



El Megawatio NO GASTADO
Propuesta de Nogawatio para ahorrar en su factura energética

ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE TECNOLOGÍAS UTILIZABLES EN EL SECTOR RESIDENCIAL

MADRID, 11 de Diciembre de 2017



Índice

- 1. Antecedentes**
- 2. Vectores Energéticos**
- 3. Tecnologías de Acondicionamiento Térmico**
- 4. Simulación Energética**
- 5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia**

1. Antecedentes

¿POR QUÉ SE PLANTEA UN ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE TECNOLOGÍAS?

PREMISA:

Tendencia actual en el mercado edificatorio residencial a la sustitución de las tradicionales tecnologías de acondicionamiento térmico mediante caldera de condensación a gas natural por tecnologías que emplean electricidad o biomasa.

OBJETIVO:

Analizar y establecer conclusiones a partir de la aplicación del procedimiento de certificación de eficiencia energética de edificios a 2 tipologías residenciales en 3 zonas climáticas representativas del territorio nacional con el objetivo de:

- ✓ Alcanzar la máxima calificación energética con caldera de condensación a gas.
- ✓ Comparar sistemas que emplean gas natural con sistemas eléctricos y de biomasa.

1. Antecedentes

¿QUE PASOS SE HAN SEGUIDO EN EL ESTUDIO?

IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE VECTORES ENERGÉTICOS:

Tecnología y vector asociado. Influencia en la calificación energética (factores de conversión)

CASO BASE E IDENTIFICACIÓN DE MEJORAS Y ALTERNATIVAS

Caso base = Caldera de condensación a gas natural para calefacción y ACS; identificación de mejoras y sistemas alternativos.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Elección de modelos de análisis y aplicación del procedimiento de CEE + Análisis de resultados

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD/EFICIENCIA

Costes de inversión, sobrecostes de las mejoras y de las alternativas, y análisis global de costes (inversión adicional en el presupuesto de ejecución material + gasto energético a 10 años).

2. Vectores Energéticos

¿QUE INFLUENCIA TIENEN LOS VECTORES EN LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA?

GAS NATURAL

FC de E. final a E. Primaria: **1,190** KWh/KWh (1,01 KWh/KWh)

FC de E. final a Emisiones CO₂: **0,252** KgCO₂/KWh (0,204 KWh/KgCO₂)

ELECTRICIDAD

FC de E. final a E. Primaria: **1,954** KWh/KWh (2,61 KWh/KWh)

FC de E. final a Emisiones CO₂: **0,331** KgCO₂/KWh (0,649 KWh/KgCO₂)

 **reducción 49%**

BIOMASA

FC de E. final a E. Primaria: **0,085** KWh/KWh (0,00 KWh/KWh)

FC de E. final a Emisiones CO₂: **0,018** KgCO₂/KWh (0,00 KWh/KgCO₂)

2. Vectores energéticos

CONCLUSIONES

1. La electricidad ha reducido significativamente su impacto en la calificación energética de edificios al reducirse el factor de conversión de energía final a energía primaria no renovable en un 25% y el factor de E. final a emisiones de CO₂ en un 49%.
2. La actualización de los factores de conversión en 2016 ha equilibrado los resultados de E. Primaria no renovable y Emisiones de CO₂ entre sistemas que emplean gas natural y sistemas que emplean electricidad.
3. Los factores de conversión tanto para consumo de energía primaria no renovable como para emisiones de CO₂ del gas natural continúan siendo inferiores a los de la electricidad.

3. Tecnologías de Acondicionamiento Térmico

ELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA ENSAYO

HIPÓTESIS:

El estudio se limita a evaluar alternativas de sistemas de acondicionamiento térmico para cubrir las demandas de calefacción y ACS con el fin de poder acotar los resultados que se obtienen por la aplicación de varias tecnologías que emplean diferentes vectores energéticos (gas natural, electricidad y biomasa).

OBJETIVO:

Determinar la influencia en la obtención de la máxima calificación energética, tanto de la elección de la propia tecnología (rendimiento de los sistemas), como del vector que emplea (condicionado por los factores de conversión de energía final a energía primaria no renovable y a emisiones de CO₂).

3. Tecnologías de Acondicionamiento Térmico

CASO BASE

CALDERA DE CONDENSACIÓN A GN

Instalación individual, caldera mixta de condensación.

Distribución por radiadores [T° 60/80°C]



MEJORAS AL CASO BASE

SUELO RADIANTE

Instalación individual, caldera mixta de condensación.

Distribución por suelo radiante [T° 35°C]

RECUPERADOR DE CALOR

Instalación individual, caldera mixta de condensación.

Distribución por radiadores [T° 60/80°C] y recuperador de calor del aire de renovación [eficiencia 85%]

SUELO RADIANTE Y RECUPERADOR

RECUPERADOR Y CONTRIBUCIÓN SOLAR

SUELO RADIANTE, RECUPERADOR Y CONTRIBUCIÓN SOLAR

ALTERNATIVAS

BOMBA DE CALOR AEROTERMICA

Instalación individual, BdC aerotérmica aire/agua.

Distribución por suelo radiante [T° 35°C]

BOMBA DE CALOR GEOTERMICA

Instalación individual o colectiva, BdC geotérmica tierra/agua. Distribución por suelo radiante [T° 35°C]

CALDERA DE BIOMASA

Instalación individual o colectiva, caldera mixta de biomasa. Distribución por radiadores [T° 60/80°C]



4. Simulación Energética

ELECCIÓN DE LOS MODELOS DE ANÁLISIS

PREMISA:

Elección de proyectos reales de edificación residencial que se encuentran actualmente en fase de construcción.

HIPÓTESIS DE PARTIDA:

TIPOLOGIA:

- ✓ Bloque colectivo de 16 viviendas
- ✓ 16 viviendas unifamiliares

ZONA CLIMÁTICA:

- ✓ Zona D3 Madrid (zona centro)
- ✓ Zona B3 Valencia (zona mediterránea)
- ✓ Zona C1 Bilbao (zona norte)

4. Simulación Energética

ELECCIÓN DE LOS MODELOS DE ANÁLISIS

□ HIPÓTESIS DE PARTIDA:

NIVEL DE AISLAMIENTO:

- ✓ Solución del proyecto real adaptada a cumplir estrictamente con el DB HE1:

	D3		B3		C1	
	Bloque de viviendas (modelo 11)	Viviendas unifamiliares (modelo 21)	Bloque de viviendas (modelo 12)	Viviendas unifamiliares (modelo 22)	Bloque de viviendas (modelo 13)	Viviendas unifamiliares (modelo 23)
Demanda de calefacción ¹ (kWh/m ² año)	27,89	28,08	15,00	15,00	20,44	20,54
Demanda de refrigeración ² (kWh/m ² año)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00

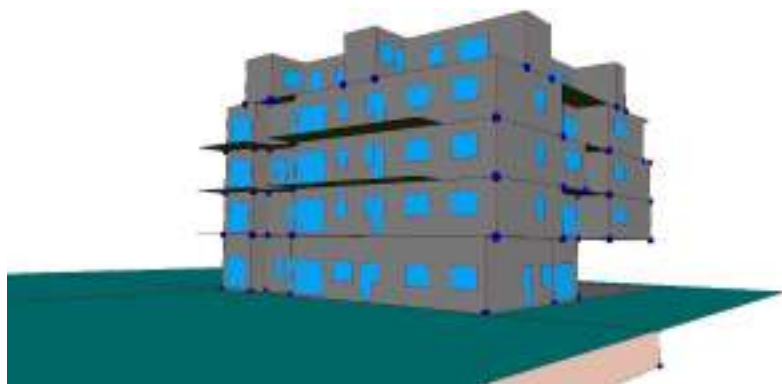
6 MODELOS DE ANÁLISIS:

- ✓ Modelo 11: Bloque zona D3-Madrid
- ✓ Modelo 12: Bloque zona B3-Valencia
- ✓ Modelo 13: Bloque zona C1-Bilbao
- Modelo 21: Unifamiliar zona D3-Madrid
- Modelo 22: Unifamiliar zona B3-Valencia
- Modelo 23: Unifamiliar zona C1-Bilbao

4. Simulación Energética

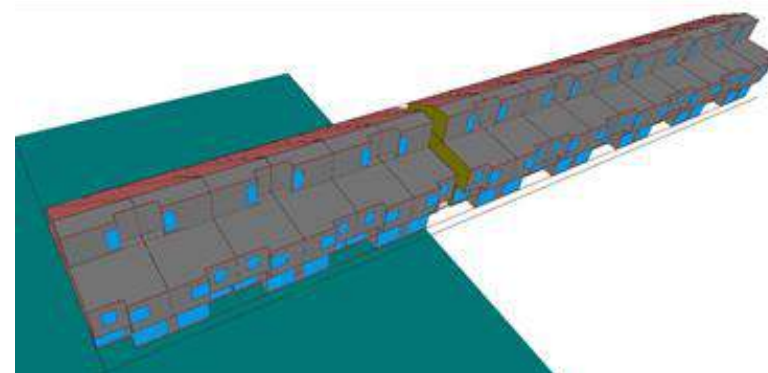
☐ MODELO 1: BLOQUE 16 VIV.

SUPERFICIE: 2.257,11 m²



☐ MODELO 2: 16 UNIFAMILIARES

SUPERFICIE: 1.855,76 m²



4. Simulación Energética

ELECCIÓN DE LOS MODELOS DE ANÁLISIS

□ RESULTADOS LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

MODELO 1:

	D3			B3			C1		
	Modelo 11 (kWh/m2 año)	Letra	Valor límite (kWh/m2 año)	Modelo 12 (kWh/m2 año)	Letra	Valor límite (kWh/m2 año)	Modelo 13 (kWh/m2 año)	Letra	Valor límite (kWh/m2 año)
Demanda de calefacción ¹ (kWh/m2 año)	27,87	C	27,89	9,26	B	15,00	18,93	B	20,44
(kWh/año)	62.912,60			20.895,00			42.731,70		
Demanda de refrigeración ² (kWh/m2 año)	10,18	C	15,00	9,83	C	15,00	0,86		15,00
(kWh/año)	22.975,60			22.182,90			1.938,40		

MODELO 2:

	D3			B3			C1		
	Modelo 21 (kWh/m2 año)	Letra	Valor límite (kWh/m2 año)	Modelo 22 (kWh/m2 año)	Letra	Valor límite (kWh/m2 año)	Modelo 23 (kWh/m2 año)	Letra	Valor límite (kWh/m2 año)
Demanda de calefacción ¹ (kWh/m2 año)	27,11	A	28,08	11,49	B	15,00	20,26	B	20,54
(kWh/año)	50.309,80			21.324,70			37.597,40		
Demanda de refrigeración ² (kWh/m2 año)	13,92	B	15,00	13,22	B	15,00	2,60		15,00
(kWh/año)	25.827,00			24.541,90			4.820,70		

4. Simulación Energética

CONCLUSIONES: CASO BASE. INSTALACIÓN DE CALDERA DE CONDENSACIÓN A GN

1. El cumplimiento de la limitación de la demanda energética (DB HE1) del CTE2013 y la prescripción de una instalación de caldera de condensación a gas natural obtiene una calificación B en los 6 modelos de análisis del estudio.
2. Los sistemas mixtos (calefacción + ACS) mediante caldera de condensación a gas natural no permiten por si solos alcanzar la máxima calificación energética.

4. Simulación Energética

CONCLUSIONES: MEJORAS DE UNA INSTALACIÓN DE CALDERA DE CONDENSACIÓN A GN PARA ALCANZAR LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA A

1. Las mejoras evaluadas inciden principalmente en la demanda de calefacción y ACS, lo que condiciona mejores resultados en zonas climáticas con mayor severidad de invierno: Zona D3-Madrid y C1-Bilbao, en las cuales es posible alcanzar la máxima calificación energética por combinación de medidas.
2. En la zona B3-Valencia, de menor severidad climática de invierno, no se alcanza la calificación energética A en los 2 indicadores de emisiones de CO₂ y energía primaria no renovable. Para alcanzar una calificación A sería necesario aumentar el rendimiento del sistema de refrigeración.

4. Simulación Energética

CONCLUSIONES: MEJORAS DE UNA INSTALACIÓN DE CALDERA DE CONDENSACIÓN A GN PARA ALCANZAR LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA A

1. La mejora más efectiva es la instalación de un sistema de ventilación mecánica con recuperador de calor, que reduce la demanda de calefacción en un 40% respecto del caso base.
2. Esta medida puede no ser suficiente por si sola para alcanzar la calificación A, especialmente cuando la severidad climática de invierno es menor. (Zona climática B3-valencia en el estudio).
3. El resto de alternativas evaluadas por si solas (suelo radiante y aumento de la contribución solar térmica para ACS) no son suficientes para alcanzar la máxima calificación.

4. Simulación Energética

EJEMPLO: MEJORAS DE UNA INSTALACIÓN DE CALDERA DE CONDENSACIÓN A GN PARA ALCANZAR LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA A

Modelo 11: zonaD3	Vector energético	Energía final (kWh/año)	Gasto anual de energía						
			Tarifa energética	P. (kW)	Término fijo (€/año)	Precio medio (€/kWh)	Término de energía (€/año)	Total (€/año)	Gasto vivienda (€/año)
Caldera Condensación a GN	Electricidad	10.320,40 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.288,73 €	1.532,17 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 10,70 B	Gas Natural	82.381,00 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	3.565,45 €	3.632,17 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 52,40 B	Subtotal:	92.701,40 kWh			310,16 €		4.854,18 €	5.164,34 €	322,77 €
Suelo Radiante	Electricidad	10.320,40 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.288,73 €	1.532,17 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 10,18 B	Gas Natural	77.678,00 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	3.361,91 €	3.428,63 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 49,88 B	Subtotal:	87.998,40 kWh			310,16 €		4.650,64 €	4.960,80 €	310,05 €
Recuperador	Electricidad	10.031,50 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.252,65 €	1.496,10 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 7,72 A	Gas Natural	56.372,80 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	2.439,82 €	2.506,54 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 38,41 B	Subtotal:	66.404,30 kWh			310,16 €		3.692,47 €	4.002,63 €	250,16 €
Suelo Radiante y Recuperador	Electricidad	10.031,50 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.252,65 €	1.496,10 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 7,39 A	Gas Natural	53.020,60 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	2.294,73 €	2.361,45 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 36,63 A	Subtotal:	63.052,10 kWh			310,16 €		3.547,39 €	3.857,55 €	241,10 €
Ahorro en el gasto por cambio a calificación energética A:								1.161,71 €	72,61 €

Reducción del 5%

Reducción del 27%

Reducción del 30%

Reducción del 31%

Reducción en el gasto del 22,5%

74%

La calificación energética A se alcanza por la combinación de las medidas de suelo radiante y recuperador de calor

4. Simulación Energética

EJEMPLO: MEJORAS DE UNA INSTALACIÓN DE CALDERA DE CONDENSACIÓN A GN PARA ALCANZAR LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA A

MODELO 11 Bloque de 16 viviendas Caldera mixta a GN para calefacción y ACS con distribución por suelo radiante y recuperador de calor (85%)		SUELO RADIANTE Y RECUPERADOR (ZONA D3)										
		Calefacción		Refrigeración		ACS		Calificación		Precio de la energía (€/kWh)	Coste total de la energía	Gasto anual por vivienda
Demanda:		(kWh/m ² año)	16,70 B	9,70 C								
		(kWh/año)	37.633,80 -40,2%	21.926,00 -4,6%								
Emisiones:		(kgCO ₂ e/m ² año)	4,20 A	1,47 B	1,72 C	7,39 A	8,40 A					
		(kgCO ₂ e/año)	9.484,20 -42,9%	3.320,40 -2,8%	3.877,00 -6,7%	16.681,14 -31,0%	(0,00)* 13,7%					
Consumo E. Primaria no renovable:		(kWh/m ² año)	19,84 B	8,68 B	8,11 D	36,63 A	37,10 A					
		(kWh/año)	44.786,60 -42,9%	19.601,60 -2,8%	18.307,90 -6,7%	82.956,4 -30,0%	(0,00)* 1,3%					
Consumo de E. final	Calefacción:	(kWh/m ² año)	16,70						K=1,00			
		(kWh/año)	37.635,80 -42,9%						0,043 €	1.628,88 €		
	Refrigeración:	(kWh/m ² año)		4,40					K=2,89			
		(kWh/año)		10.031,50 -2,8%					0,125 €	1.252,65 €		
	ACS:	(kWh/m ² año)			6,80				K=1,00			
		(kWh/año)			15.384,80 -6,7%				0,043 €	665,85 €		
	Total:	(kWh/m ² año)				27,90						
		(kWh/año)				63.052,10 -32,0%				3.547,39 €	221,71 €	

54%

24%

En la zona climática D3-Madrid para el caso de bloque de viviendas, el 54% del consumo de energía primaria no renovable se corresponde con el consumo de calefacción. La reducción del 42,9% en este consumo se traduce en una reducción del 30% del indicador global de energía primaria no renovable y el aumento de letra.

4. Simulación Energética

EJEMPLO: MEJORAS DE UNA INSTALACIÓN DE CALDERA DE CONDENSACIÓN A GN PARA ALCANZAR LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA A

Modelo 22: zonaB3	Vector energético	Energía final (kWh/año)	Gasto anual de energía						
			Tarifa energética	P. (kW)	Término fijo (€/año)	Precio medio (€/kWh)	Término de energía (€/año)	Total (€/año)	Gasto vivienda (€/año)
Caldera Condensación a GN	Electricidad	11.449,80 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.429,76 €	1.673,20 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 7,60 B	Gas Natural	40.952,40 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	1.772,42 €	1.839,14 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 38,32 B	Subtotal:	52.402,20 kWh			310,16 €		3.202,18 €	3.512,34 €	219,52 €
Suelo Radiante	Electricidad	11.449,80 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.429,76 €	1.673,20 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 7,25 B	Gas Natural	38.379,60 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	1.661,07 €	1.727,79 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 36,67 B	Subtotal:	49.829,40 kWh			310,16 €		3.090,83 €	3.400,99 €	212,56 €
Recuperador	Electricidad	11.272,10 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.407,57 €	1.651,01 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 6,40 B	Gas Natural	32.273,40 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	1.396,79 €	1.463,51 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 32,56 B	Subtotal:	43.545,50 kWh			310,16 €		2.804,36 €	3.114,53 €	194,66 €
Suelo Radiante y Recuperador	Electricidad	11.272,10 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.407,57 €	1.651,01 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 6,11 B	Gas Natural	30.191,40 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	1.306,68 €	1.373,41 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 31,23 B	Subtotal:	41.463,50 kWh			310,16 €		2.714,25 €	3.024,42 €	189,03 €
Recuperador y Solar	Electricidad	11.272,10 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.407,57 €	1.651,01 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 5,40 A	Gas Natural	24.947,10 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	1.079,71 €	1.146,43 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 27,87 B	Subtotal:	36.219,20 kWh			310,16 €		2.487,28 €	2.797,44 €	174,84 €
Suelo Radiante, Recuperador y Solar	Electricidad	11.272,10 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.407,57 €	1.651,01 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 5,18 A	Gas Natural	23.353,20 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	1.010,73 €	1.077,45 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 26,85 B	Subtotal:	34.625,30 kWh			310,16 €		2.418,30 €	2.728,46 €	170,53 €
Ahorro en el gasto por cambio a calificación energética A:								783,88 €	48,99 €

Reducción del 4%

Reducción del 15%

Reducción del 19%

Reducción del 27%

Reducción del 30%

Reducción del 34%

Reducción en el gasto del 22,3%

56%

4. Simulación Energética

EJEMPLO: MEJORAS DE UNA INSTALACIÓN DE CALDERA DE CONDENSACIÓN A GN PARA ALCANZAR LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA A

MODELO 22 16 viviendas unifamiliares Caldera mixta a GN para calefacción y ACS con distribución por radiadores y recuperador de calor (85%)		SUELO RADIANTE, RECUPERADOR Y SOLAR (ZONA B3)										
		Calefacción		Refrigeración		ACS		Calificación	Calificación objetivo	precio de la energía (€/kWh)	Coste total de la energía	Gasto anual por vivienda
Demanda:		(kWh/m ² año)	7,04 A	12,78 B								
		(kWh/año)	13.063,90 -38,7%	23.715,80 -3,4%								
Emisiones:		(kgCO ₂ e/m ² año)	1,78 A	2,01 A	1,39 A	5,18 A	5,50 A					
		(kgCO ₂ e/año)	3.300,30 -42,1%	3.731,10 -1,6%	2.584,70 -44,0%	9.616,10 -31,8%	(0,00)* 6,2%					
Consumo E. Primaria no renovable:		(kWh/m ² año)	8,40 A	11,87 B	6,58 A	26,85 B	23,80 A					
		(kWh/año)	15.584,70 -42,1%	22.025,60 -1,6%	12.205,50 -44,0%	49.845,80 -29,9%	(3,05)* -11,4%					
Consumo de E. final	Calefacción:	(kWh/m ² año)	7,10						K=1,00			
		(kWh/año)	13.096,40 -42,1%						0,043 €	566,81 €		
	Refrigeración:	(kWh/m ² año)		6,10					K=2,89			
		(kWh/año)		11.272,10 -1,6%					0,125 €	1.407,57 €		
	ACS:	(kWh/m ² año)			5,50				K=1,00			
		(kWh/año)			10.256,80 -44,0%				0,043 €	443,91 €		
	Total:	(kWh/m ² año)				18,70						
		(kWh/año)				34.625,30 -33,9%				2.418,30 €	151,14 €	

31%

44%

En la zona climática B3-Balencia para el modelo de viviendas unifamiliares, el 31% del consumo de energía primaria no renovable se corresponde con el consumo de calefacción. La reducción del 42,1% en este consumo se traduce en una reducción del 29,9% del indicador global de energía primaria no renovable que no es suficiente para aumentar de letra.

4. Simulación Energética

CONCLUSIONES: ALTERNATIVAS CON AEROTERMIA, GEOTERMIA Y BIOMASA

1. Todas las alternativas (aeroterminia, geoterminia y biomasa), permiten alcanzar una calificación A sin medidas adicionales.
2. La calificación energética A es consecuencia de un notable aumento del rendimiento de los sistemas de bomba de calor aerotérmica o geotérmica y de las emisiones neutras de la biomasa.
3. El aumento en la calificación energética no supone directamente una reducción en el gasto energético. En algunos casos se ha estimado un aumento por el cambio a una fuente de energía de mayor precio.

4. Simulación Energética

CONCLUSIONES: MEJORA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON BdC AEROTÉRMICA

1. Reducción del 48,1% al 60,5% en energía final
2. Reducción del 28,4% al 41,5% en energía primaria no renovable.
3. Reducción del 38,7% al 50,8% en emisiones de CO₂.
4. Aumento en el gasto energético anual en 4 de los modelos de análisis (zonas D3-Madrid y C1-Bilbao), debido a un precio mayor del kWh eléctrico con respecto al kWh de gas natural y al aumento de los costes fijos en la factura energética.

4. Simulación Energética

EJEMPLO: MEJORA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON BOMBA DE CALOR AEROTÉRMICA

Modelo 11: zonaD3	Vector energético	Energía final (kWh/año)	Gasto anual de energía						
			Tarifa energética	P. (kW)	Término fijo (€/año)	Precio medio (€/kWh)	Término de energía (€/año)	Total (€/año)	Gasto vivienda (€/año)
Caldera Condensación a GN	Electricidad	10.320,40 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.288,73 €	1.532,17 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 10,70	Gas Natural	82.381,00 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	3.565,45 €	3.632,17 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 52,40	Subtotal:	92.701,40 kWh			310,16 €		4.854,18 €	5.164,34 €	322,77 €
Aeroterminia	Electricidad	45.617,40 kWh	ATR 2.0	8,50	359,87 €	0,125	5.696,34 €	6.056,21 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 6,28	Gas Natural		3.1	---	0,00 €	0,043	0,00 €	0,00 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 35,48	Subtotal:	45.617,40 kWh			359,87 €		5.696,34 €	6.056,21 €	378,51 €
Ahorro en el gasto por cambio a calificación energética A:								-891,86 €	-55,74 €

11%/22% Reducción del 50,8% Aumento en el gasto del 17,3% 74%

Modelo 22: zonaB3	Vector energético	Energía final (kWh/año)	Gasto anual de energía						
			Tarifa energética	P. (kW)	Término fijo (€/año)	Precio medio (€/kWh)	Término de energía (€/año)	Total (€/año)	Gasto vivienda (€/año)
Caldera Condensación a GN	Electricidad	11.449,80 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.429,76 €	1.673,20 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 7,60	Gas Natural	40.952,40 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	1.772,42 €	1.839,14 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 38,32	Subtotal:	52.402,20 kWh			310,16 €		3.202,18 €	3.512,34 €	219,52 €
Aeroterminia	Electricidad	26.688,30 kWh	ATR 2.0	8,50	359,87 €	0,125	3.332,62 €	3.692,49 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 4,66	Gas Natural		3.1	---	0,00 €	0,043	0,00 €	0,00 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 27,14	Subtotal:	26.688,30 kWh			359,87 €		3.332,62 €	3.692,49 €	230,78 €
Ahorro en el gasto por cambio a calificación energética A:								-180,15 €	-11,26 €

22%/43% Reducción del 49,1% Reducción en el gasto del 5,1% 56%

4. Simulación Energética

CONCLUSIONES: MEJORA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON BdC GEOTÉRMICA

1. Reducción del 58,3% al 78,5% en energía final
2. Reducción del 41,6% al 64,9% en energía primaria no renovable.
3. Reducción del 49,0% al 71,8% en emisiones de CO₂.
4. En todos los casos se produce ahorro en el gasto energético.

4. Simulación Energética

EJEMPLO: MEJORA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA

Modelo 13: zonaC1	Vector energético	Energía final (kWh/año)	Gasto anual de energía						
			Tarifa energética	P. (kW)	Término fijo (€/año)	Precio medio (€/kWh)	Término de energía (€/año)	Total (€/año)	Gasto vivienda (€/año)
Caldera Condensación a GN	Electricidad	756,10 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	94,42 €	337,86 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 7,80	Gas Natural	68.816,90 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	2.978,40 €	3.045,12 €	← 92%
E. Primaria (kWh/m2 a): 36,94	Subtotal:	69.573,00 kWh			310,16 €		3.072,81 €	3.382,98 €	211,44 €
Geotermia	Electricidad	14.981,20 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.870,73 €	2.114,17 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 2,21	Gas Natural		3.1	---	0,00 €	0,043	0,00 €	0,00 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 12,97	Subtotal:	14.981,20 kWh			243,44 €		1.870,73 €	2.114,17 €	132,14 €
Ahorro en el gasto por cambio a calificación energética A:								1.268,80 €	79,30 €

1%/5% Reducción del 78,5% Reducción en el gasto del 37,5%

Modelo 22: zonaB3	Vector energético	Energía final (kWh/año)	Gasto anual de energía						
			Tarifa energética	P. (kW)	Término fijo (€/año)	Precio medio (€/kWh)	Término de energía (€/año)	Total (€/año)	Gasto vivienda (€/año)
Caldera Condensación a GN	Electricidad	11.449,80 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.429,76 €	1.673,20 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 7,60	Gas Natural	40.952,40 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	1.772,42 €	1.839,14 €	← 56%
E. Primaria (kWh/m2 a): 38,32	Subtotal:	52.402,20 kWh			310,16 €		3.202,18 €	3.512,34 €	219,52 €
Geotermia	Electricidad	21.826,10 kWh	ATR 2.0	8,50	359,87 €	0,125	2.725,47 €	3.085,34 €	
Emisiones (kgCO2/m2 a): 3,83	Gas Natural		3.1	---	0,00 €	0,043	0,00 €	0,00 €	
E. Primaria (kWh/m2 a): 22,39	Subtotal:	21.826,10 kWh			359,87 €		2.725,47 €	3.085,34 €	192,83 €
Ahorro en el gasto por cambio a calificación energética A:								427,00 €	26,69 €

22%/52% Reducción del 58,3% Reducción en el gasto del 12,2%

4. Simulación Energética

CONCLUSIONES: MEJORA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON CALDERA DE BIOMASA

1. Aumento del 18,7% al 34,9% en energía final
2. Reducción del 58,4% al 89,5% en energía primaria no renovable.
3. Reducción del 62,3% al 89,8% en emisiones de CO₂.
4. En todos los casos se produce incremento en el gasto energético.

4. Simulación Energética

EJEMPLO: MEJORA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON CALDERA DE BIOMASA

Modelo 11: zonaD3	Vector energético	Energía final (kWh/año)	Gasto anual de energía						Gasto vivienda (€/año)
			Tarifa energética	P. (kW)	Término fijo (€/año)	Precio medio (€/kWh)	Término de energía (€/año)	Total (€/año)	
Caldera Condensación a GN Emisiones (kgCO2/m2 a): 10,70 B E. Primaria (kWh/m2 a): 52,40 B	Electricidad	10.320,40 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.288,73 €	1.532,17 €	322,77 €
	Gas Natural	82.381,00 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	3.565,45 €	3.632,17 €	
	Subtotal:	92.701,40 kWh			310,16 €		4.854,18 €	5.164,34 €	
Biomasa Emisiones (kgCO2/m2 a): 2,40 A E. Primaria (kWh/m2 a): 13,13 A	Electricidad	10.555,30 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.318,06 €	1.561,50 €	394,79 €
	BIOMASA	105.766,20 kWh				0,045	4.755,14 €	4.755,14 €	
	Subtotal:	116.321,50 kWh			243,44 €		6.073,20 €	6.316,65 €	
Ahorro en el gasto por cambio a calificación energética A:								-1.152,30 €	-72,02 €

Aumento del 25,5% (indicado por una flecha roja que apunta al subtotal de Biomasa)

Aumento en el gasto del 22,3% (indicado por una flecha roja que apunta al subtotal de Biomasa)

74% (indicado por una flecha roja que apunta al ahorro total)

Modelo 22: zonaB3	Vector energético	Energía final (kWh/año)	Gasto anual de energía						Gasto vivienda (€/año)
			Tarifa energética	P. (kW)	Término fijo (€/año)	Precio medio (€/kWh)	Término de energía (€/año)	Total (€/año)	
Caldera Condensación a GN Emisiones (kgCO2/m2 a): 7,60 B E. Primaria (kWh/m2 a): 38,32 B	Electricidad	11.449,80 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.429,76 €	1.673,20 €	219,52 €
	Gas Natural	40.952,40 kWh	3.1	---	66,72 €	0,043	1.772,42 €	1.839,14 €	
	Subtotal:	52.402,20 kWh			310,16 €		3.202,18 €	3.512,34 €	
Biomasa Emisiones (kgCO2/m2 a): 2,86 A E. Primaria (kWh/m2 a): 15,95 A	Electricidad	11.449,80 kWh	ATR 2.0	5,75	243,44 €	0,125	1.429,76 €	1.673,20 €	257,75 €
	BIOMASA	54.511,30 kWh				0,045	2.450,77 €	2.450,77 €	
	Subtotal:	65.961,10 kWh			243,44 €		3.880,53 €	4.123,98 €	
Ahorro en el gasto por cambio a calificación energética A:								-611,63 €	-38,23 €

Aumento del 25,9% (indicado por una flecha roja que apunta al subtotal de Biomasa)

Aumento en el gasto del 17,4% (indicado por una flecha roja que apunta al subtotal de Biomasa)

56% (indicado por una flecha roja que apunta al ahorro total)

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

HIPÓTESIS DE ESTIMACIÓN DE COSTES

□ HIPÓTESIS:

PEM (PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL):

- ✓ Se ha tomado como referencia el PEM de los 2 proyectos reales sobre los que se basan los modelos de análisis, en su fase de oferta para la contratación de empresa constructora.
- ✓ El estudio económico se limita a las partidas que sufren modificación por la aplicación de las diferentes alternativas evaluadas en los modelos de análisis.
- ✓ No se han tenido en cuenta las diferencias de costes de los capítulos de aislamientos térmicos y carpinterías.

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

ESTIMACIÓN DE COSTES: BLOQUE DE 16 VIVIENDAS

PEM:

1.509.433,96€

ZONA D3 MODELO 11 Bloque de 16 viviendas	ESTUDIO ECONÓMICO DEL CASO BASE: CALDERA DE CONDENSACIÓN A GAS NATURAL				Total (€)	Inversión vivienda (€)
	Descripción Partidas	Unid.	Cantidad	Precio (€/unidad)		
Caldera Mural a Gas de condensación con acumulación de ACS. Pn:21,8 kW; η (50/30 °C) 105,4%; (60/80 °C) 98,0%	unid.	16,00	1.634,62 €	26.153,92 €		
Instalación de distribución de calefacción mediante radiadores de aluminio, incluido tubería de polietileno y elementos auxiliares.	unid.	16,00	2.580,96 €	41.295,29 €		
Subtotal INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN:				67.449,21 €	4.215,58 €	
Suministro y montaje de tubería de cobre calorifugada y pulida para circuito frigorífico, incluyendo elementos auxiliares	unid.	16,00	947,23 €	15.155,67 €		
Circuito de alimentación eléctrica a unidad de climatización e interconexión eléctrica entre unidades.	unid.	1,00	323,23 €	323,23 €		
Subtotal PRE-INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN:				15.478,90 €	967,43 €	
Instalación de ventilación mecánica de vivienda compuesta por caja de ventilación, entradas y bocas de extracción higrorregulable, conducto de chapa y elementos auxiliares	unid.	16,00	938,53 €	15.016,41 €		
Subtotal INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN:				15.016,41 €	938,53 €	
Suministro e instalación de colector solar plano.	unid.	9,00	810,67 €	7.296,03 €		
Instalación de producción de ACS incluido depósito interacumulador, bombas, valvulería, vaso de expansión, tubería y elementos de regulación y control	unid.	1,00	13.719,65 €	13.719,65 €		
Subtotal INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES:				21.015,68 €	1.313,48 €	
Caso Base	TOTAL INSTALACIÓN:			118.960,21 €	7.435,01 €	

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

ESTIMACIÓN DE COSTES: 16 VIVIENDAS UNIFAMILIARES

PEM:

1.574.732,21€

ZONA D3 MODELO 21 16 viviendas unifamiliares	ESTUDIO ECONÓMICO DEL CASO BASE: CALDERA DE CONDENSACIÓN A GAS NATURAL				Total (€)	Inversión vivienda (€)
	Descripción Partidas	Unid.	Cantidad	Precio (€/unidad)		
Caldera Mural a Gas de condensación con acumulación de ACS. Pn:21,8 kW; η (50/30 °C) 105,4%; (60/80 °C) 98,0%					25.949,44 €	
Instalación de distribución de calefacción mediante radiadores de aluminio, incluido tubería de polietileno y elementos auxiliares.					34.964,64 €	
Subtotal INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN:					60.914,08 €	3.807,13 €
Suministro e instalación de Aire Acondicionado, sistemas multisplit compuesto por unidad exterior y unidad/es interiores.					52.511,52 €	
Subtotal PRE-INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN:					52.511,52 €	3.281,97 €
Instalación de ventilación mecánica de vivienda compuesta por caja de ventilación, entradas y bocas de extracción higroregulable, conducto de chapa y elementos auxiliares					5.365,57 €	
Subtotal INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN:					5.365,57 €	335,35 €
Suministro e instalación de colector solar plano.					7.296,03 €	
Instalación de producción de ACS incluido depósito interacumulador, bombas, valvulería, vaso de expansión, tubería y elementos de regulación y control					8.569,28 €	
Subtotal INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES:					15.865,31 €	991,58 €
Caso Base TOTAL INSTALACIÓN:					134.656,48 €	8.416,03 €

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

ESTIMACIÓN DE COSTES: MEJORAS AL CASO BASE

☐ SOBRECOSTE:

1,6% al 3,3%

ZONA B3 MODELO 12 Bloque de 16 viviendas	ESTUDIO ECONÓMICO DE LA ALTERNATIVA "SUELO RADIANTE, RECUPERADOR DE CALOR Y CONTRIBUCIÓN SOLAR 70%"				Total (€)	Inversión vivienda (€)
	Descripción Partidas	Unid.	Cantidad	Precio (€/unidad)		
Caldera Mural a Gas de condensación con acumulación de ACS. Pn:21,8 kW; η (50/30 °C) 105,4%; (60/80 °C) 98,0%	unid.	16,00	1.634,62 €	26.153,92 €		
Instalación de suelo radiante, incluido panel portatubos de tetones, tubería de polietileno, colectores, cabezales termostáticos y auxiliares.	unid.	16,00	3.929,59 €	62.873,50 €		
Subtotal INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN:				89.027,42 €	5.564,21 €	
Subtotal PRE-INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN:				15.478,90 €	967,43 €	
Suministro e instalación de equipo de ventilación con recuperación de calor superior al 85%	unid.	16,00	1.719,00 €	27.504,00 €		
Instalación de ventilación mecánica de vivienda compuesta por caja de ventilación, entradas y bocas de extracción higroregulable, conducto de chapa y elementos auxiliares	unid.	16,00	938,53 €	15.016,41 €		
Subtotal INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN:				42.520,41 €	2.657,53 €	
Suministro e instalación de colector solar plano.	unid.	13,00	810,67 €	10.538,71 €		
Instalación de producción de ACS incluido depósito interacumulador, bombas, valvulería, vaso de expansión, tubería y elementos de regulación y control	unid.	1,00	13.719,65 €	13.719,65 €		
Subtotal INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES:				24.258,36 €	1.516,15 €	
Alternativa "Suelo Radiante, Recuperadores y contribución solar"				TOTAL INSTALACIÓN:	171.285,09 €	10.705,32 €
Caso Base					118.960,21 €	7.435,01 €
Incremento en la inversión por cambio a calificación energética A:				52.324,89 €	3.270,31 €	

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

ESTIMACIÓN DE COSTES: AEROTERMIA

☐ SOBRECOSTE:

7,2% al 7,6%

ZONA D3 MODELO 11 Bloque de 16 viviendas	ESTUDIO ECONÓMICO DE LA ALTERNATIVA "AEROTERMIA"				Total (€)	Inversión vivienda (€)
	Descripción Partidas	Unid.	Cantidad	Precio (€/unid)		
Bomba de calor aerotérmica para instalación individual en vivienda, incluido kit hidrónico Pn:9,0 kW; COP=4,19 (W35 °C)	unid.	16,00	7.500,00 €	120.000,00 €		
Instalación de suelo radiante, incluido panel portatubos de tetones, tubería de polietileno, colectores, cabezales termostáticos y auxiliares.	unid.	16,00	3.929,59 €	62.873,50 €		
Subtotal INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN:				182.873,50 €	11.429,59 €	
Subtotal PRE-INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN:				15.478,90 €	967,43 €	
Subtotal INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN:				15.016,41 €	938,53 €	
Subtotal INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES:				21.015,68 €	1.313,48 €	
Aerotermia	TOTAL INSTALACIÓN:			234.384,49 €	14.649,03 €	
Caso Base				118.960,21 €	7.435,01 €	
Incremento en la inversión por cambio a calificación energética A:				115.424,29 €	7.214,02 €	

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

ESTIMACIÓN DE COSTES: GEOTERMIA BLOQUE DE 16 VIVIENDAS

☐ SOBRECOSTE:

6,5% al 10,8%

ZONA D3 MODELO 11 Bloque de 16 viviendas	ESTUDIO ECONÓMICO DE LA ALTERNATIVA "GEOTERMIA"				Total (€)	Inversión vivienda (€)
	Descripción Partidas	Unid.	Cantidad	Precio (€/unid)		
Grupo térmico compuesto por 3 Bombas de Calor Geotérmica para instalación colectiva. Pn: 2x49,9 kW + 1x32,4 kW; COP=5,1 (W35 °C)		unid.	1,00	59.340,00 €	59.340,00 €	
Sondeos geotérmico verticales de 100m de profundidad para instalación geotérmica.		unid.	16,00	2.725,00 €	43.600,00 €	
Instalación de suelo radiante, incluido panel portatubos de tetones, tubería de polietileno, colectores, cabezales termostáticos y auxiliares.		unid.	16,00	3.929,59 €	62.873,50 €	
Subtotal INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN:					165.813,50 €	10.363,34 €
Subtotal PRE-INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN:					15.478,90 €	967,43 €
Subtotal INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN:					15.016,41 €	938,53 €
Subtotal INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES:					21.015,68 €	1.313,48 €
TOTAL INSTALACIÓN:					217.324,49 €	13.582,78 €
Geotermia						
Caso Base					118.960,21 €	7.435,01 €
Incremento en la inversión por cambio a calificación energética A:					98.364,29 €	6.147,77 €

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

ESTIMACIÓN DE COSTES: GEOTERMIA 16 VIVIENDAS UNIFAMILIARES

☐ SOBRECOSTE:

6,5% al 10,8%

ZONA D3 MODELO 21 16 viviendas unifamiliares	ESTUDIO ECONÓMICO DE LA ALTERNATIVA: "GEOTERMIA"				Total (€)	Inversión vivienda (€)
	Descripción Partidas	Unid.	Cantidad	Precio (€/unid)		
Bomba de calor geotérmica para instalación individual en vivienda Pn:9,3 kW; COP=4,9 (W35 °C)	unid.	16,00	8.195,00 €	131.120,00 €		
Sondeos geotérmino verticales de 100m de profundidad para instalación geotérmica.	unid.	16,00	2.725,00 €	43.600,00 €		
Instalación de suelo radiante, incluido panel portatubos de tetones, tubería de polietileno, colectores, cabezales termostáticos y auxiliares.	unid.	16,00	3.490,74 €	55.851,80 €		
Subtotal INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN:				230.571,80 €	14.410,74 €	
Subtotal PRE-INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN:				52.511,52 €	3.281,97 €	
Subtotal INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN:				5.365,57 €	335,35 €	
Subtotal INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES:				15.865,31 €	991,58 €	
Geotermia	TOTAL INSTALACIÓN:			304.314,20 €	19.019,64 €	
Caso Base				134.656,48 €	8.416,03 €	

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

ESTIMACIÓN DE COSTES: BIOMASA EN BLOQUE DE 16 VIVIENDAS

☐ SOBRECOSTE:

1,7% al 2,5%

ZONA D3 MODELO 11 Bloque de 16 viviendas	ESTUDIO ECONÓMICO DE LA ALTERNATIVA "BIOMASA"				Total (€)	Inversión vivienda (€)
	Descripción Partidas	Unid.	Cantidad	Precio (€/unid)		
Grupo térmico compuesto por 2 calderas de biomasa (pellets) para instalación colectiva, incluido silo y sistema de alimentación. Pn: 1x99 kW + 1x60; η carga parcial 92,0%	unid.	1,00	52.943,00 €	52.943,00 €		
Instalación de distribución de calefacción mediante radiadores de aluminio, incluido tubería de polietileno y elementos auxiliares.	unid.	16,00	2.580,96 €	41.295,29 €		
Subtotal INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN:				94.238,29 €	5.889,89 €	
Subtotal PRE-INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN:				15.478,90 €	967,43 €	
Subtotal INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN:				15.016,41 €	938,53 €	
Subtotal INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES:				21.015,68 €	1.313,48 €	
Biomasa	TOTAL INSTALACIÓN:			145.749,29 €	9.109,33 €	
Caso Base				118.960,21 €	7.435,01 €	
Incremento en la inversión por cambio a calificación energética A:				26.789,08 €	1.674,32 €	

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

ESTIMACIÓN DE COSTES: BIOMASA 16 VIVIENDAS UNIFAMILIARES

☐ SOBRECOSTE:

1,7% al 2,5%

ZONA D3 MODELO 21 16 viviendas unifamiliares	ESTUDIO ECONÓMICO DE LA ALTERNATIVA: "BIOMASA"				Total (€)	Inversión vivienda (€)
	Descripción Partidas	Unid.	Cantidad	Precio (€/unid)		
Caldera de biomasa (pellets) para instalación individual en vivienda, incluido depósito de pellets integrado. Pn:24 kW; η potencia nominal 90,2%	unid.	16,00	4.120,00 €	65.920,00 €		
Instalación de distribución de calefacción mediante radiadores de aluminio, incluido tubería de polietileno y elementos auxiliares.	unid.	16,00	2.185,29 €	34.964,64 €		
Subtotal INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN:				100.884,64 €	6.305,29 €	
Subtotal PRE-INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN:				52.511,52 €	3.281,97 €	
Subtotal INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN:				5.365,57 €	335,35 €	
Subtotal INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES:				15.865,31 €	991,58 €	
Biomasa	TOTAL INSTALACIÓN:			174.627,04 €	10.914,19 €	
Caso Base				134.656,48 €	8.416,03 €	
Incremento en la inversión por cambio a calificación energética A:				39.970,56 €	2.498,16 €	

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS

□ METODOLOGÍA:

Se compara el coste global por vivienda, entendido como la suma entre los costes de inversión y los costes energéticos de cada una de las alternativas respecto del caso base:

Se han considerado:

- ✓ Datos de energía final obtenidos en la simulación de HULC.
- ✓ Precio estimado del kWh de cada vector energético y un incremento del 3% anual.
- ✓ Coste fijo de mantenimiento anual de cada tecnología.

□ OBJETIVO:

Realizar un análisis global de costes que incluya tanto el incremento de los costes del PEM para alcanzar una calificación energética A (asumidos por el promotor) como el ahorro o incremento en el gasto energético (asumido por el comprador).

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

ANÁLISIS GLOBAL DE COSTES: COMPARATIVO ENTRE TECNOLOGÍAS

MODELO 11			ZONA D3					
Tecnología	(kgCO ₂ /m ² a)	(kWh/m ² a)	Costes de Inversión del Promotor en los capítulos de Calefacción, Preinstalación de climatización, Ventilación e Solar del PEM (€)	% PEM	Coste por viv. (€)	Coste Energético a 10 años (€)	Coste inversión + Coste Energético (€)	% aumento de costes a 10 años
Caldera Condensación a GN	10,70 B	52,40 B	118.960,21 €	7,9%	7.435,01 €	4.973,01 €	12.408,03 €	
Suelo Radiante y Recuperador	7,39 A	36,63 A	168.042,41 €	11,1%	10.502,65 €	4.036,71 €	14.539,36 €	17,2%
Aeroterminia	6,28 A	35,48 A	234.384,49 €	15,5%	14.649,03 €	6.343,03 €	20.992,06 €	69,2%
Geotermia	3,80 A	22,49 A	217.324,49 €	14,4%	13.582,78 €	2.695,85 €	16.278,63 €	31,2%
Biomasa	2,40 A	13,13 A	145.749,29 €	9,7%	9.109,33 €	4.787,32 €	13.896,65 €	12,0%

MODELO 12			ZONA B3					
Tecnología	(kgCO ₂ /m ² a)	(kWh/m ² a)	Costes de Inversión del Promotor en los capítulos de Calefacción, Preinstalación de climatización, Ventilación e Solar del PEM (€)	% PEM	Coste por viv. (€)	Coste Energético a 10 años (€)	Coste inversión + Coste Energético (€)	% aumento de costes a 10 años
Caldera Condensación a GN	5,79 B	29,05 B	118.149,54 €	7,8%	7.384,35 €	3.584,25 €	10.968,59 €	
Suelo Radiante, Recuperador y Solar	3,67 B	18,95 B	171.285,09 €	11,3%	10.705,32 €	2.974,67 €	13.679,99 €	10,3%
Aeroterminia	3,57 A	20,53 B	233.573,82 €	15,5%	14.598,36 €	4.527,00 €	19.125,37 €	54,1%
Geotermia	2,95 A	17,44 B	216.513,82 €	14,3%	13.532,11 €	2.174,16 €	15.706,27 €	26,6%
Biomasa	1,86 A	10,55 A	144.938,62 €	9,6%	9.058,66 €	2.880,25 €	11.938,91 €	-3,8%

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

ANÁLISIS GLOBAL DE COSTES: COMPARATIVO ENTRE TECNOLOGÍAS

MODELO 13			ZONA C1					
Tecnología	(kgCO ₂ /m ² a)	(kWh/m ² a)	Costes de Inversión del Promotor en los capítulos de Calefacción, Preinstalación de climatización, Ventilación e Solar del PEM (€)	% PEM	Coste por viv. (€)	Coste Energético a 10 años (€)	Coste inversión + Coste Energético (€)	% aumento de costes a 10 años
Caldera Condensación a GN	7,80 B	36,94 B	117.338,87 €	7,8%	7.333,68 €	3.696,68 €	11.030,36 €	
Recuperador y Solar	4,91 A	23,33 A	149.706,89 €	9,9%	9.356,68 €	2.896,43 €	12.253,11 €	-1,2%
Aerotermia	3,84 A	21,61 A	232.763,15 €	15,4%	14.547,70 €	4.767,28 €	19.314,97 €	55,7%
Geotermia	2,21 A	12,97 A	215.703,15 €	14,3%	13.481,45 €	1.712,51 €	15.193,96 €	22,5%
Biomasa	0,79 A	3,88 A	144.127,95 €	9,5%	9.008,00 €	3.252,58 €	12.260,58 €	-1,2%

MODELO 21			ZONA D3					
Tecnología	(kgCO ₂ /m ² a)	(kWh/m ² a)	Costes de Inversión del Promotor en los capítulos de Calefacción, Preinstalación de climatización, Ventilación e Solar del PEM (€)	% PEM	Coste por viv. (€)	Coste Energético a 10 años (€)	Coste inversión + Coste Energético (€)	% aumento de costes a 10 años
Caldera Condensación a GN	11,74 A	58,03 B	134.656,48 €	8,6%	8.416,03 €	4.773,66 €	13.189,69 €	
Recuperador	9,34 A	46,63 A	162.160,48 €	10,3%	8.158,51 €	4.220,97 €	12.379,47 €	-6,1%
Aerotermia	7,20 A	41,56 A	249.594,20 €	15,8%	15.599,64 €	5.994,52 €	21.594,16 €	63,7%
Geotermia	5,01 A	29,61 A	304.314,20 €	19,3%	19.019,64 €	4.777,20 €	23.796,83 €	80,4%
Biomasa	3,86 A	20,86 A	174.627,04 €	11,1%	10.914,19 €	7.561,69 €	18.475,88 €	40,1%

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

ANÁLISIS GLOBAL DE COSTES: COMPARATIVO ENTRE TECNOLOGÍAS

MODELO 22			ZONA B3					
Tecnología	(kgCO ₂ /m ² a)	(kWh/m ² a)	Costes de Inversión del Promotor en los capítulos de Calefacción, Preinstalación de climatización, Ventilación e Solar del PEM (€)	% PEM	Coste por viv. (€)	Coste Energético a 10 años (€)	Coste inversión + Coste Energético (€)	% aumento de costes a 10 años
Caldera Condensación a GN	7,60 B	38,32 B	133.845,81 €	8,5%	8.365,36 €	3.789,37 €	12.154,73 €	
Suelo Radiante, Recuperador y Solar	5,18 A	26,85 B	186.290,32 €	11,8%	11.643,15 €	3.227,72 €	14.870,87 €	12,7%
Aerotermia	4,66 A	27,14 B	248.783,53 €	15,8%	15.548,97 €	4.649,44 €	20.198,41 €	53,1%
Geotermia	3,83 A	22,39 A	303.503,53 €	19,3%	18.968,97 €	4.214,42 €	23.183,39 €	75,8%
Biomasa	2,86 A	15,95 A	173.816,37 €	11,0%	10.863,52 €	6.049,30 €	16.912,82 €	28,2%

MODELO 23			ZONA C1					
Tecnología	(kgCO ₂ /m ² a)	(kWh/m ² a)	Costes de Inversión del Promotor en los capítulos de Calefacción, Preinstalación de climatización, Ventilación e Solar del PEM (€)	% PEM	Coste por viv. (€)	Coste Energético a 10 años (€)	Coste inversión + Coste Energético (€)	% aumento de costes a 10 años
Caldera Condensación a GN	9,27 B	44,31 B	133.035,14 €	8,4%	8.314,70 €	3.732,32 €	12.047,01 €	
Recuperador	7,45 A	35,74 A	160.539,14 €	10,2%	10.033,70 €	3.321,58 €	13.355,27 €	1,3%
Aerotermia	4,58 A	26,39 A	247.972,86 €	15,7%	15.498,30 €	4.645,41 €	20.143,71 €	52,7%
Geotermia	3,48 A	20,37 A	302.692,86 €	19,2%	18.918,30 €	4.039,31 €	22.957,62 €	74,1%
Biomasa	1,80 A	9,02 A	173.005,70 €	11,0%	10.812,86 €	6.323,41 €	17.136,27 €	29,9%

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

CONCLUSIONES: MEJORAS DE UNA INSTALACIÓN DE CALDERA DE CONDENSACIÓN A GN PARA ALCANZAR LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA A

1. La obtención de una calificación energética A con sistemas de caldera de condensación a gas natural está condicionada a una importante reducción en la demanda energética del edificio, que se ha conseguido incorporando un sistema de ventilación mecánica con recuperador de calor.
2. El sobrecoste en el PEM varía entre un 1,6% y un 3,3%, siendo un coste asumible por el promotor.
3. Se ha estimado un ahorro en el gasto energético que varía entre un 12,5% y un 26,5%.
4. En términos de coste global supone un aumento moderado en el coste entre un 1,3% y un 17,2%, y en algún caso una reducción de hasta un 6,1%.

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

CONCLUSIONES: AEROTERMIA

1. Permite la obtención de una calificación energética A (en emisiones de CO₂) en todos los modelos evaluados.
2. El sobrecoste en el PEM varia entre un 7,2% y un 7,6%, siendo un coste elevado para el promotor.
3. Esta medida no siempre verifica un ahorro en el gasto energético, sino que puede suponer hasta un incremento del 27,5% en la factura eléctrica.
4. En términos de coste global supone siempre un aumento en el coste entre un 52,7% y un 69,2%.

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

CONCLUSIONES: GEOTERMIA

1. Permite la obtención de una calificación energética A en todos los modelos evaluados con el mayor ahorro en energía primaria no renovable.
2. El sobrecoste en el PEM varia entre un 6,5% y un 10,8%, siendo un coste muy elevado para el promotor.
3. Se ha estimado un ahorro en el gasto energético de hasta un 48,5% en bloque de viviendas. En unifamiliar se estima un ahorro de un 9,5% en zona D3 y un 2,7% en zona C1 y un aumento el gasto un 2,1% en zona B3.
4. En términos de coste global supone siempre un aumento en el coste entre un 22,5% y un 80,4%. Esta medida está condicionada su viabilidad técnica por la necesidad de realizar sondeos geotérmicos

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

CONCLUSIONES:BIOMASA

1. Garantiza la obtención de una calificación energética A en todos los modelos evaluados
2. El sobrecoste en el PEM varia entre un 1,7% y un 2,5%, que es menor en instalaciones centralizadas en bloque de vivienda.
3. Se ha estimado un ahorro en el gasto energético entre un 3,7% y un 14,2% en instalaciones centralizadas en bloque, pero un incremento en el gasto energético en instalaciones individuales de hasta un 58,4%, condicionado por los costes de mantenimiento.
4. En términos de coste global supone un aumento de entre un 12,0% y un 40,1%, y en algún caso una reducción del coste global de hasta un 3,8%

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

CONCLUSIONES GENERALES

1. Alcanzar la máxima calificación energética ha supuesto en todos los casos un sobrecoste en las partidas de instalaciones térmicas del PEM, que debe ser tenido en cuenta por el promotor inmobiliario a la hora de elegir la mejor alternativa.
2. Si tenemos en cuenta que el % del coste respecto al PEM de los capítulos de sistemas de acondicionamiento térmico en los proyectos evaluados se sitúan en un 7,8% en bloque de vivienda y en un 8,5% en vivienda unifamiliar, los sobrecostes por el empleo de aerotermia y geotermia pueden llegar a doblar el propio presupuesto inicial.

5. Análisis de Rentabilidad/Eficiencia

CONCLUSIONES GENERALES

1. La alternativa que emplea caldera de biomasa, de menor sobrecoste, puede suponer un problema de emisiones en núcleos urbanos, que no favorece la extensión de su uso en este ámbito.
2. Las alternativas de mejora de la calificación energética manteniendo equipos de condensación a gas natural son aún una solución razonable para alcanzar la máxima calificación energética con una inversión asumible para el promotor inmobiliario.

Gracias por su atención

