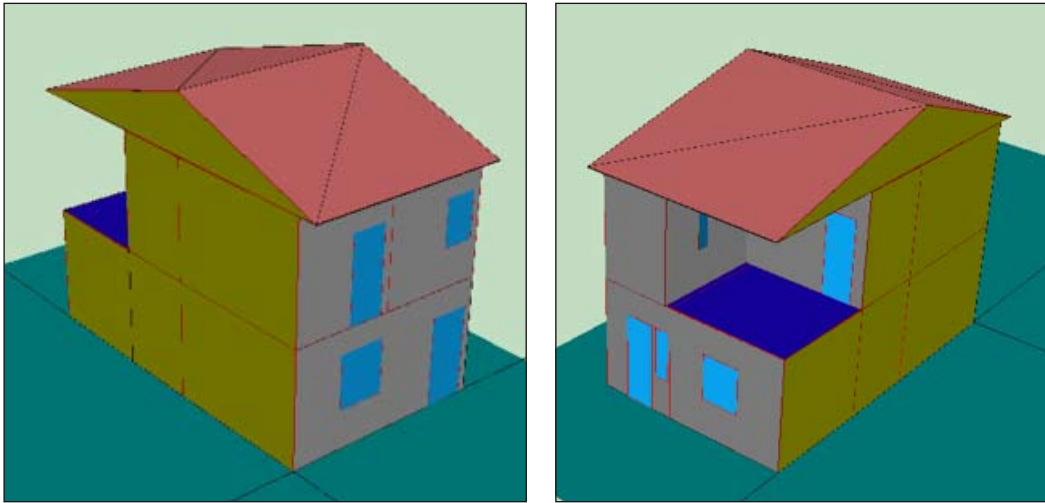
Datos Geométricos	
Área Acondicionada	84 m ²
Área Muros	59 m ²
Área Huecos	13 m ²
Área Cubierta	41 m ²
Área Suelos	47 m ²
Área Transferencia	160 m ²
Volumen Acondicionado	210 m ³
Compacidad	1.31 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	18%

Vivienda 4

Igual a vivienda 3, pero escalada para que su área sea de 101 m².

Datos Geométricos	
Área Acondicionada	101 m ²
Área Muros	66 m ²
Área Huecos	13 m ²
Área Cubierta	50 m ²
Área Suelos	57 m ²
Área Transferencia	186 m ²
Volumen Acondicionado	274 m ³
Compacidad	1.47 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	16%

Vistas de la vivienda:

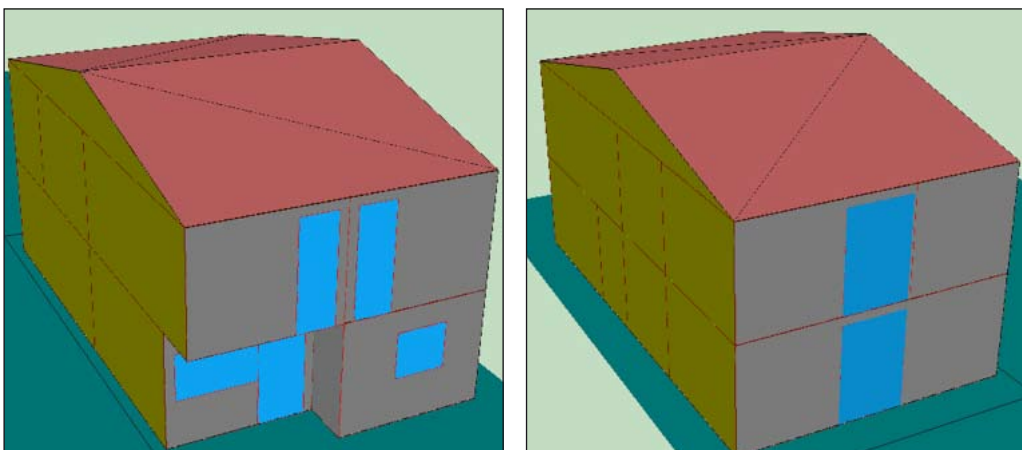


Vivienda 5

Vivienda Unifamiliar de dos plantas más sótano (garaje).

Datos Geométricos	
Área Acondicionada	133 m ²
Área Muros	50 m ²
Área Huecos	16 m ²
Área Cubierta	71 m ²
Área Suelos	65 m ²
Área Transferencia	202 m ²
Volumen Acondicionado	398 m ³
Compacidad	1.97 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	24%

Vistas de la vivienda:

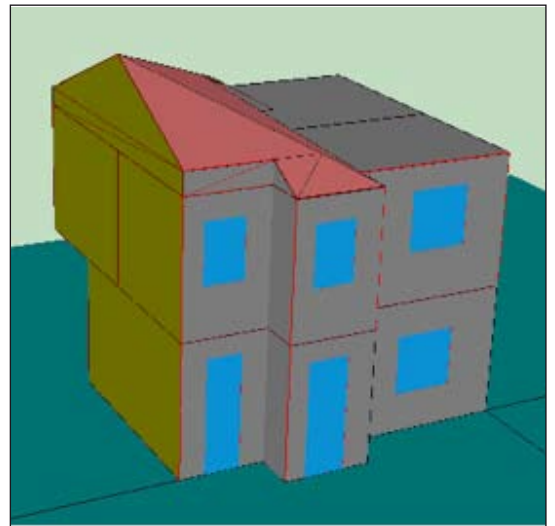
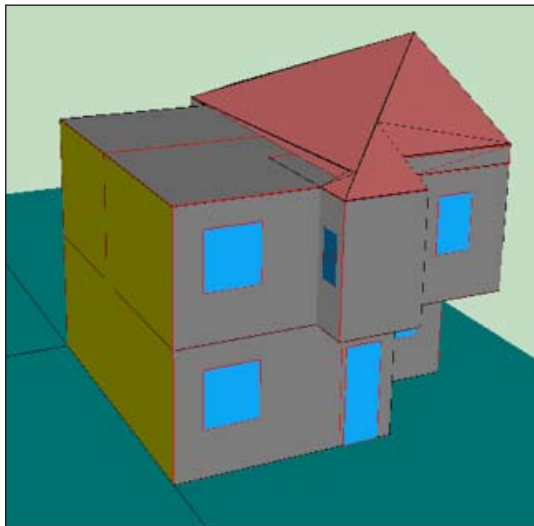


Vivienda 6

Vivienda unifamiliar adosada.

Datos Geométricos	
Área Acondicionada	103 m ²
Área Muros	92 m ²
Área Huecos	15 m ²
Área Cubierta	55 m ²
Área Suelos	55 m ²
Área Transferencia	217 m ²
Volumen Acondicionado	308 m ³
Compacidad	1.42 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	14%

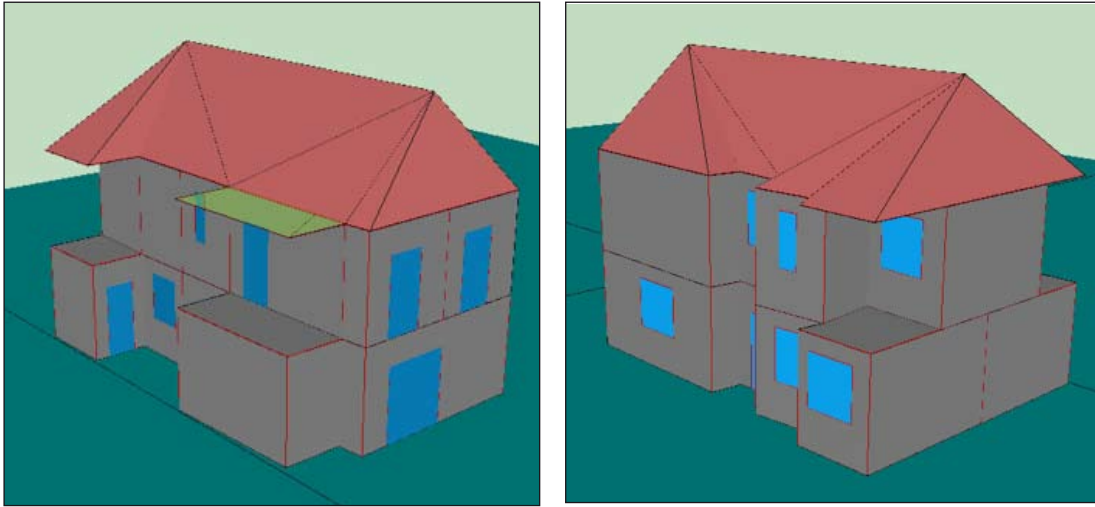
Vistas de la vivienda:

**Vivienda 7**

Vivienda unifamiliar aislada.

Datos Geométricos	
Área Acondicionada	117 m ²
Área Muros	178 m ²
Área Huecos	22 m ²
Área Cubierta	66 m ²
Área Suelos	66 m ²
Área Transferencia	331 m ²
Volumen Acondicionado	298 m ³
Compacidad	0.90 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	11%

Vistas de la vivienda:



Vivienda 8

Vivienda unifamiliar de dos plantas con garaje.

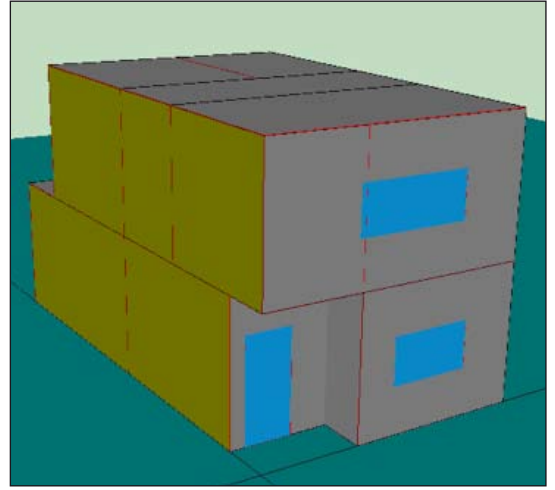
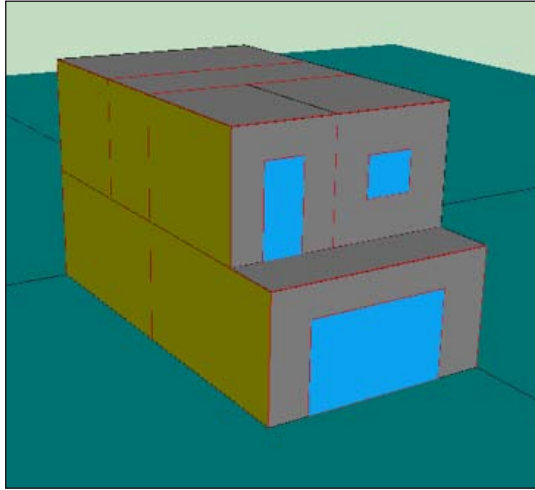
Datos Geométricos	
Área Acondicionada	100 m ²
Área Muros	51 m ²
Área Huecos	18 m ²
Área Cubierta	55 m ²
Área Suelos	55 m ²
Área Transferencia	179 m ²
Volumen Acondicionado	249 m ³
Compacidad	1.39 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	26%

Vivienda 9

Igual a vivienda 8, pero con un área acondicionada de 110 m².

Datos Geométricos	
Área Acondicionada	110 m ²
Área Muros	55 m ²
Área Huecos	18 m ²
Área Cubierta	61 m ²
Área Suelos	61 m ²
Área Transferencia	194 m ²
Volumen Acondicionado	330 m ³
Compacidad	1.70 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	24%

Vistas de la vivienda:

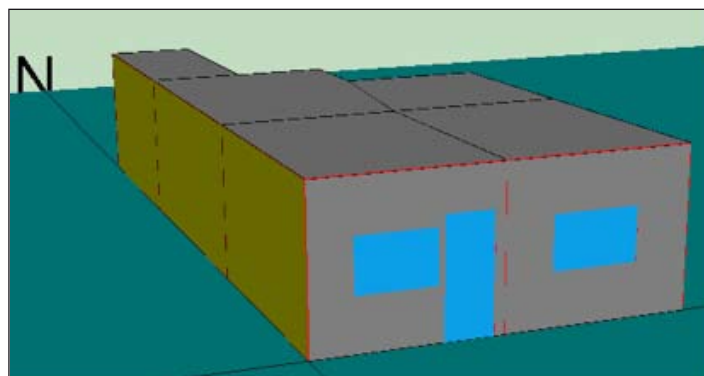


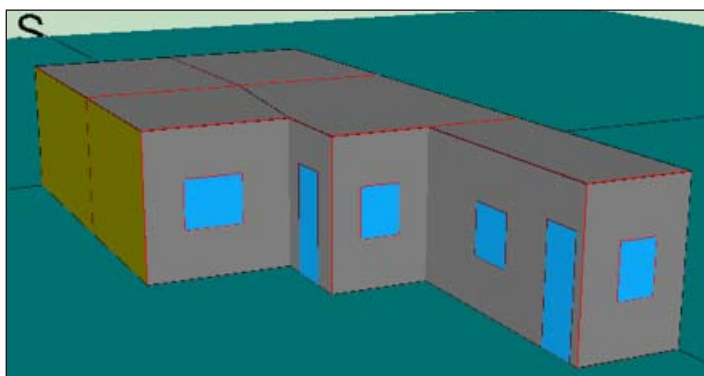
Vivienda 10

Vivienda unifamiliar de una planta.

Datos Geométricos		
Área Acondicionada		81 m ²
Área Muros		50 m ²
Área Huecos		13 m ²
Área Cubierta		81 m ²
Área Suelos		81 m ²
Área Transferencia		225 m ²
Volumen Acondicionado		219 m ³
Compacidad		0.97 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada		20%

Vistas de la vivienda:



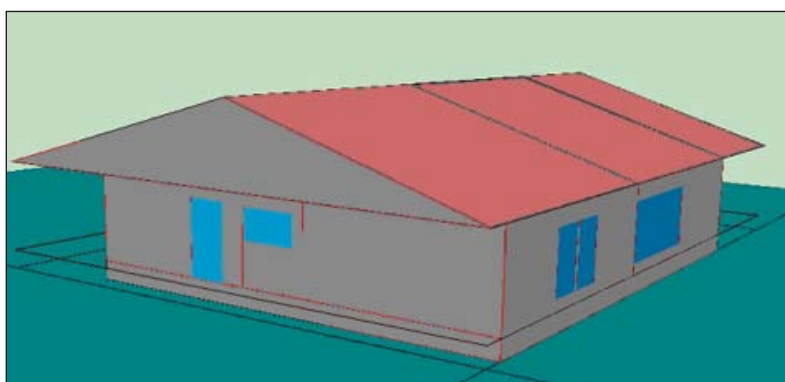
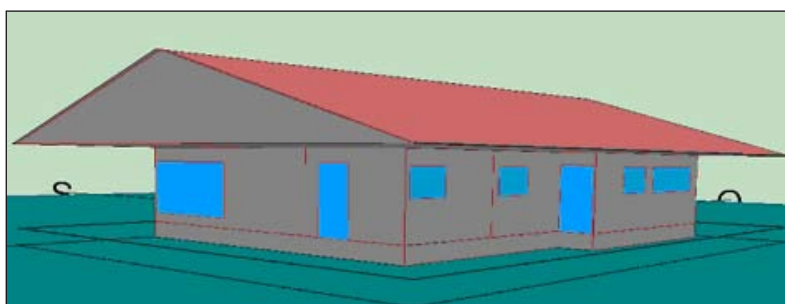


Vivienda 11

Vivienda unifamiliar de una planta.

Datos Geométricos	
Área Acondicionada	157 m ²
Área Muros	96 m ²
Área Huecos	28 m ²
Área Cubierta	208 m ²
Área Suelos	157 m ²
Área Transferencia	488 m ²
Volumen Acondicionado	470 m ³
Compacidad	0.96 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	22%

Vistas de la vivienda:



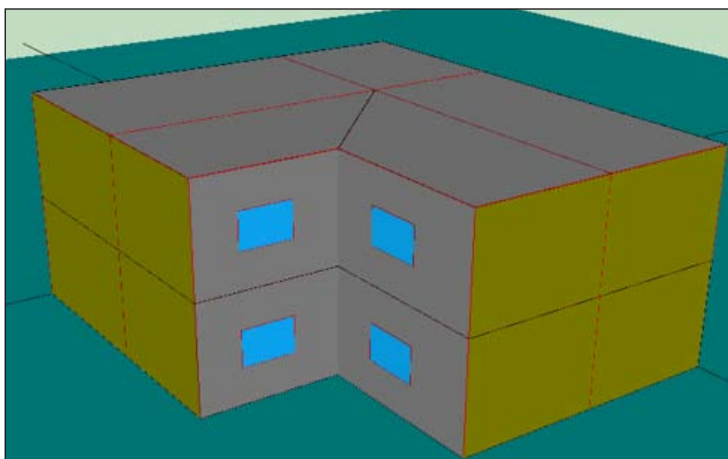
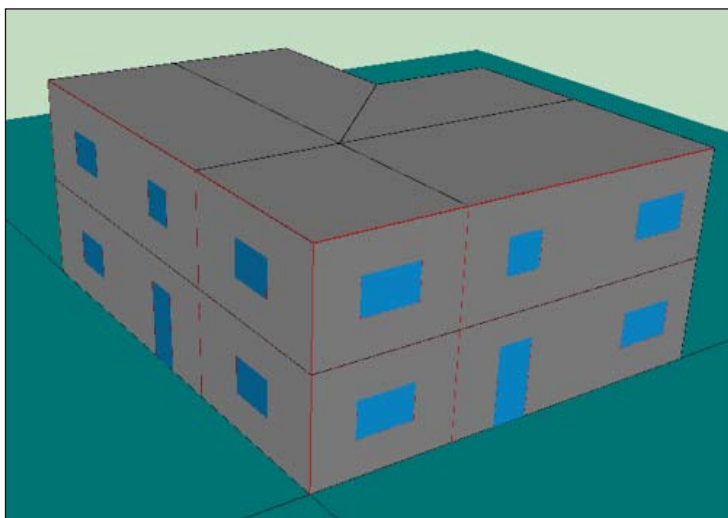
I.2 BLOQUES DE VIVIENDAS

Bloque 1

Bloque de dos plantas.

Datos Geométricos	
Área Acondicionada	296 m ²
Área Muros	185 m ²
Área Huecos	25 m ²
Área Cubierta	148 m ²
Área Suelos	148 m ²
Área Transferencia	506 m ²
Volumen Acondicionado	888 m ³
Compacidad	1.75 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	12%

Vistas del bloque:

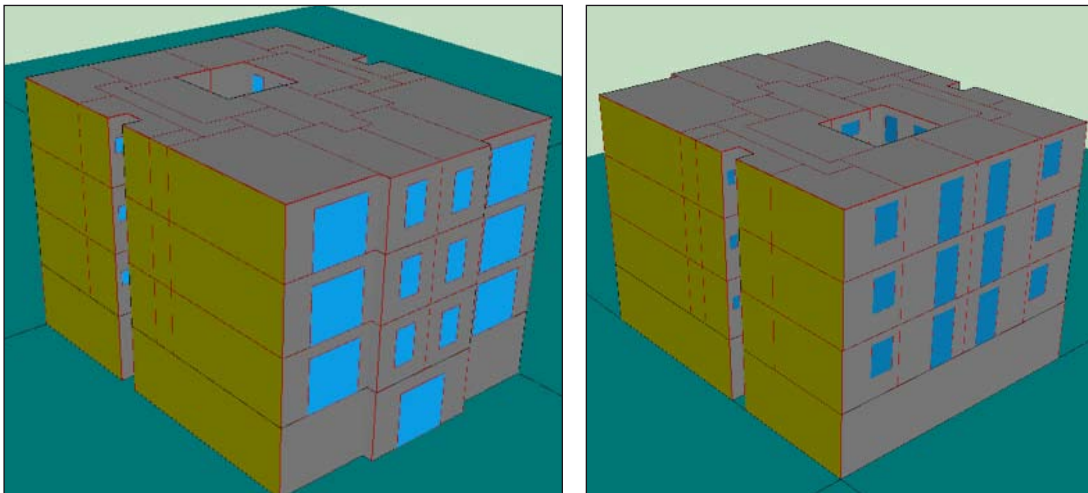


Bloque 2

Bloque de tres plantas y garaje.

Datos Geométricos		
Área Acondicionada		414 m ²
Área Muros		275 m ²
Área Huecos		62 m ²
Área Cubierta		147 m ²
Área Suelos		147 m ²
Área Transferencia		631 m ²
Volumen Acondicionado		953 m ³
Compacidad		1.51 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada		18%

Vistas del bloque:

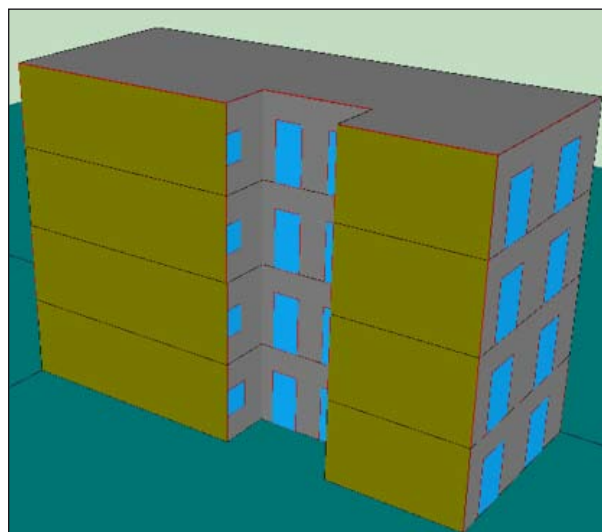
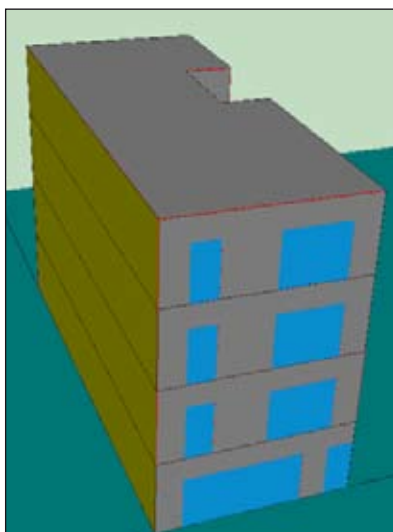


Bloque 3

Bloque en “C” de cuatro plantas.

Datos Geométricos		
Área Acondicionada		508 m ²
Área Muros		242 m ²
Área Huecos		79 m ²
Área Cubierta		127 m ²
Área Suelos		127 m ²
Área Transferencia		575 m ²
Volumen Acondicionado		1524 m ³
Compacidad		2.65 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada		25%

Vistas del bloque:

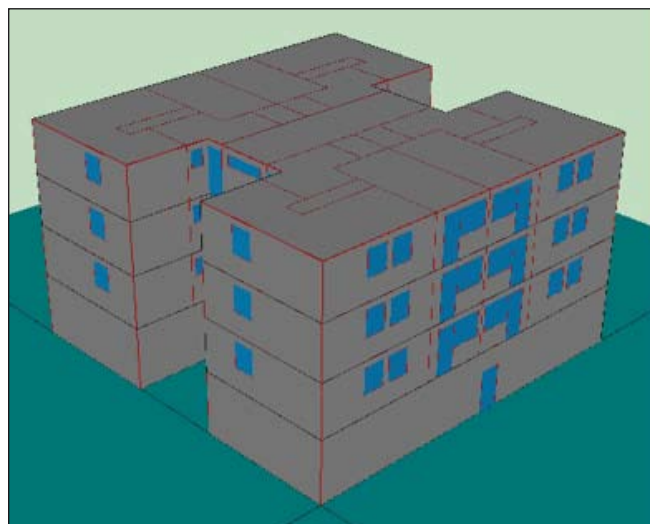


Bloque 4

Bloque en “H” de cuatro plantas.

Datos Geométricos	
Área Acondicionada	1116 m ²
Área Muros	797 m ²
Área Huecos	123 m ²
Área Cubierta	279 m ²
Área Suelos	279 m ²
Área Transferencia	1478 m ²
Volumen Acondicionado	2789 m ³
Compacidad	1.89 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	13%

Vistas del bloque:

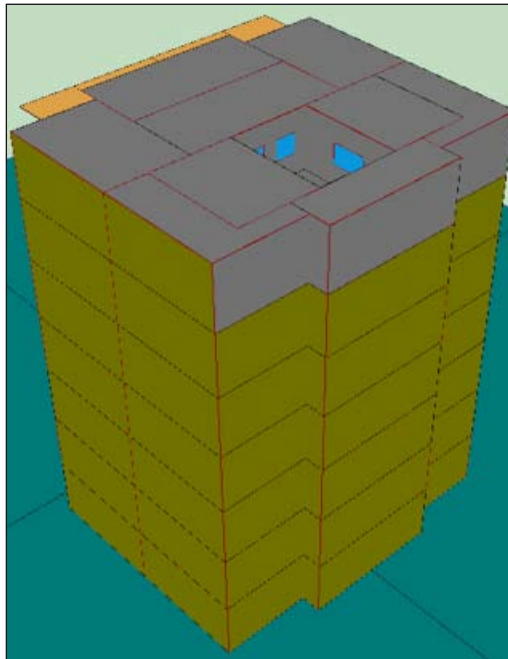
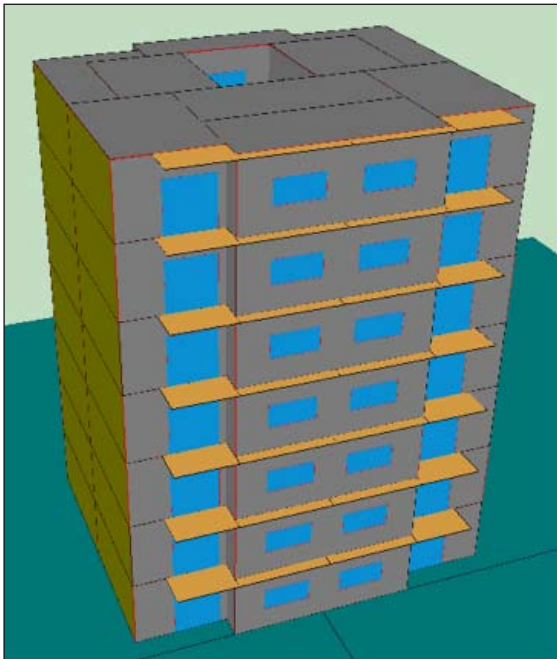


Bloque 5

Bloque de siete plantas.

Datos Geométricos		
Área Acondicionada		1309 m ²
Área Muros		673 m ²
Área Huecos		137 m ²
Área Cubierta		187 m ²
Área Suelos		187 m ²
Área Transferencia		1184 m ²
Volumen Acondicionado		3927 m ³
Compacidad		3.32 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada		17%

Vistas del bloque:

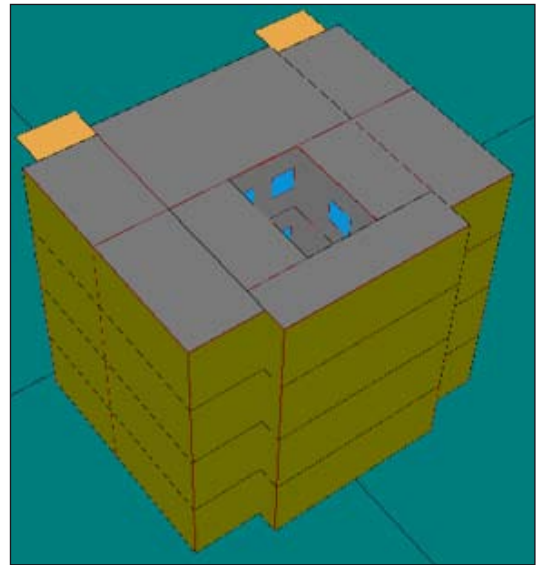
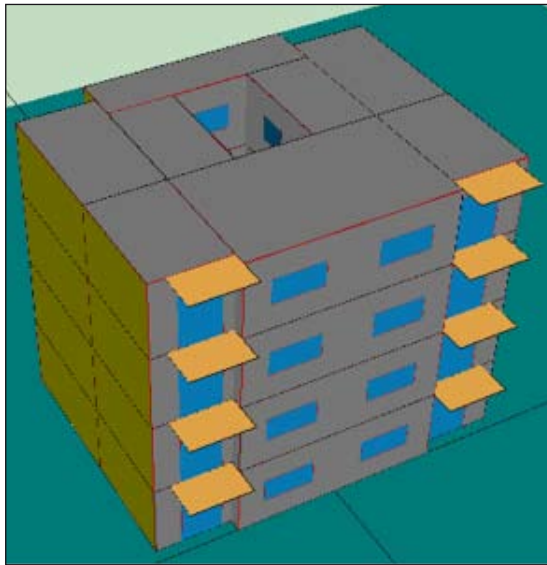


Bloque 6

Bloque de seis plantas con patio central.

Datos Geométricos	
Área Acondicionada	554 m ²
Área Muros	292 m ²
Área Huecos	68 m ²
Área Cubierta	277 m ²
Área Suelos	138 m ²
Área Transferencia	775 m ²
Volumen Acondicionado	1662 m ³
Compacidad	2.14 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	19%

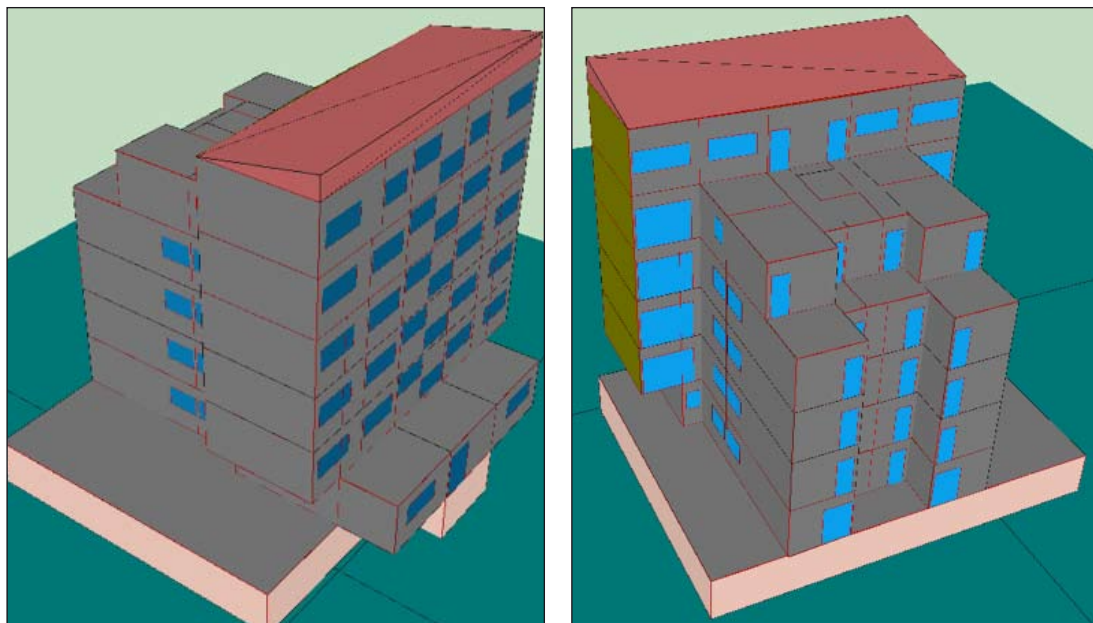
Vistas del bloque:

**Bloque 7**

Bloque de seis plantas.

Datos Geométricos	
Área Acondicionada	1260 m ²
Área Muros	884 m ²
Área Huecos	181 m ²
Área Cubierta	348 m ²
Área Suelos	348 m ²
Área Transferencia	1761 m ²
Volumen Acondicionado	3277 m ³
Compacidad	1.86 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	17%

Vistas del bloque:

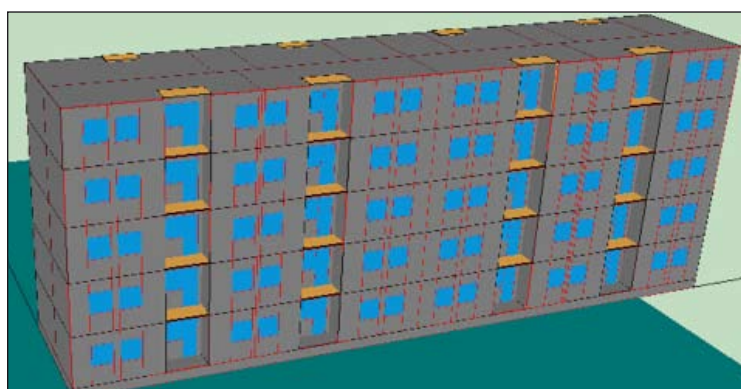


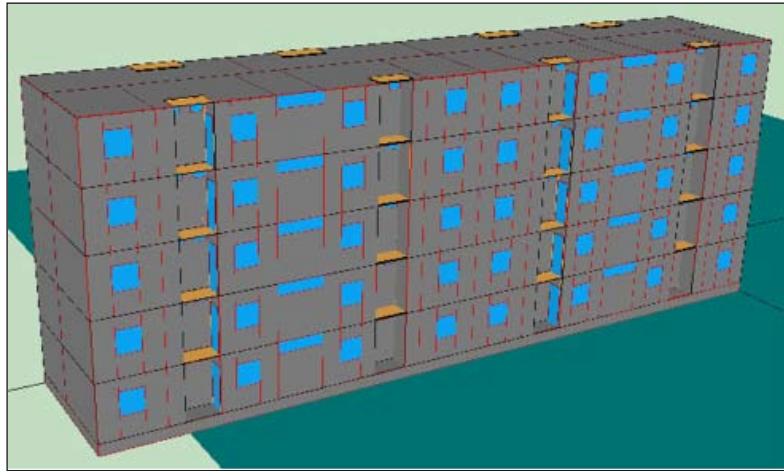
Bloque 8

Bloque de seis plantas.

Datos Geométricos	
Área Acondicionada	1075 m ²
Área Muros	1005 m ²
Área Huecos	195 m ²
Área Cubierta	215 m ²
Área Suelos	215 m ²
Área Transferencia	1630 m ²
Volumen Acondicionado	2689 m ³
Compacidad	1.65 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	16%

Vistas del bloque:



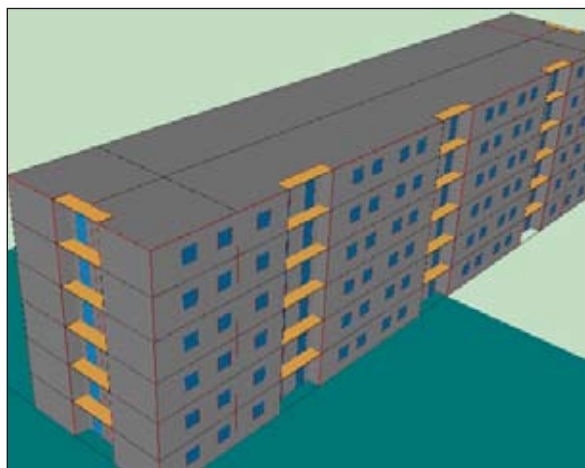


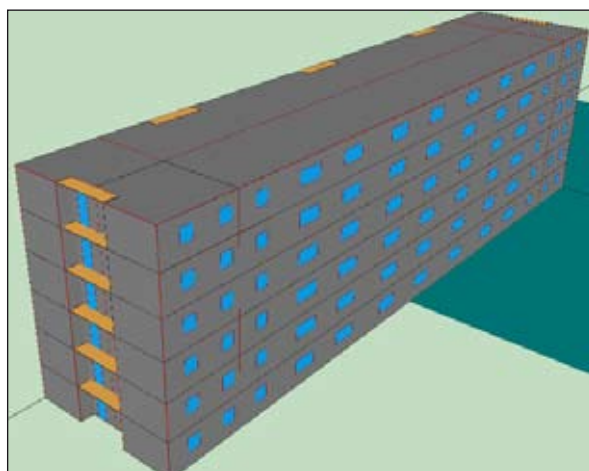
Bloque 9

Bloque de seis plantas.

Datos Geométricos		
Área Acondicionada		3813 m ²
Área Muros		2048 m ²
Área Huecos		307 m ²
Área Cubierta		635 m ²
Área Suelos		635 m ²
Área Transferencia		3626 m ²
Volumen Acondicionado		10295 m ³
Compacidad		2.84 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada		13%

Vistas del bloque:



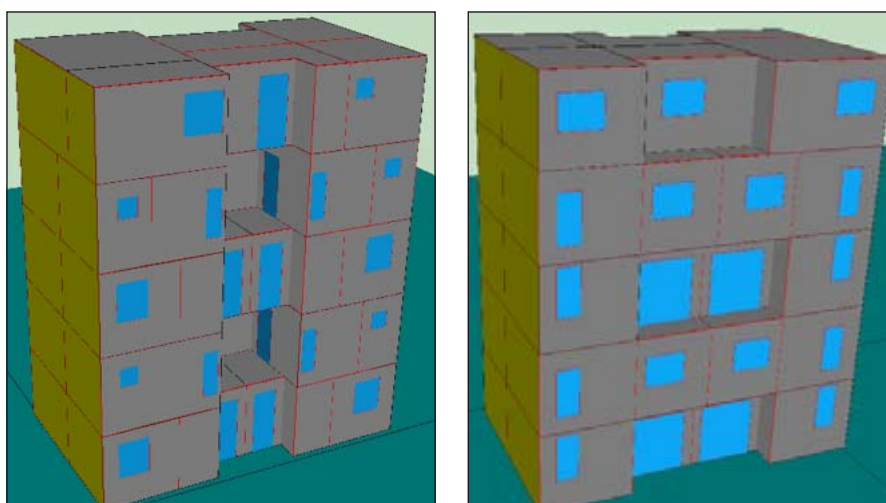


Bloque 10

Bloque de cinco plantas.

Datos Geométricos	
Área Acondicionada	304 m ²
Área Muros	303 m ²
Área Huecos	60 m ²
Área Cubierta	94 m ²
Área Suelos	82 m ²
Área Transferencia	538 m ²
Volumen Acondicionado	790 m ³
Compacidad	1.47 m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	16%

Vistas del bloque:



Anexo II

Elección de la muestra representativa del conjunto de viviendas

El proceso seguido ha sido el siguiente: a partir de una recopilación inicial amplia de edificios se ha seleccionado una muestra que fuera representativa de la situación actual de acuerdo con las estadísticas del INE (Censos de Población y Viviendas 2001. Resultados Detallados Definitivos. © INE 2004) sobre construcción de edificios de nueva planta. Finalmente se comprobó que la muestra resultante fuera consistente con la recopilación inicial en término de indicadores geométricos y constructivos globales.

Los criterios de consistencia frente a la recopilación inicial han sido la compacidad y el porcentaje de superficie acristalada en relación con la superficie útil.

En total se han seleccionado 11 edificios de viviendas unifamiliares y 10 correspondientes a bloques de viviendas. A continuación se presentan los resultados para ambos tipos de viviendas.

II.1 VIVIENDAS UNIFAMILIARES

La siguiente tabla recopila la información recogida en las estadísticas del Censo de Población y Viviendas 2001 realizada por el INE en cuanto a la distribución de viviendas unifamiliares de nueva planta en función de su superficie útil.

Superficie útil (m ²)	<30	30-45	46-60	61-75	76-90	91-105	106-120	121-150	151-180	>180	TOTAL
Número de viviendas	2.365	11.510	31.217	58.528	190.295	128.880	119.254	120.725	62.509	98.535	823.818

A continuación se detalla de forma gráfica el proceso de selección y la consistencia de la muestra final, representando la siguiente información:

- Distribución de viviendas unifamiliares de nueva planta en función de la superficie útil, según datos del INE (figura II.1).
- Situación de la muestra elegida dentro de dicha distribución (figura II.2).
- Consistencia de la muestra frente a la recopilación inicial en términos de compacidades (figura II.3).
- Consistencia de la muestra frente a la recopilación inicial en términos de porcentaje de superficie acristalada (figura II.4).

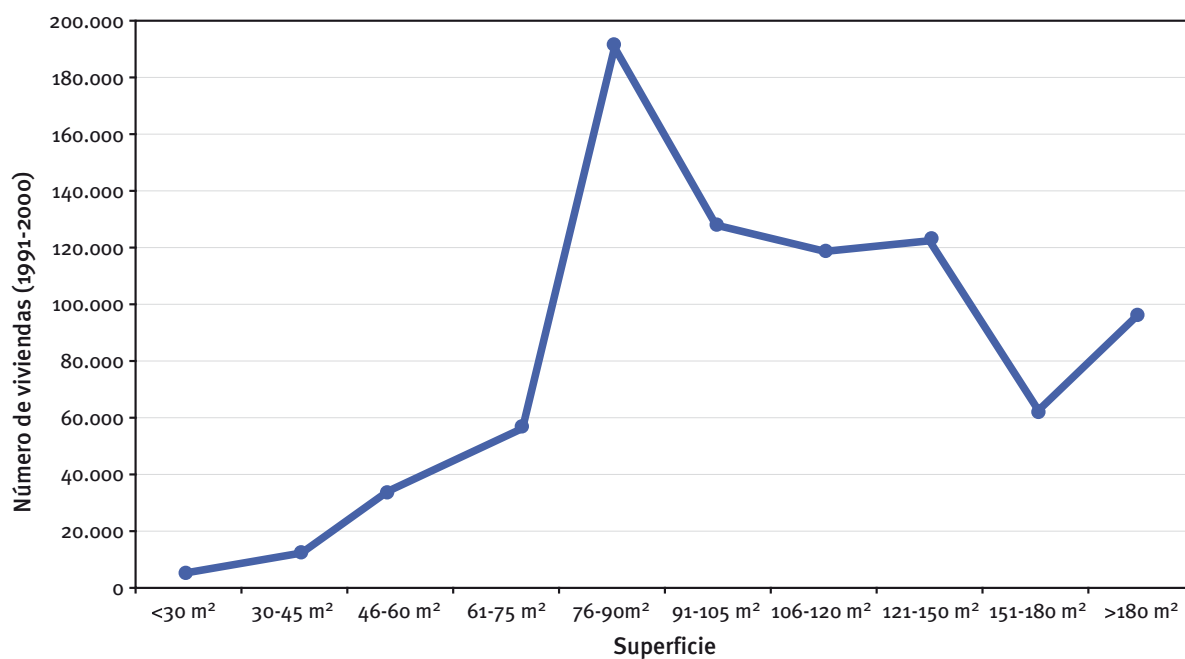


Figura II.1. Distribución de viviendas unifamiliares de nueva planta en función de la superficie útil, según datos del INE

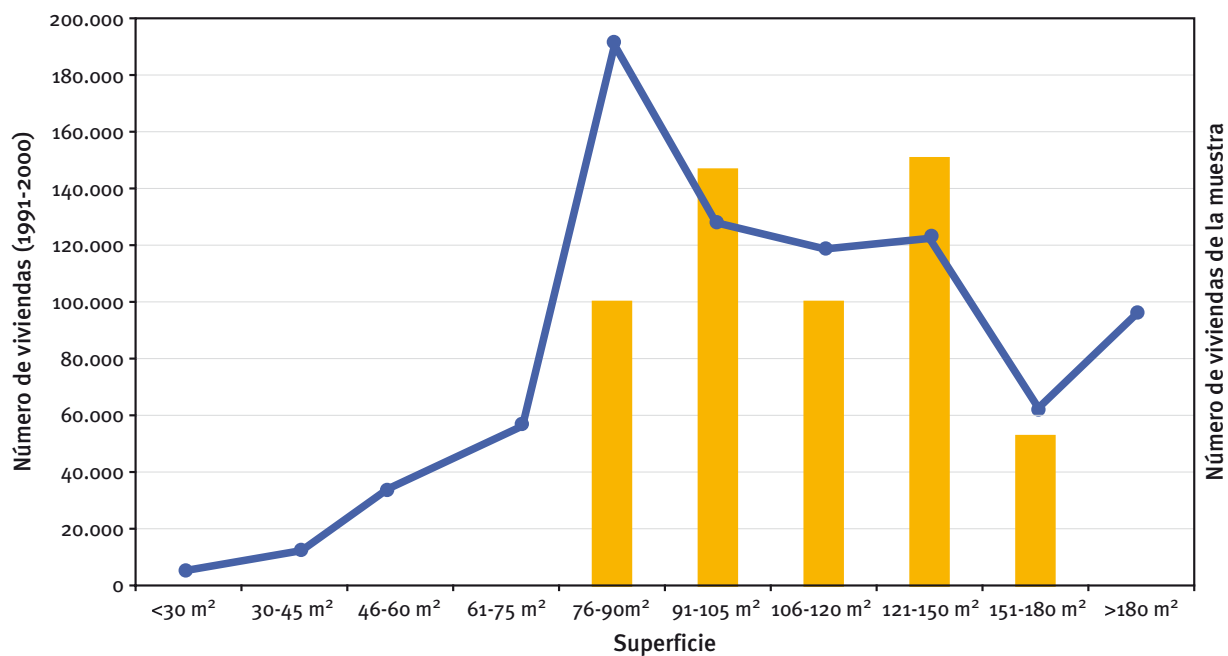


Figura II.2 Situación de la muestra elegida dentro de la distribución de la figura II.1

Anexo II. Elección de la muestra representativa del conjunto de viviendas

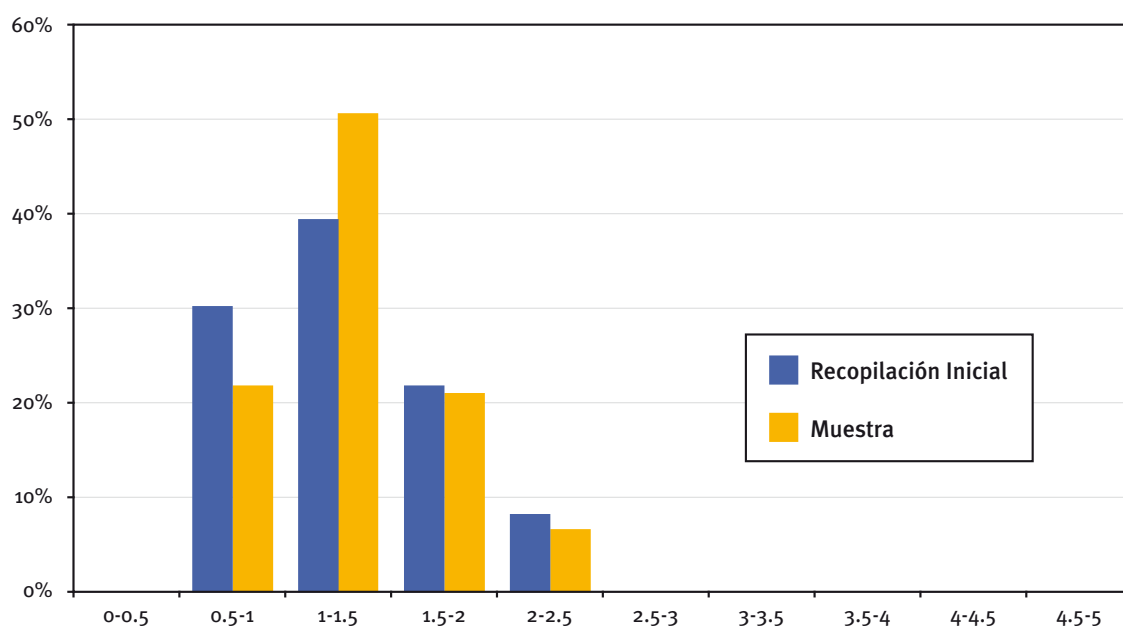


Figura II.3 Consistencia de la muestra frente a la recopilación inicial en términos de capacidades. Viviendas unifamiliares

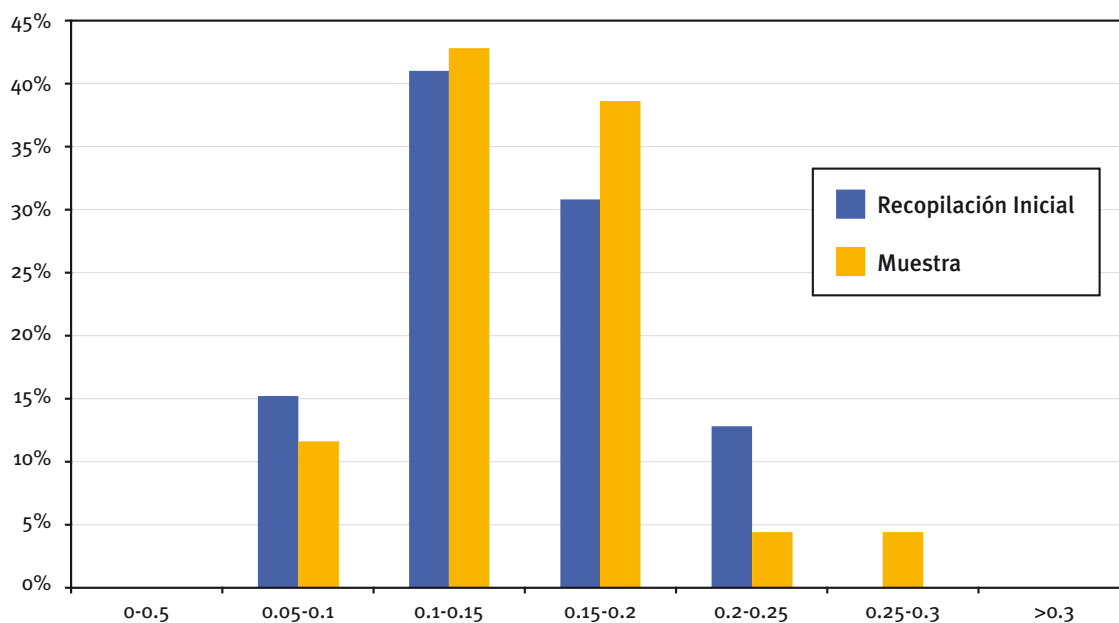


Figura II.4 Consistencia de la muestra frente a la recopilación inicial en términos del porcentaje de superficie acristalada

II.2 BLOQUES DE VIVIENDAS

La siguiente tabla recopila la información recogida en las estadísticas del Censo de Población y Viviendas 2001 realizada por el INE en cuanto a la distribución de bloques de viviendas de nueva planta en función de su altura.

Número de plantas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>10	TOTAL
Número de viviendas	69.001	146.563	206.827	270.887	259.922	183.320	105.641	84.637	17.764	35.365	1.379.927

A continuación se detalla de forma gráfica el proceso de selección y la consistencia de la muestra final, representando la siguiente información:

- Distribución de viviendas en bloque de nueva planta en función del número de plantas, según datos del INE (figura II.5).
- Situación de la muestra elegida dentro de dicha distribución (figura II.6).
- Consistencia de la muestra frente a la recopilación inicial en términos de compatibilidades (figura II.8).
- Consistencia de la muestra frente a la recopilación inicial en términos del porcentaje de superficie acristalada (figura II.9).

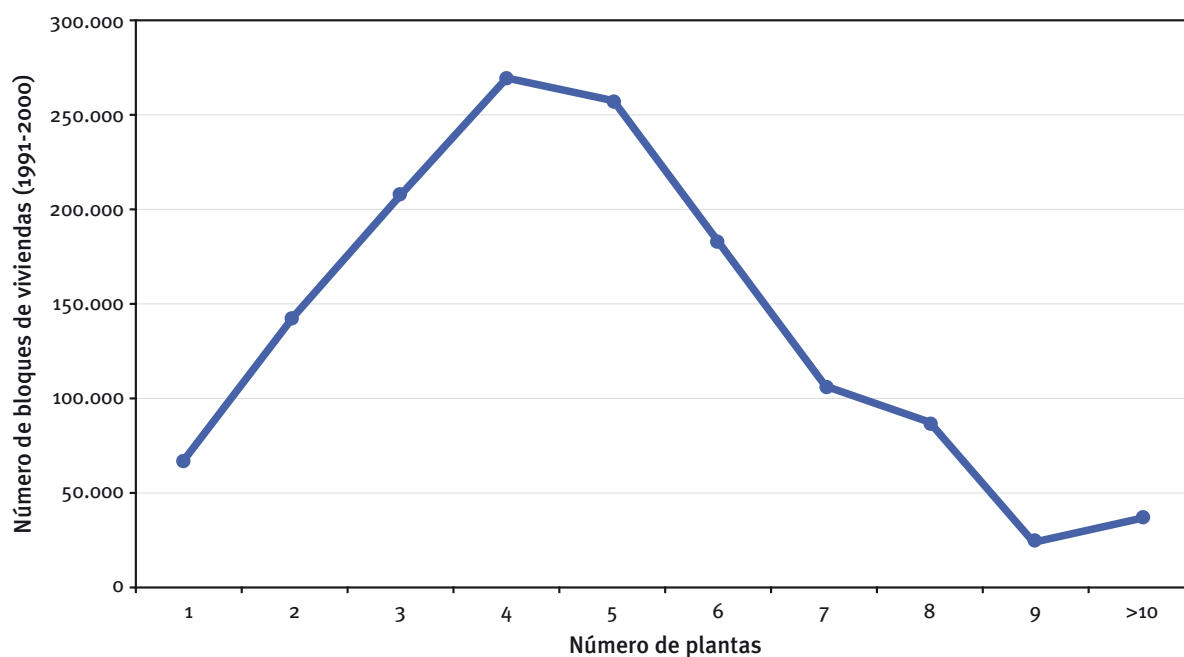


Figura II.5 Distribución de bloques de viviendas de nueva planta en función de su altura –dada por el número de plantas del edificio–, según datos del INE

Seleccionando la altura de los bloques en una muestra de un total de 10 edificios se obtiene la siguiente distribución de la muestra:

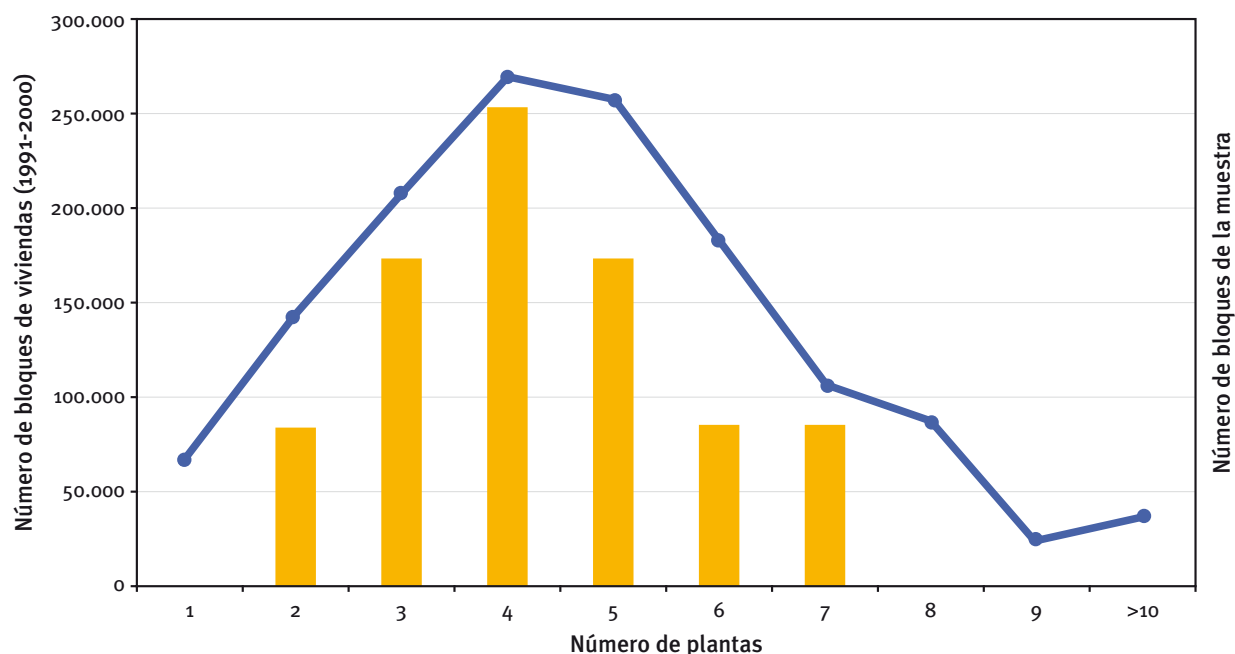


Figura II.6 Situación de la muestra elegida dentro de la distribución de la figura 5

Para determinar la superficie media de estas viviendas se realizó un estudio de las superficies medias de las viviendas en bloque. Este estudio se realizó con los datos procedentes del INE. La siguiente gráfica representa la frecuencia media de la superficie útil de las viviendas en bloque.

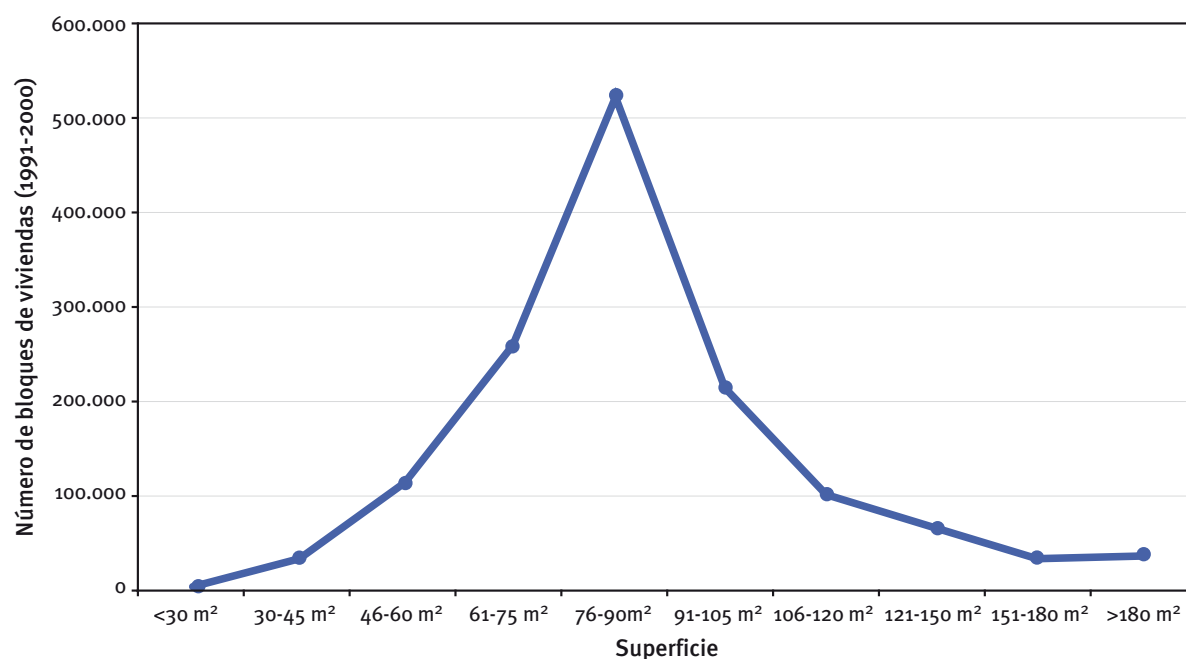


Figura II.7 Superficie útil de las viviendas en bloque

A la vista de este resultado, se tomó la siguiente determinación en función de las plantas del bloque perteneciente a la muestra:

- Para edificios de 2 y 7 plantas, en los que la muestra es de un solo edificio, se definen apartamentos de 76-90 m².
- Para edificios de 3, 5 y 6 plantas, en los que la muestra es de un edificio, se definen apartamentos de 76-90 m².
- En edificios de 4 plantas, en los que la muestra es de 3 edificios, se toman dos de ellos con apartamentos de 76-90 m² y el restante con apartamentos de 61-75 m².

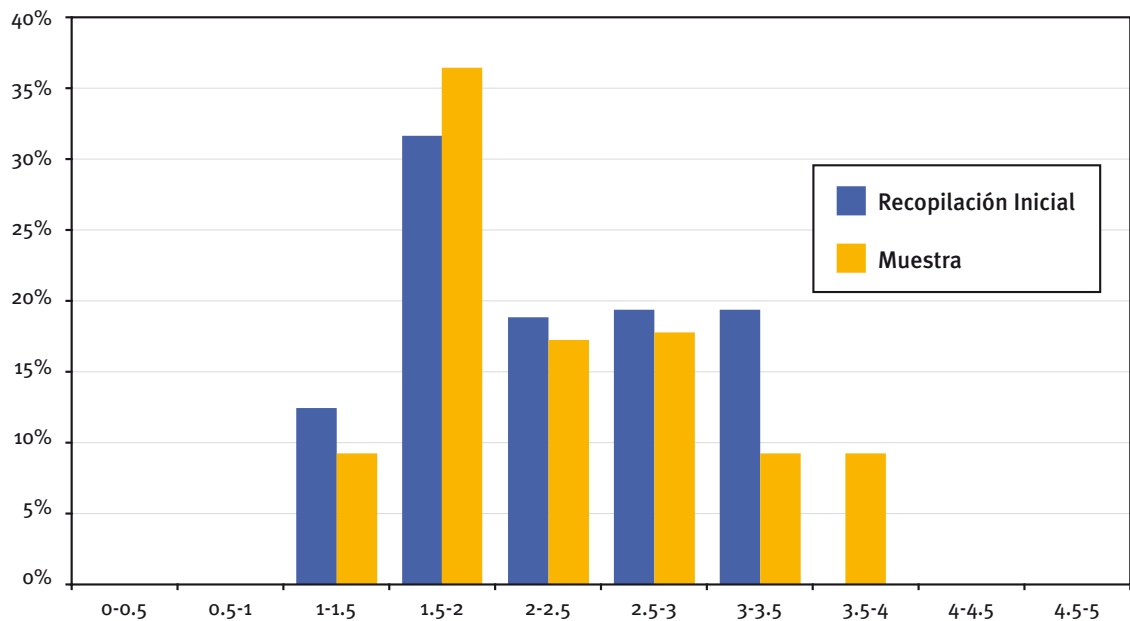


Figura II.8 Consistencia de la muestra frente a la recopilación inicial en términos de compacidades. Bloques de viviendas

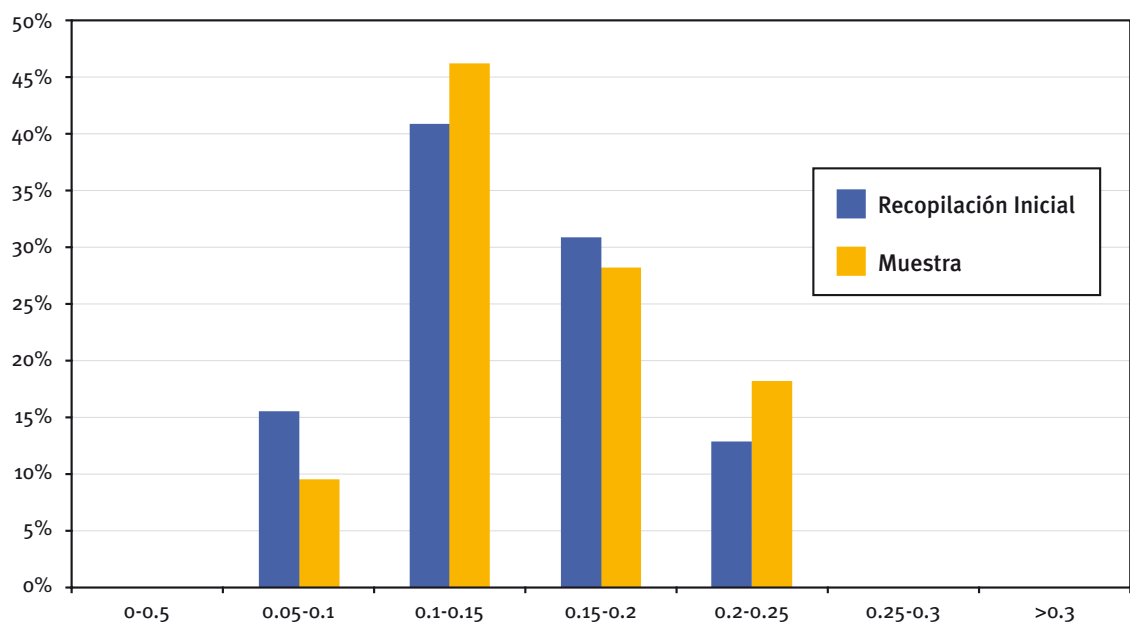


Figura II.9 Consistencia de la muestra frente a la recopilación inicial en términos del porcentaje de superficie acristalada. Bloques de viviendas



c/ Madera, 8 - 28004 Madrid
Tel.: 91 456 49 00. Fax: 91 523 04 14
comunicacion@idae.es
www.idae.es