

GIPUZKOA

Informe G2

# CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

Estrategia de intervención a largo plazo en  
el parque de edificios de Euskadi

*- Proyecto de investigación en el hábitat urbano -*

Escola d'Arquitectura del Vallès de la Universitat Politècnica de Catalunya

*En colaboración con*

Cíclica [space · community · ecology]

*Promotor*

Dirección de Planificación Territorial, Urbanismo y Regeneración Urbana

Departamento de Medio ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del Gobierno Vasco



Escola Tècnica Superior  
d'Arquitectura del Vallès  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



cíclica  
SPACE · COMMUNITY · ECOLOGY



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO

# GIPUZKOA

Informe G2

---

# CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

---

**Estrategia de intervención a largo plazo en  
el parque de edificios de Euskadi**

*- Proyecto de investigación en el hábitat urbano -*

Escola d'Arquitectura del Vallès de la Universitat Politècnica de Catalunya

*En colaboración con*

Cíclica [space · community · ecology]

*Promotor*

Dirección de Planificación Territorial, Urbanismo y Regeneración Urbana

Departamento de Medio ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del Gobierno Vasco



# NOTA PRELIMINAR

## Objetivo

El sector de la edificación se encuentra frente a un reto profundamente transformador: conjugar el compromiso social de generar las condiciones de habitabilidad socialmente necesarias, con el deber de reducir el consumo de recursos y la emisión de gases de efecto invernadero a la atmosfera.

En este contexto de gran relevancia para el sector, el presente proyecto tiene el objetivo de establecer un diagnóstico completo del parque residencial que permita sentar las bases para la elaboración de la “Estrategia de intervención a largo plazo en el parque de edificios de Euskadi”.

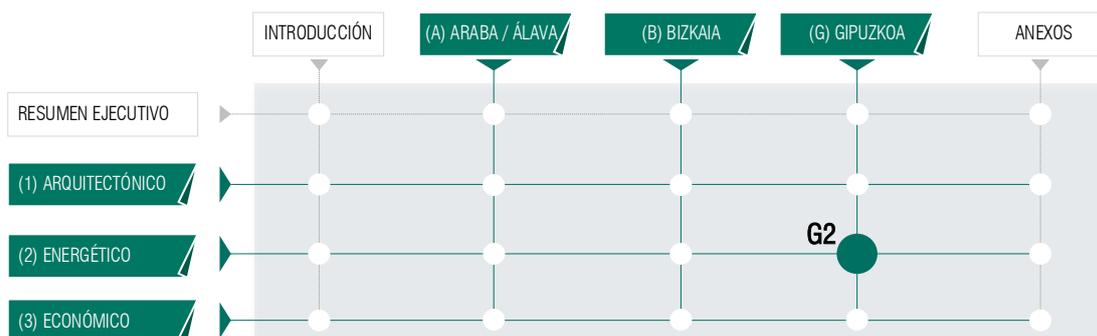
La metodología empleada permite, por primera vez a escala autonómica, el diagnóstico edificio a edificio lo que supone un avance significativo en las metodologías empleadas hasta el momento en la elaboración de estrategias a gran escala. Este proceso analítico, basado en el procesado riguroso y análisis conjunto de diferentes fuentes de información, resulta en un profundo conocimiento de cada inmueble residencial, y se materializa en una batería de indicadores sectoriales territorializados de carácter arquitectónico, energético y económico, que permiten detectar las particularidades, necesidades y potencialidades de rehabilitación del entorno construido.

En este sentido, el proyecto proporciona la primera aproximación para la elaboración de un plan de acción de rehabilitación energética del conjunto de edificios residenciales del País Vasco. De esta manera se busca alcanzar un doble objetivo: garantizar una habitabilidad socialmente aceptable reduciendo las desigualdades existentes con relación al parque residencial, y cumplir con los objetivos europeos de descarbonización del sector de la edificación para el periodo 2020-2050.

## Organización documental

El proyecto se organiza atendiendo a un doble enfoque en función del público al que se dirige:

- Enfoque metodológico, dirigido al personal técnico: esta aproximación permite conocer más detalladamente los procesos internos seguidos y los resultados obtenidos para cada una de las fases que conforman el diagnóstico. Se estructura en 3 informes correspondientes a la caracterización arquitectónica, energética y económica.
- Enfoque territorial, dirigido al equipo político: esta aproximación permite acceder directamente a la síntesis de los indicadores e índices clave de diagnóstico del parque residencial para cada uno de los ámbitos territoriales de estudio. Se estructura en 3 informes correspondientes a Araba/Álava, Bizkaia y Gipuzkoa.



# ÍNDICE

## Informe G2: Caracterización energética Gipuzkoa

---

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>COMPORTAMIENTO DE LA EDIFICACIÓN.....</b>	<b>9</b>
	Visión global .....	9
2.1.	Temperatura interior –en régimen libre- .....	13
2.2.	Tiempo de autonomía térmica –en régimen libre- .....	14
2.3.	Salto térmico –en régimen libre- .....	15
2.4.	Demanda energética de calefacción por superficie .....	16
2.5.	Calificación energética de calefacción.....	17
<b>3.</b>	<b>COMPORTAMIENTO EN LA VIVIENDA .....</b>	<b>21</b>
	Visión global .....	21
3.1.	Demanda energética de calefacción por vivienda .....	25
3.2.	Consumo de energía final de calefacción.....	27
3.3.	Consumo de energía primaria de calefacción .....	28
3.4.	Consumo de energía final total.....	29
3.5.	Emisiones vinculadas al consumo de calefacción .....	30
<b>4.</b>	<b>INTERVENCIÓN DE REHABILITACIÓN .....</b>	<b>31</b>
	Visión global .....	31
4.1.	Energía gris invertida en la intervención .....	34
4.2.	Emisiones generadas por la intervención .....	35
4.3.	Eficacia energética en la reducción del consumo de calefacción.....	36
	Nota aclaratoria sobre los resultados obtenidos.....	37

# 1. INTRODUCCIÓN

## Objetivo

El presente documento de caracterización energética del parque residencial de Gipuzkoa se enmarca en la segunda fase de la *Estrategia de intervención a largo plazo en el parque de edificios de Euskadi*. Tiene el objetivo de definir energéticamente el parque residencial del ámbito de estudio, mediante los indicadores con mayor incidencia en el comportamiento energético de la edificación; así mismo se estudian las posibilidades que presenta para ser rehabilitado energéticamente.

Para ello, se establecen 3 objetivos específicos que definen la estructura de esta segunda fase:

- Objetivo 1: Indicadores energéticos de comportamiento de la edificación
- Objetivo 2: Indicadores energéticos de comportamiento en la vivienda
- Objetivo 3: Indicadores energéticos de intervención de rehabilitación

## Metodología

A nivel metodológico, la caracterización energética se estructura en 3 subfases atendiendo a los objetivos específicos establecidos. El estudio se fundamenta en el simulador energético propio a escala urbana, desarrollado específicamente para realizar esta tarea en base a la ISO 52016-1: 2017, capaz de estimar hora a hora y a partir de un modelo térmico multi-zonal el comportamiento térmico y la demanda energética anual asociada a la calefacción y a la refrigeración de la parte residencial de cada planta de cada inmueble incluido en el ámbito de estudio.

La caracterización energética del parque residencial se establece para cada una de las opciones que resultan de la combinación de las 3 dimensiones del estudio: escenario edificatorio –actual y post-intervención-, umbral de habitabilidad –confort y salud-, e hipótesis de vector energético –electricidad y gas natural-.

1. Caracterizar el parque residencial según 5 indicadores energéticos de comportamiento de la edificación
2. Caracterizar el parque residencial según 5 indicadores energéticos de comportamiento en la vivienda
3. Caracterizar el parque residencial según 3 indicadores energéticos de intervención de rehabilitación

# Organización documental



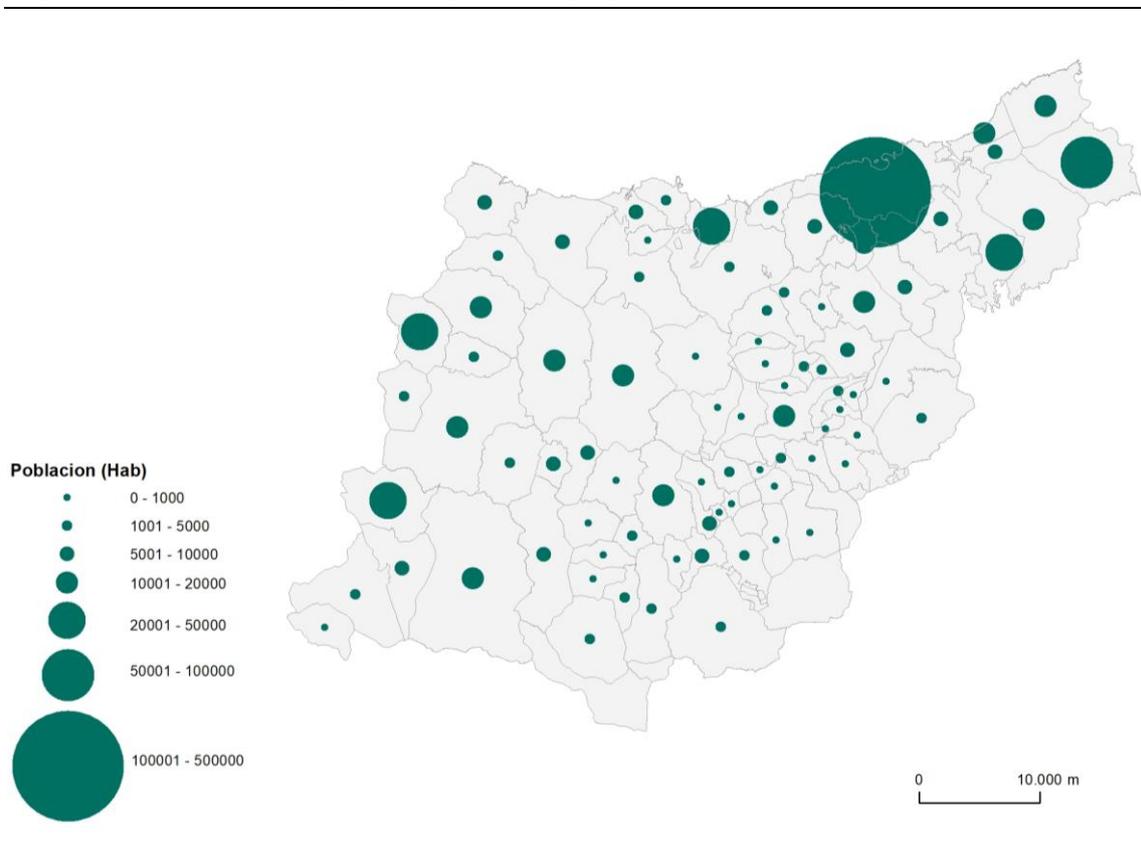
# Aproximación territorial

El primer análisis territorial de los municipios gipuzkoanos muestra un mayor equilibrio en la distribución de la población en comparación a Araba/Álava y Bizkaia. Se mantiene el hecho de un único municipio –Donosti- que supera los 100.000 habitantes, aunque con una concentración de población menor -25% del total de la provincia-. Así mismo, se observa como 5 municipios –entre 20.000 y 100.000 habitantes- suponen el 24% de la población gipuzkoana. A continuación, destaca la presencia de un segundo grupo de 13 municipios intermedios –entre 10.000 y 20.000 habitantes- que suponen el segmento mayoritario con el 27% de la población. Por otra parte, se mantiene el mayor número de municipios pequeños –de menos de 5.000 habitantes- que suponen el 61% del total.

Tabla TG1-1. Clasificación de los municipios de Gipuzkoa según población -fuente Eustat, noviembre 2018-

Tamaño de municipios	Gipuzkoa -nº municipios-	Porcentaje sobre total -%-	Gipuzkoa -nº habitantes-	Porcentaje sobre total -%-
≥ 100.000 hab.	1	1,1%	180.989	25,4%
≥ 50.000 hab.	1	1,1%	58.916	8,3%
≥ 20.000 hab.	4	4,5%	112.480	15,8%
≥ 10.000 hab.	13	14,8%	<b>195.317</b>	<b>27,4%</b>
≥ 5.000 hab.	15	17,0%	104.125	14,6%
< 5.000 hab.	<b>54</b>	<b>61,4%</b>	61.850	8,7%
	88	100,0%	713.667	100,0%

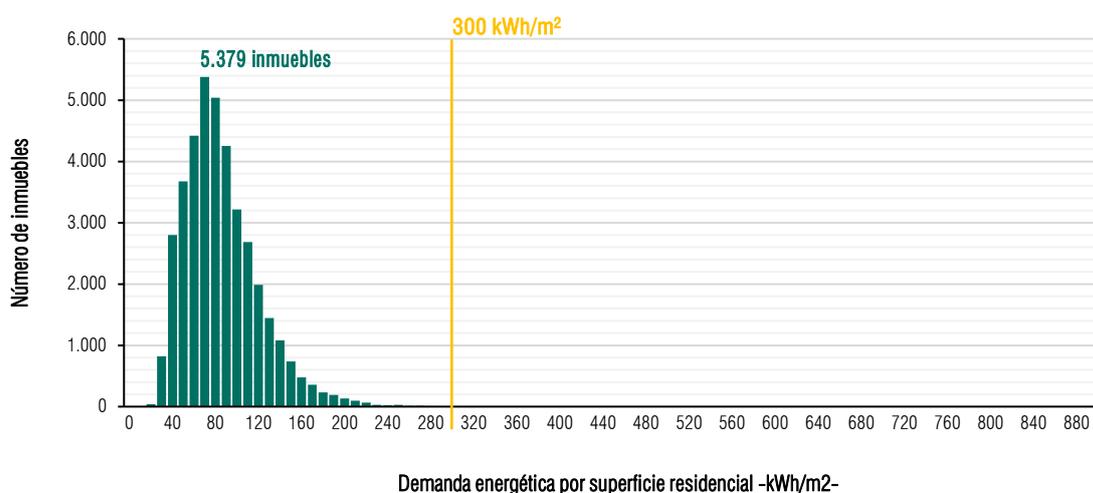
Figura FG1-1. Representación de los municipios de Gipuzkoa según población



## Coherencia de la información obtenida

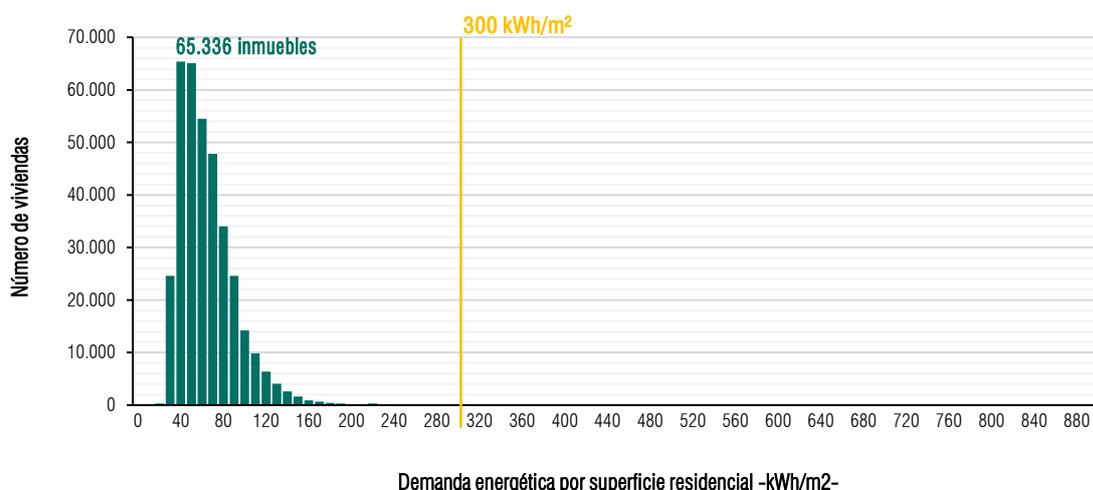
A continuación, se estudia la coherencia de los resultados obtenidos a través de la simulación de la demanda energética de calefacción, que sirve como base para el estudio de caracterización energética y económica del parque residencial de la provincia de Gipuzkoa. Para ello se realiza un análisis de la distribución del número de inmuebles y de viviendas en función de la demanda energética de calefacción por superficie residencial; el análisis se realiza para el escenario edificatorio actual y el umbral de habitabilidad confort.

Figura FG1-2. Distribución del número de inmuebles según la demanda energética por superficie -kWh/m<sup>2</sup>-año-



A partir del análisis del histograma se observa que la práctica totalidad de los inmuebles de Gipuzkoa tienen una demanda de calefacción inferior a 300 kWh/m<sup>2</sup>-año, con una mayor presencia de inmuebles con demanda entorno a los 70 kWh/m<sup>2</sup>-año.

Figura FG1-3. Distribución del número de viviendas según la demanda energética por superficie -kWh/m<sup>2</sup>-año-



En relación con el análisis según número de viviendas, los resultados se intensifican debido al peso de las viviendas situadas en inmuebles plurifamiliares; en este caso los rangos de viviendas mayoritarios de Gipuzkoa son aquellos con una demanda de calefacción entorno a los 50 kWh/m<sup>2</sup>-año.

## 2. COMPORTAMIENTO DE LA EDIFICACIÓN

### Visión global

El primer objetivo específico del estudio de caracterización energética del parque residencial de Gipuzkoa consiste en evaluar el comportamiento térmico de cada edificio, mediante la definición de 5 indicadores energéticos. Estos indicadores hacen referencia a la capacidad genérica que presenta un inmueble para mantener ciertas condiciones de habitabilidad en sus espacios residenciales interiores en el periodo con mayores solicitaciones de calefacción<sup>1</sup>; y se analizan en función del cruce de 2 dimensiones: umbral de habitabilidad -confort y salud- y escenario edificatorio -actual y post-intervención-.

En primer lugar, se determinan los valores de comportamiento de la edificación relativos a la respuesta del edificio en situación de régimen libre, sin aportes energéticos de calefacción, como contenedor que modula las variaciones climáticas del exterior. En concreto se calcula la temperatura media interior, el tiempo de autonomía térmica y el salto térmico; los dos últimos bajo la perspectiva de los 2 umbrales de habitabilidad.

A continuación, se procede a analizar la demanda energética de calefacción necesaria para salvar la brecha entre las condiciones interiores conseguidas de forma pasiva por la edificación y la temperatura de consigna mínima de cada umbral de habitabilidad. A partir de este conjunto de valores se determina la calificación energética, como herramienta de comparación con amplia difusión.

### Análisis integrado entre indicadores

A nivel de comportamiento en régimen libre, los resultados obtenidos ponen de relieve que actualmente la edificación ejerce su papel de generadora de espacios habitables con condiciones más favorables a las del ambiente exterior, alcanzando la temperatura umbral de salud para sus ocupantes. En este sentido, si bien la temperatura media es de 16,5°C, este valor cambia sensiblemente en función del tipo de propiedad residencial, siendo las condiciones en inmuebles unifamiliares sensiblemente más desfavorables -pico de viviendas en torno a 14°C- que en los inmuebles plurifamiliares -pico de viviendas en torno a 16°C-. En término medio, esta distancia con la temperatura de consigna mínima se traduce en que el 51% de las horas entre Octubre y Mayo el edificio se encuentra en franjas de salud -más de 16º-, y el 31% alcanza el umbral de confort. La demanda energética de calefacción derivada de esta situación asciende hasta los 58 kWh/m<sup>2</sup>-año -calificación energética E- para el umbral confort y los 27 kWh/m<sup>2</sup>-año para el umbral salud.

El desarrollo de las operaciones previstas en las intervenciones de rehabilitación energética mejora notablemente los valores de todos estos indicadores, pero sin subsanar las situaciones más críticas de pobreza energética. Así, aunque la temperatura media en régimen libre sube 2,5°C de promedio, en el umbral salud el 28% de las horas no se alcanzan los 16°C, siendo necesaria la aportación de 7 kWh/m<sup>2</sup>-año. En cuanto al umbral confort, los resultados de la intervención en la envolvente demuestran el amplio recorrido existente en este campo, puesto que se consigue una reducción del 52% de la demanda energética de calefacción -hasta los 28 kWh/m<sup>2</sup>-año- y el descenso de 2 letras en la escala de calificación energética, hasta la letra C.

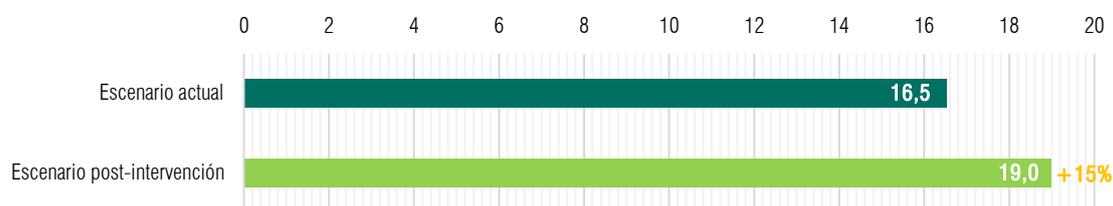
---

<sup>1</sup> De Octubre a Mayo, según el Código Técnico de la Edificación

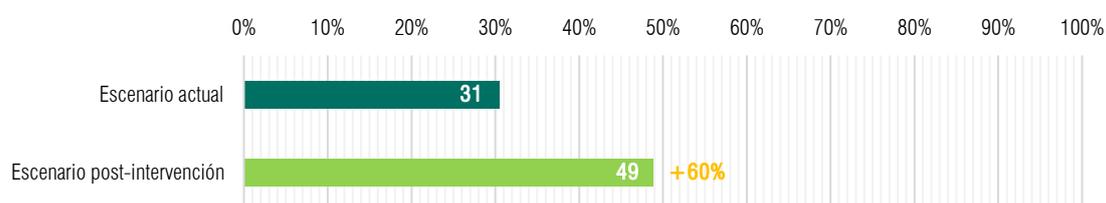
Figura  
FG2-1.

COMPORTAMIENTO DE LA EDIFICACIÓN: principales resultados del parque residencial de Gipuzkoa  
-umbral confort-

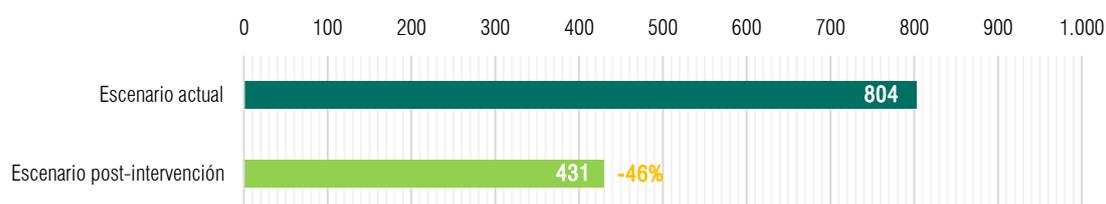
Temperatura interior, en régimen libre-°C-



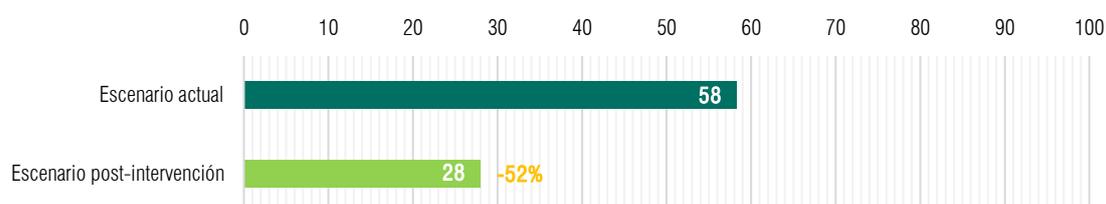
Tiempo de autonomía térmica, en régimen libre -%-



Salto térmico, en régimen libre -°C·día-



Demanda energética de calefacción por superficie -kWh/m2·año-



Calificación energética de calefacción -letras A a G-

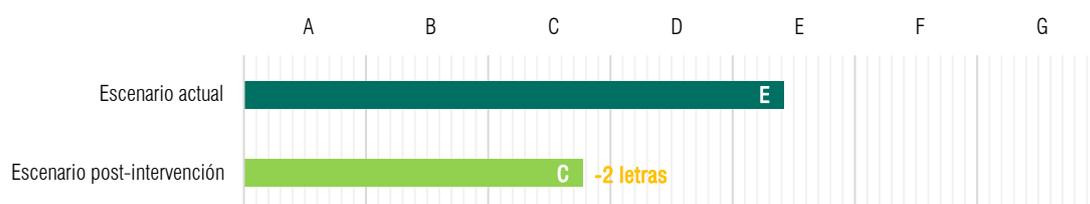


Tabla  
TG2-1. COMPORTAMIENTO DE LA EDIFICACIÓN: principales resultados del parque residencial de Gipuzkoa

**Temperatura interior, en régimen libre -°C-**

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	➤	Post-intervención
Umbral	Confort	16,5 °C		19,0 °C

**Tiempo de autonomía térmica, en régimen libre -%-**

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	➤	Post-intervención
Umbral	Confort	31 %		49 %
	Salud	51 %		72 %

**Salto térmico, en régimen libre -°C·día-**

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	➤	Post-intervención
Umbral	Confort	804 °C·día		431 °C·día
	Salud	413 °C·día		168 °C·día

**Demanda energética de calefacción por superficie -kWh/m<sup>2</sup>·año-**

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	➤	Post-intervención
Umbral	Confort	58 kWh/m <sup>2</sup> ·año		28 kWh/m <sup>2</sup> ·año
	Salud	27 kWh/m <sup>2</sup> ·año		7 kWh/m <sup>2</sup> ·año

**Calificación energética de calefacción -letras de A a G-**

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	➤	Post-intervención
Umbral	Confort	E		C

## **Análisis individual por indicador**

Este primer grupo de indicadores energéticos se compone de 5 indicadores, analizados en función del cruce de 2 dimensiones: umbral de habitabilidad y escenario edificatorio.

### **1. Temperatura interior –en régimen libre-**

El primer indicador energético estudia la capacidad del edificio de mantener una temperatura interior que se aproxime a las condiciones de habitabilidad. Los resultados obtenidos mediante la simulación energética evidencian la diferencia existente según el tipo de propiedad residencial. En los inmuebles unifamiliares, la temperatura interior promedio es de 13,9°C mientras que en los plurifamiliares alcanza los 16,6°C. La intervención en rehabilitación energética permitiría aumentar un 15% la temperatura interior en los inmuebles plurifamiliares y alcanzar los 19°C, rebasando con creces la barrera del umbral salud.

### **2. Tiempo de autonomía térmica –en régimen libre-**

El segundo indicador relativo al comportamiento de la edificación determina el tiempo de autonomía térmica durante el cual no se requiere de aportes externos de energía para garantizar las condiciones de habitabilidad. En el umbral confort, el 80% de las viviendas necesitan aporte energético durante el 60% de las horas. La intervención aumenta la autonomía térmica y disminuye la dependencia energética activa, lo que permitiría que el 75% de las viviendas se encuentre en autonomía térmica durante el 60% del tiempo. En el umbral salud, la autonomía térmica es mayor puesto que el umbral a alcanzar es menos exigente.

### **3. Salto térmico –en régimen libre-**

El salto térmico en régimen libre está directamente relacionado con el indicador previo, siendo la diferencia entre la temperatura alcanzada en autonomía térmica y la temperatura de consigna de cada umbral. En el caso del umbral confort, la intervención permitiría reducir un 46% el salto térmico, desde los 804 °C-día a 431 °C-día. En el umbral salud el salto térmico es menor, con una estimación de 413 °C-día en el escenario actual y 168 °C-día tras la intervención.

### **4. Demanda energética de calefacción por superficie**

La demanda energética de calefacción es resultante del grupo de indicadores previos. En este sentido, se estima que el 81% de las viviendas tienen una demanda entre 20 y 80 kWh/m<sup>2</sup>-año. La intervención tiene un potencial de mejora de la demanda del 52%, lo que supondría que el 86% de las viviendas tuviesen una demanda inferior a 40 kWh/m<sup>2</sup>-año. En el umbral salud, este potencial de mejora es incluso mayor, alcanzado el 95% de las viviendas el rango de demanda inferior a 20 kWh/m<sup>2</sup>-año.

### **5. Calificación energética de calefacción**

El estudio del indicador de calificación energética se realiza en función del tipo de propiedad residencial y la zona climática. En los inmuebles unifamiliares, el 54% de las viviendas tienen una calificación E en el escenario actual; la rehabilitación del parque residencial de Gipuzkoa permitiría alcanzar las letras C y D en el 88% de las viviendas. En relación a los inmuebles plurifamiliares, los resultados son más favorables, con el 84% de las viviendas en el escenario actual con una calificación D y E. En el escenario post-intervención el 70% de las viviendas obtendrían la calificación C, lo que se traduciría en una mejora promedio de entre 1 y 2 letras.

## 2.1. Temperatura interior –en régimen libre-

### Inmueble unifamiliar

Tabla TG21-1. Reparto de viviendas según la temperatura interior, en régimen libre -°C-

<i>Escenario edificatorio</i>	Actual	Post-intervención
Menos de 12 °C	547	0
Entre 12 y 13 °C	663	205
Entre 13 y 14 °C	1.052	801
Entre 14 y 15 °C	1.536	307
Entre 15 y 16 °C	755	1.347
Entre 16 y 17 °C	103	1.457
Entre 17 y 18 °C	26	320
Entre 18 y 19 °C	12	137
Entre 19 y 20 °C	6	75
Más de 20 °C	10	61
<b>TOTAL</b>	<b>4.710</b>	<b>4.710</b>

### Inmueble plurifamiliar

Tabla TG21-2. Reparto de viviendas según la temperatura interior, en régimen libre -°C-

<i>Escenario edificatorio</i>	Actual	Post-intervención
Menos de 12 °C	1.140	0
Entre 12 y 13 °C	8.787	132
Entre 13 y 14 °C	10.974	1.769
Entre 14 y 15 °C	28.891	5.698
Entre 15 y 16 °C	78.714	9.623
Entre 16 y 17 °C	80.949	23.971
Entre 17 y 18 °C	76.304	40.075
Entre 18 y 19 °C	48.930	74.220
Entre 19 y 20 °C	16.172	101.835
Más de 20 °C	2.287	95.825
<b>TOTAL</b>	<b>353.148</b>	<b>353.148</b>

## 2.2. Tiempo de autonomía térmica –en régimen libre-

### Umbral confort

Tabla TG22-1. Reparto de viviendas según el tiempo de autonomía térmica, en régimen libre -%-

<i>Escenario edificatorio</i>	Actual	Post-intervención
Menos de 9%	3.407	142
Entre 10 y 19%	55.184	8.575
Entre 20 y 29%	123.621	31.832
Entre 30 y 39%	104.636	48.929
Entre 40 y 49%	55.030	85.471
Entre 50 y 59%	14.528	109.725
Entre 60 y 69%	1.234	55.661
Entre 70 y 79%	196	13.365
Entre 80 y 89%	20	3.474
Más del 90%	2	684
<b>TOTAL</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>

### Umbral salud

Tabla TG22-2. Reparto de viviendas según el tiempo de autonomía térmica, en régimen libre -%-

<i>Escenario edificatorio</i>	Actual	Post-intervención
Menos de 9%	66	13
Entre 10 y 19%	2.636	103
Entre 20 y 29%	20.549	2.715
Entre 30 y 39%	43.744	8.118
Entre 40 y 49%	95.964	15.928
Entre 50 y 59%	94.240	33.610
Entre 60 y 69%	74.030	62.502
Entre 70 y 79%	25.520	122.534
Entre 80 y 89%	1.033	95.517
Más del 90%	76	16.818
<b>TOTAL</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>

## 2.3. Salto térmico –en régimen libre-

### Umbral confort

Tabla TG23-1. Reparto de viviendas según el salto térmico, en régimen libre -°C·día-

<i>Escenario edificatorio</i>	Actual	Post-intervención
0 °C·día	0	1
Entre 0,1 y 249 °C·día	339	60.795
Entre 250 y 499 °C·día	43.736	202.413
Entre 500 y 749 °C·día	121.494	62.020
Entre 750 y 999 °C·día	121.438	21.034
Entre 1.000 y 1.249 °C·día	46.761	8.253
Entre 1.250 y 1.499 °C·día	13.909	3.049
Entre 1.500 y 1.749 °C·día	9.220	291
Entre 1.750 y 1.999 °C·día	943	0
Más de 2.000 °C·día	18	2
<b>TOTAL</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>

### Umbral salud

Tabla TG23-2. Reparto de viviendas según el salto térmico, en régimen libre -°C·día-

<i>Escenario edificatorio</i>	Actual	Post-intervención
0 °C·día	0	17
Entre 0,1 y 249 °C·día	77.489	297.212
Entre 250 y 499 °C·día	186.211	45.590
Entre 500 y 749 °C·día	70.919	11.951
Entre 750 y 999 °C·día	16.117	2.941
Entre 1.000 y 1.249 °C·día	6.777	145
Entre 1.250 y 1.499 °C·día	343	0
Entre 1.500 y 1.749 °C·día	0	2
Entre 1.750 y 1.999 °C·día	0	0
Más de 2.000 °C·día	2	0
<b>TOTAL</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>

## 2.4. Demanda energética de calefacción por superficie

### Umbral confort

Tabla TG24-1. Reparto de viviendas según la demanda energética de calefacción por superficie -kWh/m<sup>2</sup>·año-

<i>Escenario edificatorio</i>	Actual	Post-intervención
Entre 0 y 20 kWh/m <sup>2</sup>	277	62.488
Entre 20 y 40 kWh/m <sup>2</sup>	90.019	244.515
Entre 40 y 60 kWh/m <sup>2</sup>	119.643	41.481
Entre 60 y 80 kWh/m <sup>2</sup>	81.921	7.616
Entre 80 y 100 kWh/m <sup>2</sup>	38.777	1.518
Entre 100 y 120 kWh/m <sup>2</sup>	16.190	226
Entre 120 y 140 kWh/m <sup>2</sup>	6.637	12
Entre 140 y 160 kWh/m <sup>2</sup>	2.528	2
Entre 160 y 180 kWh/m <sup>2</sup>	1.025	0
Más de 180 kWh/m <sup>2</sup>	841	0
<b>TOTAL</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>

### Umbral salud

Tabla TG24-2. Reparto de viviendas según la demanda energética de calefacción por superficie -kWh/m<sup>2</sup>·año-

<i>Escenario edificatorio</i>	Actual	Post-intervención
Entre 0 y 20 kWh/m <sup>2</sup>	147.536	338.641
Entre 20 y 40 kWh/m <sup>2</sup>	139.281	16.950
Entre 40 y 60 kWh/m <sup>2</sup>	50.157	2.066
Entre 60 y 80 kWh/m <sup>2</sup>	14.669	195
Entre 80 y 100 kWh/m <sup>2</sup>	4.407	6
Entre 100 y 120 kWh/m <sup>2</sup>	1.185	0
Entre 120 y 140 kWh/m <sup>2</sup>	365	0
Entre 140 y 160 kWh/m <sup>2</sup>	156	0
Entre 160 y 180 kWh/m <sup>2</sup>	60	0
Más de 180 kWh/m <sup>2</sup>	42	0
<b>TOTAL</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>

## 2.5. Calificación energética de calefacción

### Inmueble unifamiliar, Zona climática C1

Tabla TG25-1. Reparto de viviendas según la calificación energética de calefacción -letras de A a G-

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	Post-intervención
A	19,7 kWh/m <sup>2</sup>	10	59
B	32,0 kWh/m <sup>2</sup>	17	191
C	49,5 kWh/m <sup>2</sup>	64	804
D	76,2 kWh/m <sup>2</sup>	487	2.138
E	125,7 kWh/m <sup>2</sup>	1.777	238
F	147,0 kWh/m <sup>2</sup>	417	0
G	-	658	0
TOTAL		3.430	3.430

Tabla TG25-2. Reparto de viviendas según la nueva calificación energética de calefacción en 20 Subgrupos

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	Post-intervención
A1	9,9 kWh/m <sup>2</sup>	2	9
A2	19,7 kWh/m <sup>2</sup>	8	50
B1	32,0 kWh/m <sup>2</sup>	17	191
C1	40,8 kWh/m <sup>2</sup>	19	249
C2	49,5 kWh/m <sup>2</sup>	45	555
D1	62,9 kWh/m <sup>2</sup>	113	1.428
D2	76,2 kWh/m <sup>2</sup>	374	710
E1	86,1 kWh/m <sup>2</sup>	474	177
E2	96,0 kWh/m <sup>2</sup>	456	54
E3	105,9 kWh/m <sup>2</sup>	357	7
E4	115,8 kWh/m <sup>2</sup>	265	0
E5	125,7 kWh/m <sup>2</sup>	225	0
F1	136,4 kWh/m <sup>2</sup>	232	0
F2	147,0 kWh/m <sup>2</sup>	185	0
G1	157,0 kWh/m <sup>2</sup>	171	0
G2	167,0 kWh/m <sup>2</sup>	146	0
G3	177,0 kWh/m <sup>2</sup>	118	0
G4	187,0 kWh/m <sup>2</sup>	100	0
G5	197,0 kWh/m <sup>2</sup>	51	0
G6	-	72	0
TOTAL		3.430	3.430

# Calificación energética de calefacción

## Inmueble unifamiliar, Zona climática D1

Tabla TG25-3. Reparto de viviendas según la calificación energética de calefacción -letras de A a G-

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	Post-intervención
A	28,9 kWh/m <sup>2</sup>	0	11
B	46,8 kWh/m <sup>2</sup>	4	35
C	72,6 kWh/m <sup>2</sup>	15	298
D	111,6 kWh/m <sup>2</sup>	230	896
E	178,3 kWh/m <sup>2</sup>	752	40
F	208,6 kWh/m <sup>2</sup>	129	0
G	-	150	0
TOTAL		1.280	1.280

Tabla TG25-4. Reparto de viviendas según la nueva calificación energética de calefacción en 20 Subgrupos

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	Post-intervención
A1	9,6 kWh/m <sup>2</sup>	0	0
A2	19,3 kWh/m <sup>2</sup>	0	3
A3	28,9 kWh/m <sup>2</sup>	0	8
B1	37,9 kWh/m <sup>2</sup>	1	7
B2	46,8 kWh/m <sup>2</sup>	3	28
C1	59,7 kWh/m <sup>2</sup>	5	64
C2	72,6 kWh/m <sup>2</sup>	10	234
D1	82,4 kWh/m <sup>2</sup>	13	340
D2	92,1 kWh/m <sup>2</sup>	27	304
D3	101,9 kWh/m <sup>2</sup>	48	182
D4	111,6 kWh/m <sup>2</sup>	142	70
E1	124,9 kWh/m <sup>2</sup>	266	35
E2	138,3 kWh/m <sup>2</sup>	213	5
E3	151,6 kWh/m <sup>2</sup>	140	0
E4	165,0 kWh/m <sup>2</sup>	80	0
E5	178,3 kWh/m <sup>2</sup>	53	0
F1	188,4 kWh/m <sup>2</sup>	41	0
F2	198,5 kWh/m <sup>2</sup>	43	0
F3	208,6 kWh/m <sup>2</sup>	45	0
G1	-	150	0
TOTAL		1.280	1.280

# Calificación energética de calefacción

## Inmueble plurifamiliar, Zona climática C1

Tabla TG25-5. Reparto de viviendas según la calificación energética de calefacción -letras de A a G-

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	Post-intervención
A	7,7 kWh/m <sup>2</sup>	0	153
B	17,9 kWh/m <sup>2</sup>	148	30.016
C	32,4 kWh/m <sup>2</sup>	37.955	227.438
D	54,2 kWh/m <sup>2</sup>	135.785	58.851
E	99,8 kWh/m <sup>2</sup>	132.296	3.293
F	108,8 kWh/m <sup>2</sup>	5.566	10
G	-	8.009	0
TOTAL		319.761	319.761

Tabla TG25-6. Reparto de viviendas según la nueva calificación energética de calefacción en 20 Subgrupos

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	Post-intervención
A1	7,7 kWh/m <sup>2</sup>	0	153
B1	17,9 kWh/m <sup>2</sup>	148	30.016
C1	32,4 kWh/m <sup>2</sup>	37.955	227.438
D1	43,3 kWh/m <sup>2</sup>	73.527	44.624
D2	54,2 kWh/m <sup>2</sup>	62.258	14.227
E1	65,6 kWh/m <sup>2</sup>	55.017	2.572
E2	77,0 kWh/m <sup>2</sup>	39.094	607
E3	88,4 kWh/m <sup>2</sup>	25.585	108
E4	99,8 kWh/m <sup>2</sup>	12.602	6
F1	108,8 kWh/m <sup>2</sup>	5.566	10
G1	118,8 kWh/m <sup>2</sup>	3.535	0
G2	128,8 kWh/m <sup>2</sup>	1.756	0
G3	138,8 kWh/m <sup>2</sup>	1.214	0
G4	148,8 kWh/m <sup>2</sup>	683	0
G5	158,8 kWh/m <sup>2</sup>	375	0
G6	168,8 kWh/m <sup>2</sup>	205	0
G7	178,8 kWh/m <sup>2</sup>	87	0
G8	188,8 kWh/m <sup>2</sup>	64	0
G9	198,8 kWh/m <sup>2</sup>	33	0
G10	-	57	0
TOTAL		319.761	319.761

# Calificación energética de calefacción

## Inmueble plurifamiliar, Zona climática D1

Tabla TG25-7. Reparto de viviendas según la calificación energética de calefacción -letras de A a G-

Escenario edificatorio		Actual	Post-intervención
A	11,7 kWh/m <sup>2</sup>	0	7
B	27,0 kWh/m <sup>2</sup>	8	1.222
C	48,7 kWh/m <sup>2</sup>	2.969	20.324
D	81,6 kWh/m <sup>2</sup>	13.124	11.106
E	144,1 kWh/m <sup>2</sup>	15.972	726
F	157,1 kWh/m <sup>2</sup>	597	2
G	-	717	0
TOTAL		33.387	33.387

Tabla TG25-8. Reparto de viviendas según la nueva calificación energética de calefacción en 20 Subgrupos

Escenario edificatorio		Actual	Post-intervención
A1	11,7 kWh/m <sup>2</sup>	0	7
B1	19,4 kWh/m <sup>2</sup>	4	85
B2	27,0 kWh/m <sup>2</sup>	4	1.137
C1	37,9 kWh/m <sup>2</sup>	269	9.578
C2	48,7 kWh/m <sup>2</sup>	2.700	10.746
D1	59,7 kWh/m <sup>2</sup>	4.455	6.204
D2	70,6 kWh/m <sup>2</sup>	4.927	3.435
D3	81,6 kWh/m <sup>2</sup>	3.742	1.467
E1	92,0 kWh/m <sup>2</sup>	3.805	465
E2	102,4 kWh/m <sup>2</sup>	3.356	181
E3	112,9 kWh/m <sup>2</sup>	3.603	61
E4	123,3 kWh/m <sup>2</sup>	2.655	19
E5	133,7 kWh/m <sup>2</sup>	1.553	0
E6	144,1 kWh/m <sup>2</sup>	1.000	0
F1	157,1 kWh/m <sup>2</sup>	597	2
G1	167,1 kWh/m <sup>2</sup>	280	0
G2	177,1 kWh/m <sup>2</sup>	182	0
G3	187,1 kWh/m <sup>2</sup>	91	0
G4	197,1 kWh/m <sup>2</sup>	67	0
G5	-	97	0
TOTAL		33.387	33.387

## 3. COMPORTAMIENTO EN LA VIVIENDA

### Visión global

El segundo objetivo específico del estudio de caracterización energética del parque residencial de Gipuzkoa es estudiar el comportamiento energético de la vivienda, mediante la definición de 5 indicadores energéticos. Estos indicadores hacen referencia al uso de la energía que se hace en la vivienda; y se analizan en función del cruce de 3 dimensiones: umbral de habitabilidad -confort y salud-, hipótesis de vector energético -electricidad y gas natural- y escenario edificatorio -actual y post-intervención-.

En primer lugar, este proceso pasa por analizar la demanda energética de calefacción en la vivienda, es decir la energía útil que deberían aportar los sistemas de climatización para mantener las condiciones de habitabilidad en el interior de las viviendas.

Una vez conocido este valor, el paso lógico en la metodología de caracterización energética consiste en analizar el uso que se hace de la energía para poder determinar el consumo en calefacción de cada uno de los inmuebles. El cálculo de este indicador depende, además del comportamiento térmico y la demanda de calefacción, de la elección de hipótesis de vector energético y sistema de climatización. En este caso, se establece tanto el consumo energético final como el consumo primario asociado que evidencia el impacto del sistema energético actual, de estructura centralizada. A continuación, se estudia el consumo de los llamados usos no climáticos -electrodomésticos, cocina, agua caliente sanitaria -ACS- e iluminación, cuyos valores dependen mayormente de las características de ocupación de la vivienda, número y tipo de usuario. Finalmente, se determina el impacto ambiental asociado al consumo energético de calefacción.

### Análisis integrado entre indicadores

El proceso metodológico descrito permite caracterizar el comportamiento energético del parque residencial, desde la unidad básica que es la vivienda hasta el valor agregado a escala de inmueble, sección censal, municipio y provincia. La simulación energética del parque residencial de Gipuzkoa en el escenario actual resulta en una demanda de calefacción anual de 1.826 GWh/año para el umbral confort y de 836 GWh/año para el umbral salud, con un potencial de mejora tras la rehabilitación energética del 52% y 74% respectivamente. Estos potenciales de mejora evidencian el interés en la rehabilitación energética y la necesidad de impulsar políticas públicas en esta dirección.

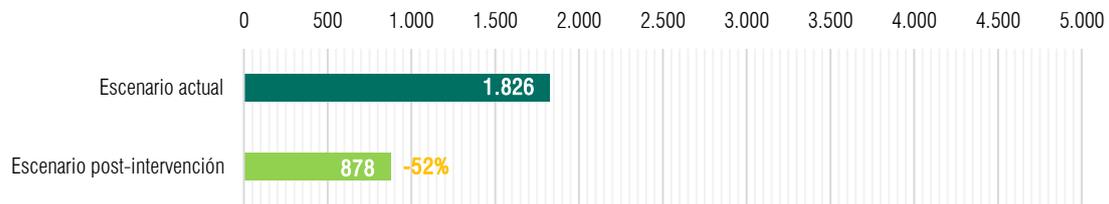
Una vez realizadas las consideraciones referentes al perfil de uso y al vector energético, se establece el consumo de energía final de calefacción. Según la simulación realizada, se destinan una media de 2.027 GWh/año para climatizar las viviendas de la provincia de Gipuzkoa y alcanzar una situación de confort, lo que equivale a unas emisiones de 581.064 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. La intervención en rehabilitación energética permitiría reducir las emisiones en un 71%. Asimismo, se observa cómo el consumo en el caso del gas natural es un 28% superior al eléctrico, debido a la diferencia de rendimiento de los equipos activos considerados.

El estudio del consumo revela otra realidad: las pérdidas energéticas ocasionadas por el sistema energético centralizado. Este hecho es especialmente relevante al analizar el valor de consumo de energía primaria de calefacción, con un valor similar al consumo de energía total de la vivienda -en el escenario actual, según el vector electricidad-.

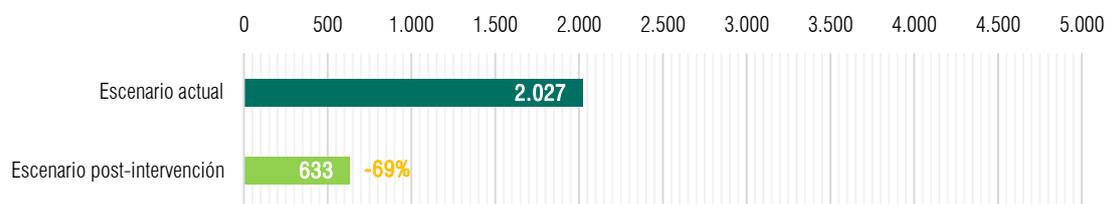
Figura  
FG3-1.

COMPORTAMIENTO EN LA VIVIENDA: principales resultados del parque residencial de Gipuzkoa  
-umbral confort, promedio vector energético-

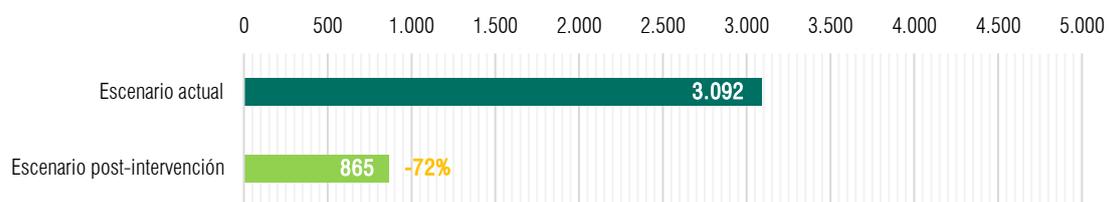
Demanda energética de calefacción -GWh/año-



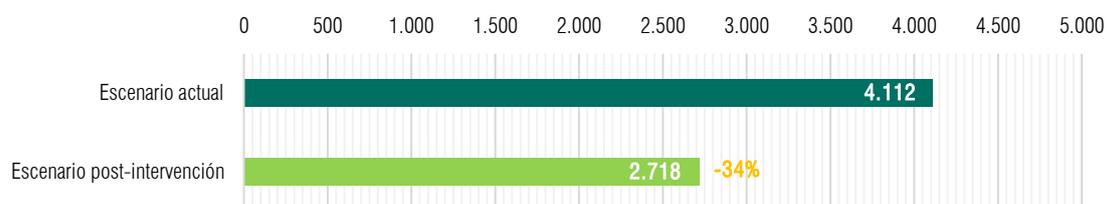
Consumo de energía final de calefacción -GWh/año-



Consumo de energía primaria de calefacción -GWh/año-



Consumo de energía final total -GWh/año-



Emisiones vinculadas al consumo de calefacción -TonCO2/año-

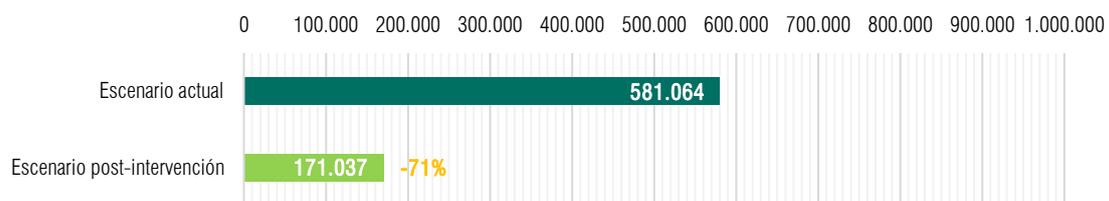


Tabla  
TG3-1.

COMPORTAMIENTO EN LA VIVIENDA: principales resultados del parque residencial de Gipuzkoa

**Demanda energética de calefacción -GWh/año-**

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	Post-intervención
Umbral	Confort	1.826 GWh/año	878 GWh/año
	Salud	836 GWh/año	216 GWh/año

**Consumo de energía final de calefacción -GWh/año-**

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	Post-intervención
Umbral + Vector energético	Confort -electricidad-	1.781 GWh/año	293 GWh/año
	Confort -gas natural-	2.273 GWh/año	973 GWh/año
	Salud -electricidad-	823 GWh/año	72 GWh/año
	Salud -gas natural-	1.042 GWh/año	238 GWh/año

**Consumo de energía primaria de calefacción -GWh/año-**

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	Post-intervención
Umbral + Vector energético	Confort -electricidad-	3.479 GWh/año	572 GWh/año
	Confort -gas natural-	2.705 GWh/año	1.158 GWh/año
	Salud -electricidad-	1.608 GWh/año	141 GWh/año
	Salud -gas natural-	1.240 GWh/año	284 GWh/año

**Consumo de energía final total -GWh/año-**

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	Post-intervención
Umbral + Vector energético	Confort -electricidad-	3.866 GWh/año	2.378 GWh/año
	Confort -gas natural-	4.358 GWh/año	3.058 GWh/año
	Salud -electricidad-	1.925 GWh/año	1.175 GWh/año
	Salud -gas natural-	2.144 GWh/año	1.341 GWh/año

**Emisiones vinculadas al consumo de calefacción -TonCO2/año-**

<i>Escenario edificatorio</i>		Actual	Post-intervención
Umbral + Vector energético	Confort -electricidad-	589.361 TonCO2/año	96.897 TonCO2/año
	Confort -gas natural-	572.767 TonCO2/año	245.178 TonCO2/año
	Salud -electricidad-	272.382 TonCO2/año	23.941 TonCO2/año
	Salud -gas natural-	262.603 TonCO2/año	60.100 TonCO2/año

## **Análisis individual por indicador**

Este segundo grupo de indicadores energéticos se compone de 5 indicadores, analizados en función del cruce de 3 dimensiones: umbral de habitabilidad, hipótesis de vector energético y escenario edificatorio.

### **1. Demanda energética de calefacción por vivienda**

En el escenario actual, el parque residencial de Gipuzkoa tiene una demanda anual de calefacción promedio de 5.100 kWh/vivienda. El potencial de ahorro energético de la intervención en rehabilitación se sitúa en torno al 52% según el umbral confort, llegando a los 2.450 kWh/vivienda. En el caso del umbral salud, el potencial de ahorro energético es mayor y alcanza el 74%, pasando de una demanda de calefacción promedio de 2.300 kWh/vivienda a una demanda de 600 kWh/vivienda.

### **2. Consumo energía final de calefacción**

El paso al indicador de consumo final de calefacción pone de relieve la importancia de la elección del vector energético a causa de la diferencia de rendimiento en los sistemas de climatización. En el umbral confort, el consumo según el vector gas natural es un 28% superior en relación al vector electricidad, con un valor anual promedio de 6.350 kWh/vivienda y 5.000 kWh/vivienda respectivamente. El potencial de ahorro en el consumo de calefacción se sitúa en torno al 84% para el vector electricidad y al 57% para el gas natural.

### **3. Consumo energía primaria de calefacción**

El indicador de consumo de energía primaria pone el acento en las pérdidas energéticas que se dan desde el punto de producción hasta el de consumo final. Estas pérdidas son mayores para el vector electricidad, con un factor de conversión de 1,954, en comparación con el gas natural, con un factor de conversión de 1,190. Este hecho se traduce en un consumo de energía primaria un 22% superior para el vector electricidad con 9.700 kWh/vivienda en el escenario actual. La intervención en rehabilitación energética, gracias al alto rendimiento de los sistemas de climatización usados, permite alcanzar un consumo anual promedio de 1.600 kWh/vivienda para el vector electricidad y 3.200 kWh/vivienda para el gas natural.

### **4. Consumo energía final total**

El consumo de energía final total considera también los usos no climáticos de la vivienda. En el escenario actual, el consumo anual para el vector gas natural es un 13% superior con 12.200 kWh/vivienda, siendo el consumo anual en el vector eléctrico de 10.800 kWh/vivienda. En relación al potencial de ahorro de la rehabilitación energética, los valores de reducción se sitúan en torno al 38% para el vector electricidad y al 30% para el gas natural. El menor potencial de ahorro energético en este indicador se debe a que la rehabilitación energética del edificio no incide sobre los usos no climáticos de la vivienda. Por lo tanto, este indicador permite contextualizar el potencial de ahorro de las actuaciones sobre el consumo total de la vivienda.

### **5. Emisiones vinculadas al consumo de calefacción**

En relación al indicador de emisiones de calefacción por vivienda, el valor promedio en el escenario actual es similar entre vectores energéticos con 1.600 kgCO<sub>2</sub> al año para el umbral confort y 750 kgCO<sub>2</sub> para el umbral salud. El equilibrio se rompe en el escenario post-intervención, con 270 kgCO<sub>2</sub>/vivienda para el vector electricidad y 680 kgCO<sub>2</sub>/vivienda para el vector gas natural para el umbral confort.

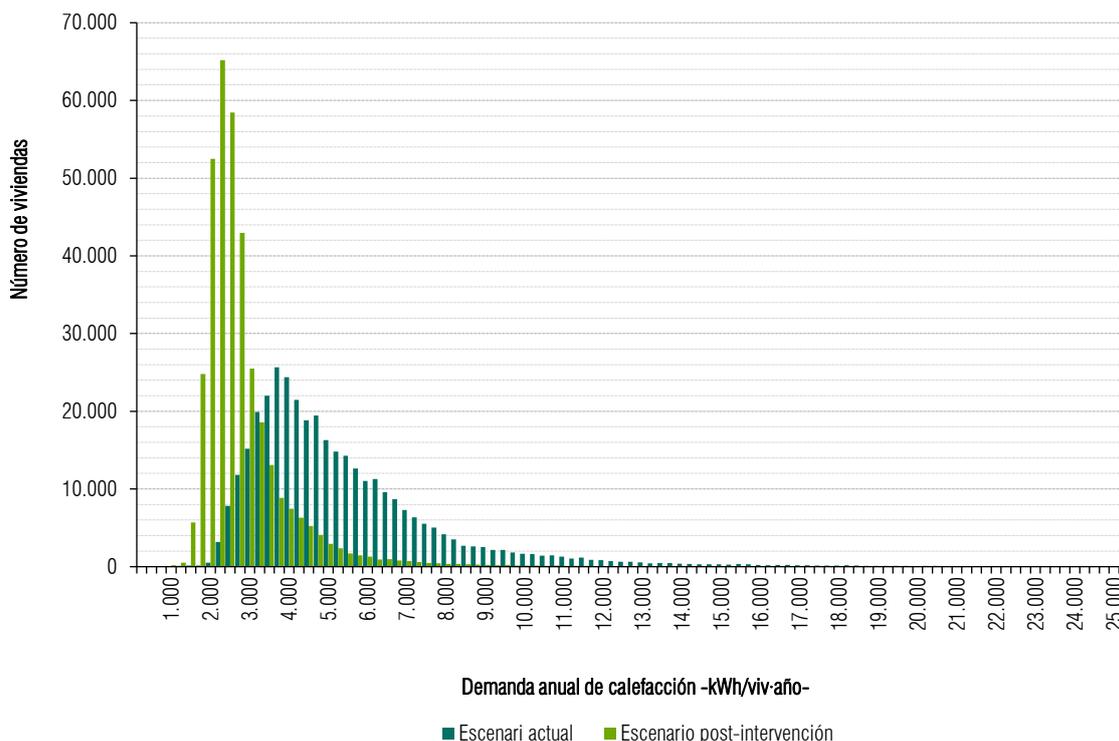
### 3.1. Demanda energética de calefacción por vivienda

#### Umbral confort

Tabla TG31-1. Reparto de viviendas según la demanda energética anual de calefacción -kWh/viv-año-

Escenario edificatorio	Actual	Post-intervención
Menos de 1.500 kWh/viv.	433	31.215
Entre 1.500 y 3.000 kWh/viv.	58.474	263.133
Entre 3.000 y 4.500 kWh/viv.	131.807	44.980
Entre 4.500 y 6.000 kWh/viv.	80.344	10.715
Entre 6.000 y 7.500 kWh/viv.	42.504	3.981
Entre 7.500 y 9.000 kWh/viv.	17.712	1.698
Entre 9.000 y 10.500 kWh/viv.	10.214	907
Entre 10.500 y 12.000 kWh/viv.	5.964	488
Entre 12.000 y 13.500 kWh/viv.	3.219	314
Más de 13.500 kWh/viv.	7.187	427
<b>TOTAL</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>

Figura FG31-1. Distribución de viviendas según la demanda energética anual de calefacción -kWh/viv-año-



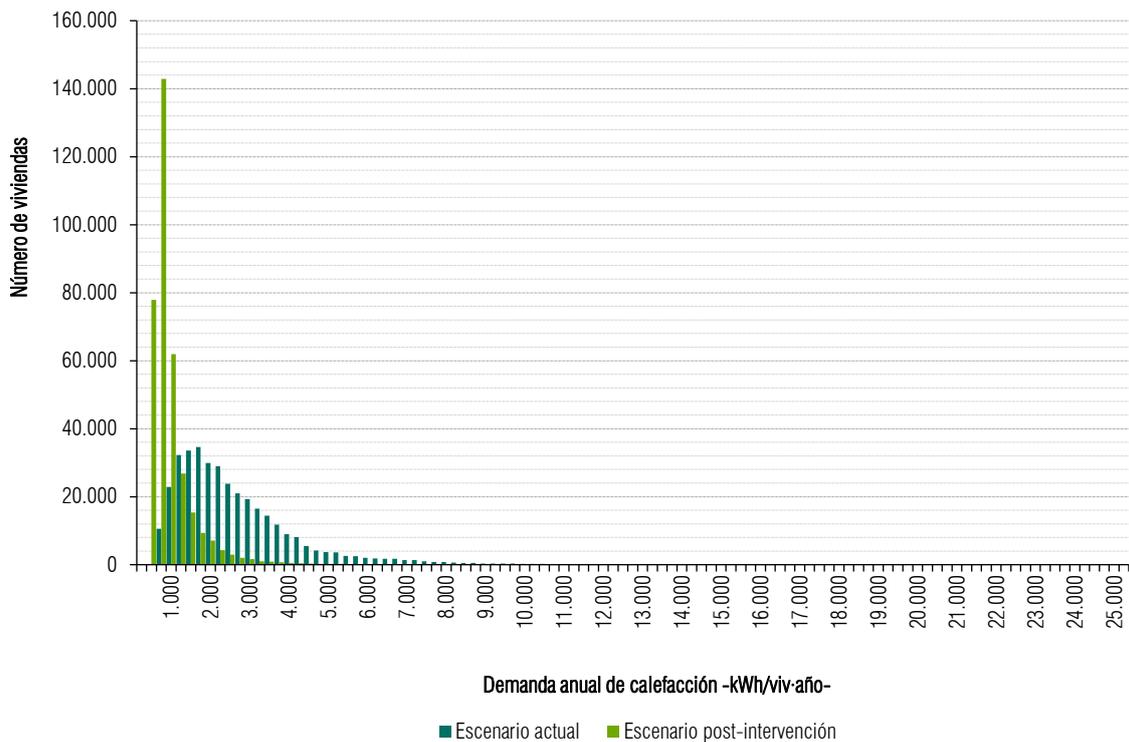
# Demanda energética de calefacción por vivienda

## Umbral salud

Tabla TG31-2. Reparto de viviendas según la demanda energética anual de calefacción -kWh/viv·año-

Escenario edificatorio	Actual	Post-intervención
Menos de 1.500 kWh/viv.	134.001	334.179
Entre 1.500 y 3.000 kWh/viv.	139.425	18.934
Entre 3.000 y 4.500 kWh/viv.	52.979	3.090
Entre 4.500 y 6.000 kWh/viv.	16.261	983
Entre 6.000 y 7.500 kWh/viv.	8.045	382
Entre 7.500 y 9.000 kWh/viv.	3.102	180
Entre 9.000 y 10.500 kWh/viv.	1.599	55
Entre 10.500 y 12.000 kWh/viv.	882	26
Entre 12.000 y 13.500 kWh/viv.	561	17
Más de 13.500 kWh/viv.	1.003	12
<b>TOTAL</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>

Figura FG31-2. Distribución de viviendas según la demanda energética anual de calefacción -kWh/viv·año-



## 3.2. Consumo de energía final de calefacción

### Umbral confort

Tabla TG32-1. Reparto de viviendas según el consumo anual de energía final de calefacción -kWh/viv·año-

<i>Vector energético</i>	Electricidad		Gas natural	
	Actual	Post-intervención	Actual	Post-intervención
<i>Escenario edificatorio</i>				
Menos de 1.500 kWh/viv.	22.699	339.559	151	13.014
Entre 1.500 y 3.000 kWh/viv.	42.839	15.541	22.527	258.358
Entre 3.000 y 4.500 kWh/viv.	127.077	2.018	94.056	59.989
Entre 4.500 y 6.000 kWh/viv.	78.980	526	93.571	16.059
Entre 6.000 y 7.500 kWh/viv.	42.199	127	60.917	5.312
Entre 7.500 y 9.000 kWh/viv.	17.604	37	36.493	2.339
Entre 9.000 y 10.500 kWh/viv.	10.167	19	18.006	1.201
Entre 10.500 y 12.000 kWh/viv.	5.952	19	10.212	645
Entre 12.000 y 13.500 kWh/viv.	3.192	3	7.051	340
Más de 13.500 kWh/viv.	7.149	9	14.874	601
TOTAL	357.858	357.858	357.858	357.858

### Umbral salud

Tabla TG32-2. Reparto de viviendas según el consumo anual de energía final de calefacción -kWh/viv·año-

<i>Vector energético</i>	Electricidad		Gas natural	
	Actual	Post-intervención	Actual	Post-intervención
<i>Escenario edificatorio</i>				
Menos de 1.500 kWh/viv.	137.068	355.801	93.274	328.904
Entre 1.500 y 3.000 kWh/viv.	136.708	1.817	136.374	23.044
Entre 3.000 y 4.500 kWh/viv.	52.696	211	73.984	3.868
Entre 4.500 y 6.000 kWh/viv.	16.218	23	27.245	1.200
Entre 6.000 y 7.500 kWh/viv.	8.036	5	11.798	478
Entre 7.500 y 9.000 kWh/viv.	3.094	1	7.024	213
Entre 9.000 y 10.500 kWh/viv.	1.598	0	3.254	81
Entre 10.500 y 12.000 kWh/viv.	881	0	1.612	32
Entre 12.000 y 13.500 kWh/viv.	557	0	1.048	18
Más de 13.500 kWh/viv.	1.002	0	2.245	20
TOTAL	357.858	357.858	357.858	357.858

### 3.3. Consumo de energía primaria de calefacción

#### Umbral confort

Tabla TG33-1. Reparto de viviendas según el consumo anual de energía primaria de calefacción -kWh/viv·año-

<i>Vector energético</i>	Electricidad		Gas natural	
	Actual	Post-intervención	Actual	Post-intervención
<i>Escenario edificatorio</i>				
Menos de 1.500 kWh/viv.	7.781	221.386	124	2.041
Entre 1.500 y 3.000 kWh/viv.	15.101	119.505	8.682	208.793
Entre 3.000 y 4.500 kWh/viv.	7.538	11.446	54.417	102.232
Entre 4.500 y 6.000 kWh/viv.	40.469	2.961	92.363	26.973
Entre 6.000 y 7.500 kWh/viv.	70.990	1.235	69.237	8.913
Entre 7.500 y 9.000 kWh/viv.	57.238	644	48.330	3.920
Entre 9.000 y 10.500 kWh/viv.	43.971	328	31.545	2.019
Entre 10.500 y 12.000 kWh/viv.	33.878	161	17.334	1.113
Entre 12.000 y 13.500 kWh/viv.	24.058	72	9.962	653
Más de 13.500 kWh/viv.	56.834	120	25.864	1.201
TOTAL	357.858	357.858	357.858	357.858

#### Umbral salud

Tabla TG33-2. Reparto de viviendas según el consumo anual de energía primaria de calefacción -kWh/viv·año-

<i>Vector energético</i>	Electricidad		Gas natural	
	Actual	Post-intervención	Actual	Post-intervención
<i>Escenario edificatorio</i>				
Menos de 1.500 kWh/viv.	41.865	348.753	67.886	318.407
Entre 1.500 y 3.000 kWh/viv.	99.545	7.181	127.311	30.385
Entre 3.000 y 4.500 kWh/viv.	80.557	1.262	79.699	5.840
Entre 4.500 y 6.000 kWh/viv.	55.868	456	42.743	1.774
Entre 6.000 y 7.500 kWh/viv.	34.111	140	16.558	745
Entre 7.500 y 9.000 kWh/viv.	16.161	39	8.900	358
Entre 9.000 y 10.500 kWh/viv.	9.562	15	6.127	176
Entre 10.500 y 12.000 kWh/viv.	6.146	7	2.956	89
Entre 12.000 y 13.500 kWh/viv.	4.639	2	1.729	32
Más de 13.500 kWh/viv.	9.404	3	3.949	52
TOTAL	357.858	357.858	357.858	357.858

## 3.4. Consumo de energía final total

### Umbral confort

Tabla TG34-1. Reparto de viviendas según el consumo anual de energía final total -kWh/viv·año-

<i>Vector energético</i>	Electricidad		Gas natural	
	Actual	Post-intervención	Actual	Post-intervención
<i>Escenario edificatorio</i>				
Menos de 1.500 kWh/viv.	0	0	0	0
Entre 1.500 y 3.000 kWh/viv.	0	0	0	0
Entre 3.000 y 4.500 kWh/viv.	0	0	0	0
Entre 4.500 y 6.000 kWh/viv.	2	8	0	0
Entre 6.000 y 7.500 kWh/viv.	22.349	344.635	413	31.756
Entre 7.500 y 9.000 kWh/viv.	56.851	10.874	29.652	252.400
Entre 9.000 y 10.500 kWh/viv.	124.360	1.689	101.098	50.387
Entre 10.500 y 12.000 kWh/viv.	74.564	465	87.141	13.850
Entre 12.000 y 13.500 kWh/viv.	38.525	107	58.197	4.717
Más de 13.500 kWh/viv.	41.207	80	81.357	4.748
<b>TOTAL</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>

### Umbral salud

Tabla TG34-2. Reparto de viviendas según el consumo anual de energía final total -kWh/viv·año-

<i>Vector energético</i>	Electricidad		Gas natural	
	Actual	Post-intervención	Actual	Post-intervención
<i>Escenario edificatorio</i>				
Menos de 1.500 kWh/viv.	0	0	0	0
Entre 1.500 y 3.000 kWh/viv.	0	0	0	0
Entre 3.000 y 4.500 kWh/viv.	126.631	355.532	85.838	326.048
Entre 4.500 y 6.000 kWh/viv.	142.458	2.052	137.774	25.452
Entre 6.000 y 7.500 kWh/viv.	56.258	241	77.573	4.231
Entre 7.500 y 9.000 kWh/viv.	16.814	27	28.881	1.248
Entre 9.000 y 10.500 kWh/viv.	8.357	5	12.202	497
Entre 10.500 y 12.000 kWh/viv.	3.201	1	7.222	219
Entre 12.000 y 13.500 kWh/viv.	1.633	0	3.287	93
Más de 13.500 kWh/viv.	2.506	0	5.081	70
<b>TOTAL</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>

## 3.5. Emisiones vinculadas al consumo de calefacción

### Umbral confort

Tabla TG35-1. Reparto de viviendas según las emisiones vinculadas al consumo de calefacción -kgCO<sub>2</sub>/viv·año-

<i>Vector energético</i>	Electricidad		Gas natural	
	Actual	Post-intervención	Actual	Post-intervención
<i>Escenario edificatorio</i>				
Menos de 400 kgCO <sub>2</sub> /viv.	20.601	320.545	278	21.210
Entre 400 y 800 kgCO <sub>2</sub> /viv.	12.744	32.469	30.076	263.067
Entre 800 y 1.200 kgCO <sub>2</sub> /viv.	89.677	3.237	107.148	51.696
Entre 1.200 y 1.600 kgCO <sub>2</sub> /viv.	90.071	1.029	89.259	13.200
Entre 1.600 y 2.000 kgCO <sub>2</sub> /viv.	60.083	370	57.564	4.462
Entre 2.000 y 2.400 kgCO <sub>2</sub> /viv.	35.624	109	31.297	1.942
Entre 2.400 y 2.800 kgCO <sub>2</sub> /viv.	17.540	42	14.698	985
Entre 2.800 y 3.200 kgCO <sub>2</sub> /viv.	10.123	20	9.304	538
Entre 3.200 y 3.600 kgCO <sub>2</sub> /viv.	6.923	19	6.045	302
Más de 3.600 kgCO <sub>2</sub> /viv.	14.472	18	12.189	456
<b>TOTAL</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>

### Umbral salud

Tabla TG35-2. Reparto de viviendas según las emisiones vinculadas al consumo de calefacción -kgCO<sub>2</sub>/viv·año-

<i>Vector energético</i>	Electricidad		Gas natural	
	Actual	Post-intervención	Actual	Post-intervención
<i>Escenario edificatorio</i>				
Menos de 400 kgCO <sub>2</sub> /viv.	97.742	354.507	102.725	331.853
Entre 400 y 800 kgCO <sub>2</sub> /viv.	133.610	2.792	139.116	20.878
Entre 800 y 1.200 kgCO <sub>2</sub> /viv.	73.261	466	68.915	3.404
Entre 1.200 y 1.600 kgCO <sub>2</sub> /viv.	26.869	73	23.766	1.041
Entre 1.600 y 2.000 kgCO <sub>2</sub> /viv.	11.579	14	10.686	398
Entre 2.000 y 2.400 kgCO <sub>2</sub> /viv.	6.886	4	5.885	172
Entre 2.400 y 2.800 kgCO <sub>2</sub> /viv.	3.093	2	2.570	56
Entre 2.800 y 3.200 kgCO <sub>2</sub> /viv.	1.596	0	1.484	28
Entre 3.200 y 3.600 kgCO <sub>2</sub> /viv.	1.050	0	883	12
Más de 3.600 kgCO <sub>2</sub> /viv.	2.172	0	1.828	16
<b>TOTAL</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>	<b>357.858</b>

## 4. INTERVENCIÓN DE REHABILITACIÓN

### Visión global

El tercer y último objetivo específico del estudio de caracterización energética del parque residencial de Gipuzkoa es analizar la intervención de rehabilitación, mediante la definición de 3 indicadores energéticos. Estos indicadores hacen referencia al impacto ambiental de los materiales y los procesos de obra de la intervención, así como a la eficacia energética del conjunto de actuaciones propuestas; y se analizan en función del cruce de 3 dimensiones: umbral de habitabilidad -confort y salud-, hipótesis de vector energético -electricidad y gas natural- y escenario edificatorio -actual y post-intervención-.

En primer lugar, el proceso metodológico pasa por determinar el coste, tanto energético como ambiental, de la intervención a partir de la información proporcionada por el grupo de investigación CAVIAR de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) relativa al impacto de cada una de las mejoras propuestas. Este proceso requiere de la definición de todas las superficies que conforman la envolvente exterior de cada edificio del parque residencial de Gipuzkoa, a fin de poder caracterizarlas constructivamente tanto en el escenario actual como en el escenario post-intervención.

A continuación, se estudia la relación entre el potencial de ahorro en el consumo de energía primaria de calefacción y la energía que se necesita consumir para llevar a cabo la intervención.

### Análisis integrado entre indicadores

El proceso metodológico descrito permite caracterizar el impacto energético de la intervención de rehabilitación sobre el parque residencial de Gipuzkoa. A partir del estudio realizado, se estima que la energía gris invertida en la intervención es de 14.781 GWh para el vector electricidad y 14.205 GWh para el vector gas natural, un 4% inferior debido al menor coste energético de las soluciones propuestas en el cambio de equipos activos.

El coste energético de la intervención lleva asociado un impacto ambiental directo. En este sentido, la contaminación debida a las actuaciones propuestas es de 2.591.844 toneladas de CO<sub>2</sub> para el vector electricidad y de 2.502.729 toneladas de CO<sub>2</sub> para el vector gas natural.

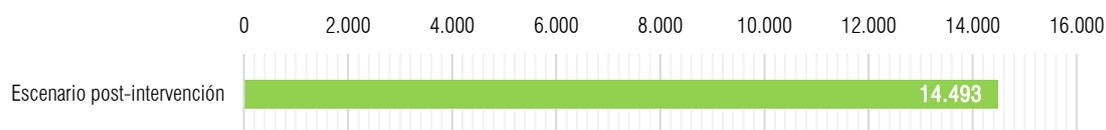
Un estudio completo del impacto de la intervención lleva a considerar que el coste ambiental se genera en el momento concreto de la intervención, aunque parece sensato repartirlo durante la vida útil del edificio. Si consideramos un periodo de vida útil del edificio tras la rehabilitación de 30 años -hasta 2050-, las emisiones generadas por la intervención serían de 84.910 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. Por lo tanto, el coste ambiental de la intervención tan sólo supone un 15% del total de emisiones anuales de gases de efecto invernadero debidas al consumo de calefacción, siendo el potencial completo de reducción de la contaminación del 56%.

El estudio de la eficacia energética de la intervención permite determinar el potencial de ahorro energético, así como el periodo de amortización de la rehabilitación energética del parque residencial de Gipuzkoa. En este sentido, se estima el ahorro energético anual en 171 kWh/MWh invertido para el umbral confort y en 91 kWh/MWh invertido para el umbral salud. Por lo tanto, los periodos de amortización son de 6 años y 11 años respectivamente.

Figura  
FG4-1.

**INTERVENCIÓN DE REHABILITACIÓN: principales resultados del parque residencial de Gipuzkoa -umbral confort, promedio vector energético-**

**Energía gris invertida en la intervención -GWh-**



**Emisiones generadas por la intervención -TonCO2-**



**Eficacia en la reducción del consumo de calefacción -kWh/MWh-año-**

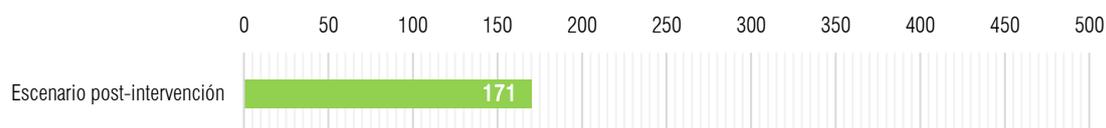


Tabla  
TG4-1.

**INTERVENCIÓN DE REHABILITACIÓN: principales resultados del parque residencial de Gipuzkoa**

**Energía gris invertida en la intervención -GWh-**

Escenario edificatorio		Post-intervención
Vector energético	Electricidad	14.781 GWh
	Gas natural	14.205 GWh

**Emisiones generadas por la intervención -TonCO2-**

Escenario edificatorio		Post-intervención
Vector energético	Electricidad	2.591.844 TonCO2
	Gas natural	2.502.729 TonCO2

**Eficacia energética en la reducción del consumo de calefacción -kWh/MWh-año-**

Escenario edificatorio		Post-intervención
Umbral + Vector energético	Confort -electricidad-	220 kWh/MWh-año
	Confort -gas natural-	121 kWh/MWh-año
	Salud -electricidad-	108 kWh/MWh-año
	Salud -gas natural-	73 kWh/MWh-año

## **Análisis individual por indicador**

Este tercer grupo de indicadores energéticos se compone de 3 indicadores, analizados en función del cruce de 3 dimensiones: umbral de habitabilidad, hipótesis de vector energético y escenario edificatorio.

### **1. Energía gris invertida en la intervención –coste energético por superficie de vivienda-**

El indicador de energía invertida en la intervención nos proporciona el primer acercamiento al impacto de la rehabilitación energética. Los resultados muestran un equilibrio en el coste según vector energético, con un valor de 470 kWh/m<sup>2</sup> para el vector electricidad y de 450 kWh/m<sup>2</sup> para el gas natural, un 4% inferior. Esta diferencia tan ajustada entre vectores se debe al hecho de que la mayor parte de la energía invertida se destina a las actuaciones pasivas relacionadas con la envolvente del edificio y por lo tanto comunes a ambos vectores energéticos.

El análisis del indicador por tipo de propiedad residencial revela nueva información, siendo la inversión energética por superficie de vivienda un 197% superior en inmuebles unifamiliares que en inmuebles plurifamiliares, con 900 kWh/m<sup>2</sup> y 450 kWh/m<sup>2</sup> respectivamente.

### **2. Emisiones generadas por la intervención –coste ambiental por superficie de vivienda-**

El coste ambiental de la intervención confirma los resultados presentados por el indicador de energía gris invertida, siendo la relación entre ambos indicadores directa. Los resultados por superficie de vivienda tipo según el vector energético analizado son del mismo orden, con 83 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> para el vector electricidad y 80 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> para el gas natural.

El análisis del indicador por tipo de propiedad residencial intensifica la diferencia presentada en el indicador previo, siendo las emisiones generadas por superficie de vivienda un 239% superiores en inmuebles unifamiliares que en inmuebles plurifamiliares, con 190 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> y con 80 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> respectivamente.

### **3. Eficacia energética en la reducción del consumo de calefacción**

En relación al indicador de eficacia energética en la reducción del consumo de calefacción, el valor promedio según el umbral confort es de 220 kWh/MWh·año para el vector electricidad. En relación al gas natural, la eficacia en la reducción es de 121 kWh/MWh·año, un 45% inferior, debido al menor rendimiento de los sistemas de climatización que emplean gas natural, y por lo tanto menor potencial de ahorro en el consumo de energía primaria de calefacción. Destaca el hecho que la mayoría de las viviendas, el 96% para el vector electricidad y el 60% para el vector gas natural, tienen una eficacia superior a 100 kWh/MWh·año, esto es un periodo de "amortización energética" inferior a 10 años.

El análisis del indicador para el umbral salud estima unos valores de eficacia un 45% inferiores en relación al umbral confort, debido al menor consumo de calefacción en el escenario actual. En este sentido, los valores de eficacia para el vector electricidad y gas natural son de 108 kWh/MWh·año y 73 kWh/MWh·año respectivamente.

## 4.1. Energía gris invertida en la intervención

### Inmueble unifamiliar

Tabla TG41-1. Reparto de viviendas según la energía gris invertida en la intervención -kWh/m<sup>2</sup>-

<i>Vector energético</i>	Electricidad	Gas natural
Menos de 250 kWh/m <sup>2</sup>	1	874
Entre 250 y 500 kWh/m <sup>2</sup>	1.160	768
Entre 500 y 750 kWh/m <sup>2</sup>	782	647
Entre 750 y 1.000 kWh/m <sup>2</sup>	508	739
Entre 1.000 y 1.250 kWh/m <sup>2</sup>	776	440
Entre 1.250 y 1.500 kWh/m <sup>2</sup>	371	521
Entre 1.500 y 1.750 kWh/m <sup>2</sup>	447	133
Entre 1.750 y 2.000 kWh/m <sup>2</sup>	111	75
Entre 2.000 y 2.250 kWh/m <sup>2</sup>	96	181
Más de 2.250 kWh/m <sup>2</sup>	410	284
<b>TOTAL</b>	<b>4.662</b>	<b>4.662</b>

### Inmueble plurifamiliar

Tabla TG41-2. Reparto de viviendas según la energía gris invertida en la intervención -kWh/m<sup>2</sup>-

<i>Vector energético</i>	Electricidad	Gas natural
Menos de 250 kWh/m <sup>2</sup>	32.622	38.929
Entre 250 y 500 kWh/m <sup>2</sup>	171.511	170.895
Entre 500 y 750 kWh/m <sup>2</sup>	78.132	77.537
Entre 750 y 1.000 kWh/m <sup>2</sup>	30.251	27.519
Entre 1.000 y 1.250 kWh/m <sup>2</sup>	10.019	8.841
Entre 1.250 y 1.500 kWh/m <sup>2</sup>	4.973	4.327
Entre 1.500 y 1.750 kWh/m <sup>2</sup>	1.674	1.314
Entre 1.750 y 2.000 kWh/m <sup>2</sup>	573	459
Entre 2.000 y 2.250 kWh/m <sup>2</sup>	163	119
Más de 2.250 kWh/m <sup>2</sup>	146	124
<b>TOTAL</b>	<b>330.064</b>	<b>330.064</b>

## 4.2. Emisiones generadas por la intervención

### Inmueble unifamiliar

Tabla TG42-1. Reparto de viviendas según las emisiones generadas por la intervención -kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-

<i>Vector energético</i>	Electricidad	Gas natural
Menos de 50 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	1.059	1.526
Entre 50 y 100 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	1.115	1.223
Entre 100 y 150 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	1.025	616
Entre 150 y 200 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	289	137
Entre 200 y 250 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	36	31
Entre 250 y 300 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	28	29
Entre 300 y 350 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	31	34
Entre 350 y 400 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	34	40
Entre 400 y 450 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	42	37
Más de 450 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	1.003	989
<b>TOTAL</b>	<b>4.662</b>	<b>4.662</b>

### Inmueble plurifamiliar

Tabla TG42-1. Reparto de viviendas según las emisiones generadas por la intervención -kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-

<i>Vector energético</i>	Electricidad	Gas natural
Menos de 50 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	148.531	156.817
Entre 50 y 100 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	107.102	101.970
Entre 100 y 150 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	23.849	21.921
Entre 150 y 200 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	17.200	17.105
Entre 200 y 250 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	13.119	13.114
Entre 250 y 300 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	6.504	5.922
Entre 300 y 350 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	4.250	4.573
Entre 350 y 400 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	5.006	4.855
Entre 400 y 450 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	2.625	2.213
Más de 450 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	1.878	1.574
<b>TOTAL</b>	<b>330.064</b>	<b>330.064</b>

## 4.3. Eficacia energética en la reducción del consumo de calefacción

### Umbral confort

Tabla TG43-1. Reparto de viviendas según la eficacia en la reducción del consumo de calefacción -kWh/MWh-año-

<i>Vector energético</i>	Electricidad	Gas natural
Menos de 25 kWh/MWh-año	4	531
Entre 25 y 50 kWh/MWh-año	132	17.544
Entre 50 y 75 kWh/MWh-año	2.912	81.567
Entre 75 y 100 kWh/MWh-año	8.813	33.057
Entre 100 y 125 kWh/MWh-año	15.803	41.864
Entre 125 y 150 kWh/MWh-año	51.017	85.133
Entre 150 y 175 kWh/MWh-año	39.526	28.135
Entre 175 y 200 kWh/MWh-año	23.424	18.988
Entre 200 y 225 kWh/MWh-año	37.004	10.561
Más de 225 kWh/MWh-año	156.091	17.346
TOTAL	334.726	334.726

### Umbral salud

Tabla TG43-2. Reparto de viviendas según la eficacia en la reducción del consumo de calefacción -kWh/MWh-año-

<i>Vector energético</i>	Electricidad	Gas natural
Menos de 25 kWh/MWh-año	2.300	18.594
Entre 25 y 50 kWh/MWh-año	45.814	90.366
Entre 50 y 75 kWh/MWh-año	60.626	68.072
Entre 75 y 100 kWh/MWh-año	44.044	96.103
Entre 100 y 125 kWh/MWh-año	66.948	32.091
Entre 125 y 150 kWh/MWh-año	62.027	16.150
Entre 150 y 175 kWh/MWh-año	21.619	7.458
Entre 175 y 200 kWh/MWh-año	10.911	2.777
Entre 200 y 225 kWh/MWh-año	9.214	1.283
Más de 225 kWh/MWh-año	11.223	1.832
TOTAL	334.726	334.726

## Nota aclaratoria sobre los resultados obtenidos

El valor principal del estudio es obtener resultados comparables para todos los inmuebles del ámbito de estudio a través de un procedimiento homogeneizado que permite definir cada edificio desde un punto de vista arquitectónico y constructivo, y determinar las necesidades energéticas y económicas para satisfacer las condiciones de habitabilidad tanto en el estado actual como tras la rehabilitación energética.

En el desarrollo del proyecto, se ha detectado una baja robustez en relación con ciertos datos de entrada, como son los costes económicos de intervención o las horas trabajadas por cada operación que determinan el indicador de puestos de trabajo creados; así mismo, se ha manifestado la dificultad en la consideración de parámetros claves en el comportamiento energético como son las ganancias debidas a la radiación solar.

Por este motivo, se considera necesaria una revisión metodológica que incorpore nuevas fuentes de datos de entrada y permita actualizar los resultados obtenidos, de cara a acercarlos a la realidad del sector residencial de Euskadi.

En el caso de la provincia de Guizkoa, la baja consistencia de la fuente de información catastral, junto con la escasa definición en la base de datos gráfica, dificulta una correcta caracterización del parque residencial de la provincia. En este sentido, los resultados obtenidos para la provincia de Gipuzkoa presentan desviaciones notables en comparación a sus homólogos de Bizkaia y Araba/Álava. Por lo tanto, resulta necesario resaltar el carácter orientativo de los valores de los indicadores arquitectónicos, energéticos y económicos presentados para el parque residencial de Gipuzkoa.

Escola d'Arquitectura del Vallès. Universitat Politècnica de Catalunya

---

Albert Cuchí Burgos | Coordinador |

Anna Pagès-Ramon

Juan Pablo Arca Jaime

José Manuel Gómez Santiago

Cíclica [space · community · ecology]

---

Joaquim Arcas-Abella | Coordinador |

Ander Bilbao Figuro

Ariadna Conesa Buscallà

Albert Calabria Ferrer

Paul Charbonneau Cayuela

Adriana Castrillo Alvera

Teresa Monzó Fita

Laia Mojica Gasol

*Proyecto elaborado en coordinación con*

Grupo de investigación CAVIAR de la UPV/EHU

---

Rufino Hernández Minguillón | Investigador principal |

Olatz Grijalba Aseguinolaza | Investigadora coordinadora |

*Proyecto promovido por*

Dirección de Planificación Territorial, Urbanismo y Regeneración Urbana

Departamento de Medio ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del Gobierno Vasco