

# EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA DERIVADO DEL CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN

ESTUDIO TÉCNICO  
PER 2011-2020



**IDAIE**

Instituto para la Diversificación  
y Ahorro de la Energía



# EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA DERIVADO DEL CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN

**Coordinador de la edición de Estudios Técnicos PER 2011-2020:**

Jaume Margarit i Roset, Director de Energías Renovables de IDAE

**Título:** Evaluación del potencial de energía solar térmica y fotovoltaica derivado del cumplimiento del Código Técnico de Edificación.

Estudio Técnico PER 2011-2020

**Madrid, 2011**

**Autores:**

*ECLAREON:* David Pérez, Víctor Cervantes, Lucas Mozetic

*CREARA:* Alejandro Morell, Marta Martín

**Coordinación y revisión IDAE:** Carlos Montoya, Raquel Vázquez, Andrés Paredes

El presente estudio ha sido promovido por el IDAE en el marco de la elaboración del Plan de Energías Renovables (PER) en España 2011-2020. Aunque el IDAE ha supervisado la realización de los trabajos y ha aportado sus conocimientos y experiencia para su elaboración, los contenidos de esta publicación son responsabilidad de sus autores y no representan necesariamente la opinión del IDAE sobre los temas que se tratan en ella.

# ÍNDICE

- 4**      Introducción
- 6**      Análisis del desarrollo actual y futuro del parque de edificios en España
- 42**     Anexo I: Reseña sobre el desarrollo de las tecnologías ST y FV,  
y su entorno comercial
- 58**     Anexo II: Traspaso a BBDD SIG (GIS)
- 64**     Anexo III: Estudio adicional para la estimación de demanda térmica  
y eléctrica de las diferentes tipologías de edificios por región

# 1 Introducción

## 1.1 MARCO LEGAL DEL ESTUDIO

El Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado por el RD 314/2006 del 28 de marzo de 2006, es la normativa principal que rige este estudio. Persigue conseguir un uso racional de la energía, reduciendo al máximo los consumos y sustituyendo parte de las fuentes de energía convencionales por otras renovables. En concreto, establece cinco exigencias:

- HE1: limitar la demanda energética.
- HE2: aumento del rendimiento de las instalaciones térmicas.
- HE3: aumento de la eficiencia de las instalaciones de iluminación.
- HE4: incorporar la contribución solar mínima (30-70%) aplicable a edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) y/o climatización de piscina cubierta.
- HE5: la exigencia básica sobre contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica para uso propio o suministro a la red.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar en profundidad el potencial de la aplicación de:

- Energía solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) y climatización de piscinas.
- Energía solar fotovoltaica conectada a red.

Es importante destacar que este estudio se basa en el texto del CTE tal como figura en su redacción vigente actualmente (julio 2010), y no toma en consideración posteriores modificaciones a la norma que, por otro lado, entendemos tendrán lugar en un futuro más o menos cercano.

# **2 Análisis del desarrollo actual y futuro del parque de edificios en España**



## 2.1 PARQUE DE VIVIENDAS 2006-2020

Para realizar nuestra proyección del número de viviendas que se construirán en España hemos utilizado el llamado método de las tasas de cabeza de familia ya que la mayoría de estudios sobre proyecciones de número de viviendas consultados utilizan este método; dos de ellos son:

- Hogares en España. Proyecciones 2001-2012 – Ministerio de Vivienda. Situación inmobiliaria (diciembre 2009) – Servicio de Estudios Económicos del BBVA.
- Evolución demográfica y demanda de viviendas en Galicia – Universidad de Santiago de Compostela.

Este método nos permite calcular la demanda potencial de vivienda para años futuros basándonos en la proyección del crecimiento de la población del Instituto Nacional de Estadística.

### Ilustración 1. Formulación para el cálculo de la variación de hogares mediante el método de las tasas de cabeza de familia

$$\Delta H_t = \sum_i TCF_i \times \Delta POB_i$$

$\Delta H_t$  es la variación del número de hogares en el periodo temporal estudiado

$TCF_i$  es la tasa de cabeza de familia para el rango de edad  $i$

$\Delta POB_i$  es la variación de la población en el periodo temporal estudiado para el rango de edad  $i$

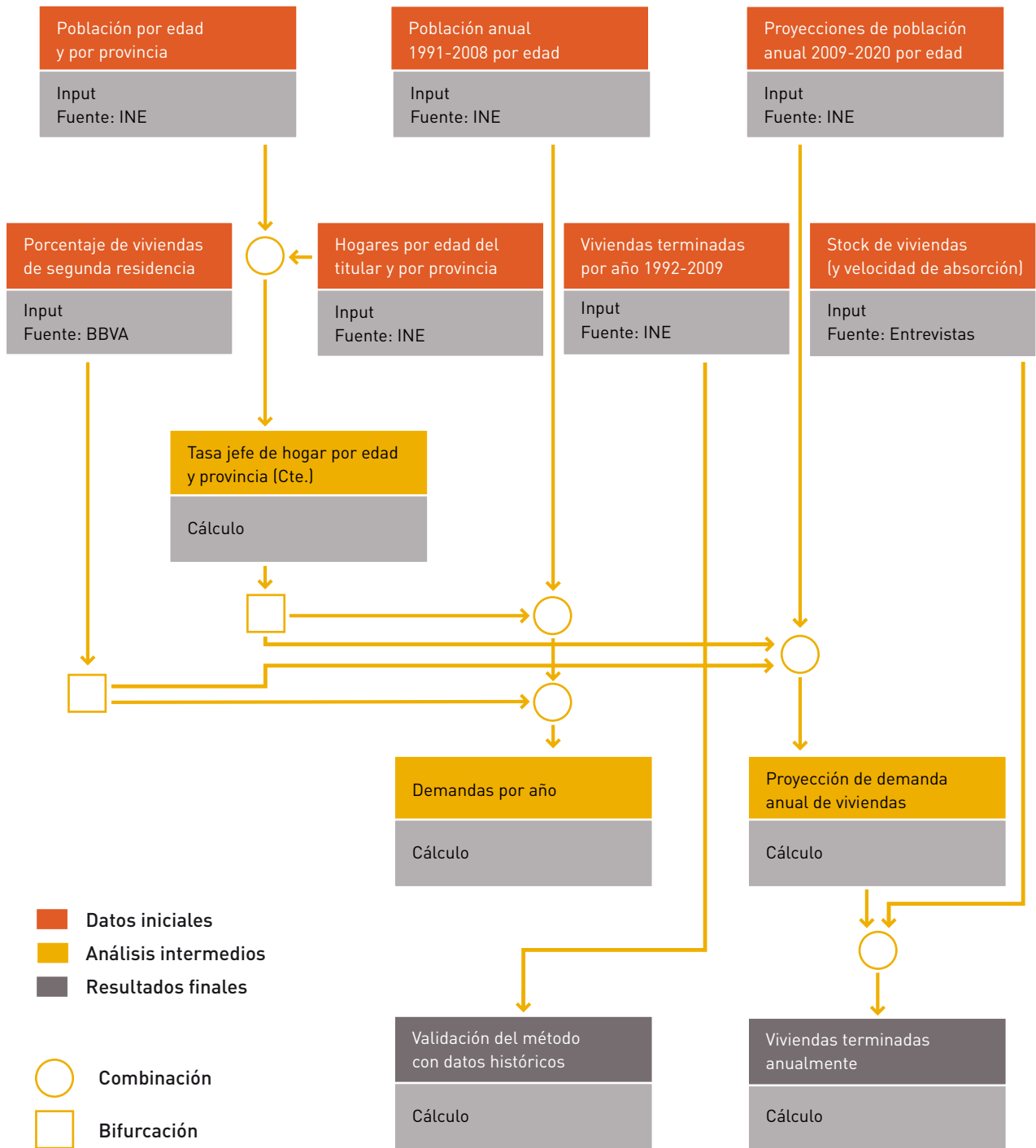
Fuente: análisis de Eclareon

Para calcular el parque actual y a 2020 de edificios del sector residencial amparados por las secciones HE4 y HE5 del CTE se ha comenzado por calcular el número de viviendas (unifamiliar y multifamiliar) terminadas por año y por provincia. Para este cálculo se ha seguido la metodología que

se describe en la Ilustración 2. Partiendo de datos conocidos como la población actual, las proyecciones de población y su distribución por provincia, y combinándolo con los hogares por edad del titular y por provincia, obtenemos las tasas de jefe de hogar por edad y por provincia. Mantenemos estas constantes a lo largo del tiempo y utilizando las proyecciones de población a 2020 obtenemos la proyección de la demanda anual de viviendas de primera residencia. Asumimos un porcentaje fijo de viviendas de segunda residencia sobre las de primera residencia y combinándolo con el stock de viviendas obtenemos las viviendas terminadas anualmente<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Por otra parte, como explicamos más adelante, extendiendo el modelo hacia el pasado y comparándolo con el número de viviendas que sabemos se acabaron a partir de datos del INE, validamos nuestro modelo.

### Ilustración 2. Metodología utilizada para el cálculo de viviendas terminadas por año



Fuente: análisis de Eclareon

Una vez obtenida esta proyección, se modifica mediante la aplicación de algunos factores correctores:

- Se toma en cuenta el porcentaje de viviendas de segunda residencia (31,5% constante a lo largo del tiempo).
- Se asume una distribución de la absorción del stock de viviendas (provincia a provincia) sin vender en caso de superávit (la demanda provincial se satisface un 40% con el stock disponible hasta que se llega a un 12% de stock flotante).

- Se asume un porcentaje de sobreoferta en caso de déficit (siempre existe una sobreoferta del 12% de viviendas).
- La evolución de las tasas de cabeza de familia se puede suponer constante en el tiempo o no. (En nuestro caso asumimos que el número de personas por hogar se asemejará en 2020 a la media europea actual, cercano a 2,55 personas por hogar).

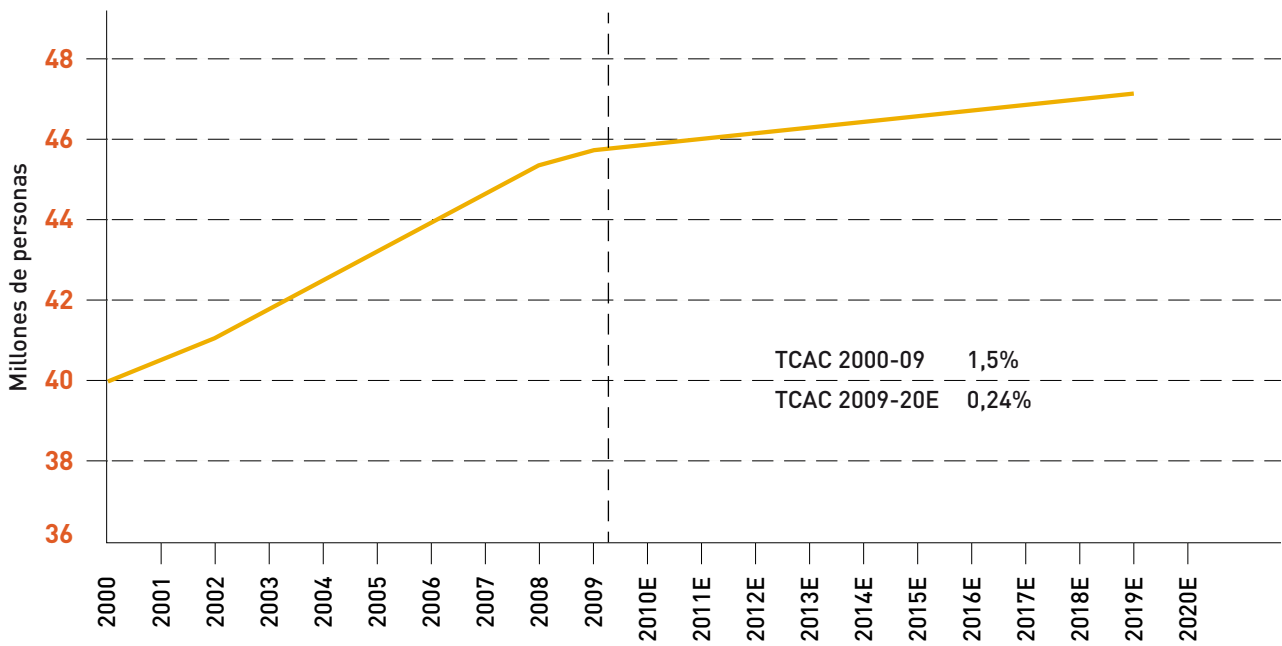
### Ilustración 3. Principales hipótesis de cálculo del modelo creado por Eclareon

Variable		Valor empleado	Fuente
Proyección de población		Proyección a largo plazo del INE	INE
Número de personas por hogar	Actualmente	2,77	BBVA-Situación inmobiliaria 2010
	En 2020	2,55	Análisis de Eclareon
Porcentaje de viviendas de 2ª residencia	Actualmente	31,5%	BBVA-Situación inmobiliaria 2010
	En 2020	31,5%	Análisis de Eclareon
Stock en 2010 de viviendas sin vender		750.000	Presidente de la patronal de los promotores y constructores de España (APCE)
Absorción del stock de viviendas sin vender (por provincia)		Gradual hasta llegar al 12%	Análisis de Eclareon
Porcentaje de viviendas unifamiliares sobre el total		25%	Ministerio de Fomento

Fuente: análisis de Eclareon

La base de este cálculo es emplear una buena proyección de la población a 2020 ya que esta será el principal motor de demanda de viviendas. Por este motivo hemos recurrido a las proyecciones de población a largo plazo del Instituto Nacional de Estadística (INE). A continuación podemos ver su representación gráfica.

**Ilustración 4. Proyección de población española según el INE a 2020**

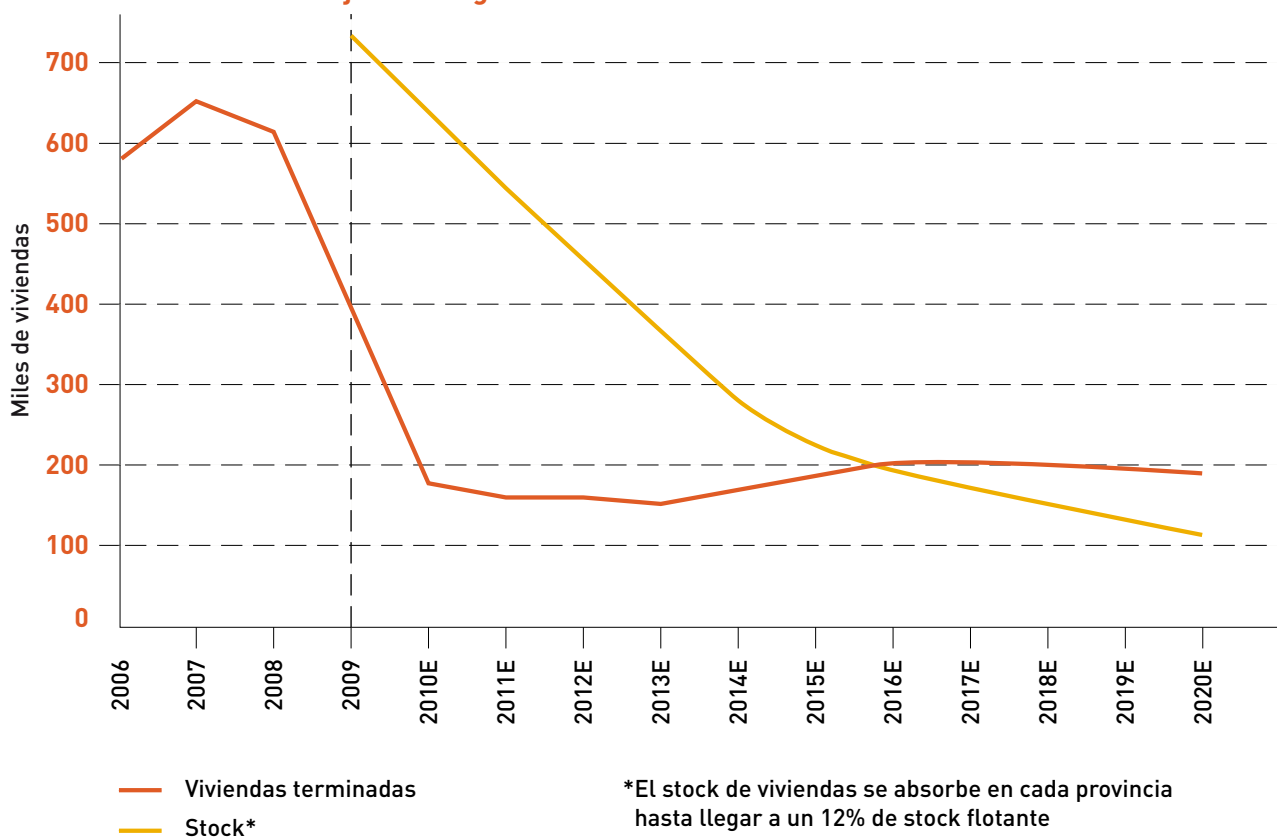


Fuente: INE

El INE estima que la población española crecerá a un 0,24% anual hasta 47 millones en 2020, una tasa menor al 1,5% del periodo 2000-2010, lo que hace esperar que la demanda de viviendas vaya a ser sensiblemente menor.

Mediante nuestro modelo hemos obtenido los siguientes resultados sobre construcción de viviendas y absorción del stock.

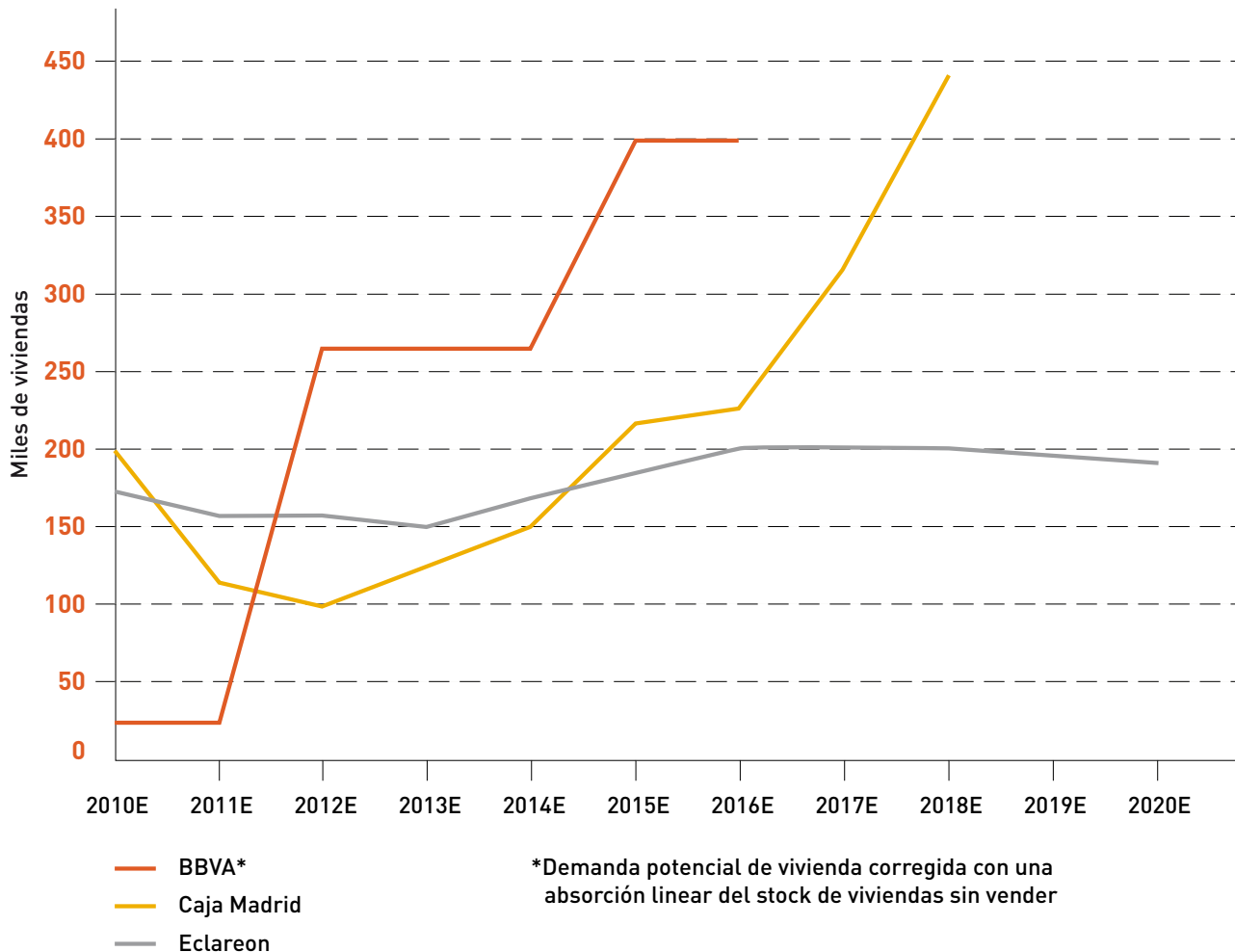
**Ilustración 5. Comparación de viviendas terminadas y de la demanda de viviendas calculada con el método de las tasas de jefe de hogar**



Fuente: 2006-2009: Colegio de aparejadores;  
2010-2020: cálculos de Eclareon

Comparando nuestros resultados con otros, vemos que la tendencia a largo plazo de nuestras previsiones difiere sensiblemente de las proyecciones realizadas por BBVA y Caja Madrid.

Ilustración 6. Comparación de previsiones de viviendas a largo plazo



Fuente: BBVA; Caja Madrid; análisis de Eclareon

Estas diferencias nos hicieron sospechar de un posible error en nuestras estimaciones. Pero hemos comprobado que estas diferencias se deben principalmente a dos factores:

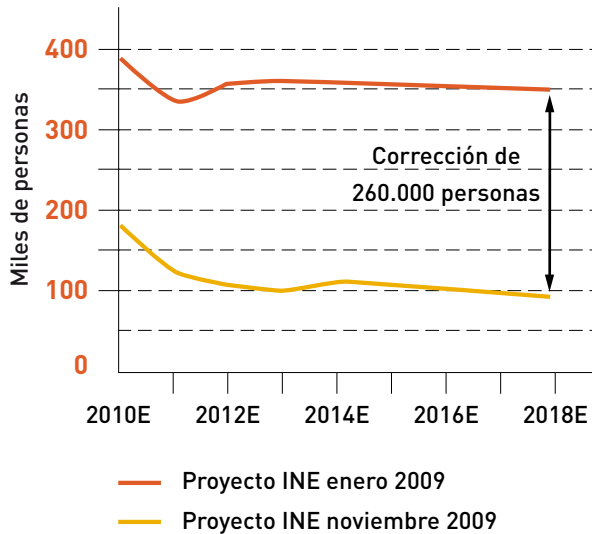
### Primer factor

- La utilización de proyecciones de población del INE antiguas, donde se era muy optimista en cuanto a la llegada de inmigrantes, a la baja emigración y a la creación de nuevas familias.
  - En noviembre de 2009 el Instituto Nacional de Estadística revisó a la baja de forma muy sensible sus proyecciones de crecimiento de

la población española, y al comunicarnos con el INE nos confirmaron esta información, que mostramos a continuación.

- El crecimiento estimado anual de la población para el periodo 2010-2018 pasó de una media de 350.000 nuevos habitantes con la vieja metodología a una media de 100.000 nuevos habitantes en los datos actualizados. Esta importante caída se debe esencialmente a las previsiones de descenso del flujo de inmigrantes en años futuros, según hemos podido comprobar analizando ambas tablas de proyecciones.

**Ilustración 7. Comparación de las proyecciones de población a largo plazo**



Fuente: INE; análisis de Eclareon

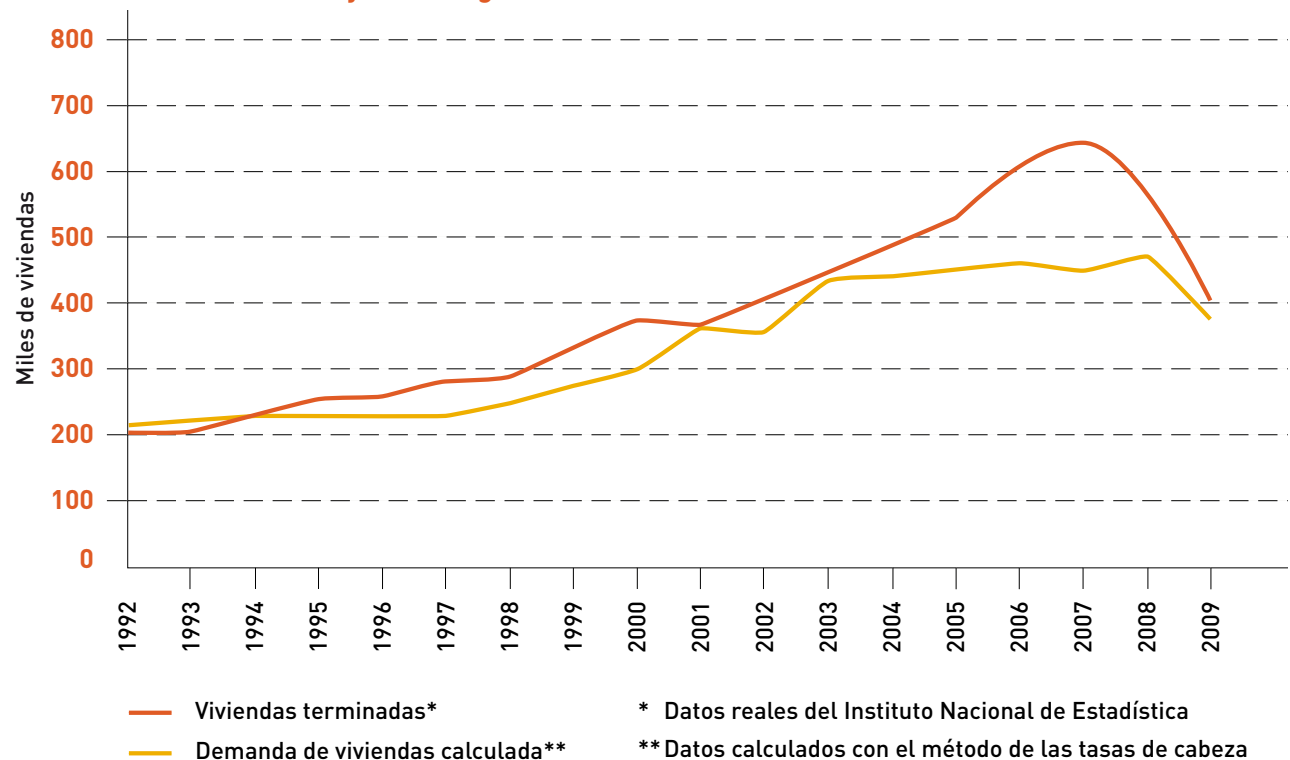
- Esta variación en el aumento de población afecta de forma muy importante a la demanda de viviendas y por tanto a la estimación del número de viviendas terminadas.
- Los estudios de BBVA y de Caja Madrid mencionan una demanda de viviendas cercana a las 400.000 viviendas por año y al calcularla con la proyección actualizada del crecimiento de la población del INE, la demanda cae de forma notable, descendiendo incluso por debajo de las 200.000 viviendas por año a partir de 2019.

### Segundo factor

- Es esperable que los servicios de estudios de dos bancos muestren visiones relativamente optimistas de la realidad, ya que tienen un impacto directo sobre su actividad hipotecaria.

Por otra parte, para validar el modelo hemos hecho una regresión a 1992 de viviendas demandadas y la hemos comparado con las viviendas acabadas.

**Ilustración 8. Comparación de viviendas terminadas y de la demanda de viviendas calculada con el método de las tasas de jefe de hogar**



Fuente: INE; análisis de Eclareon

Como se observa en la comparación, el modelo se ajusta a la realidad con una fiabilidad alta. Cabe comentar la diferencia que se aprecia en el periodo 2004-2009, debido al gran boom del sector de la construcción que distorsiona el número de viviendas terminadas, construyéndose más de las que se necesitan debido a las condiciones de burbuja.

## 2.2 EDIFICIOS DEL SECTOR TERCIARIO 2006-2020

Hemos analizado el estado actual y la evolución futura del parque de edificios para 15 tipos de edificio distintos a partir de diversos estudios sectoriales.

Los sectores analizados y sus respectivos motores de crecimiento se presentan en la siguiente tabla.

### Ilustración 9. Tipologías de edificios contempladas en el estudio

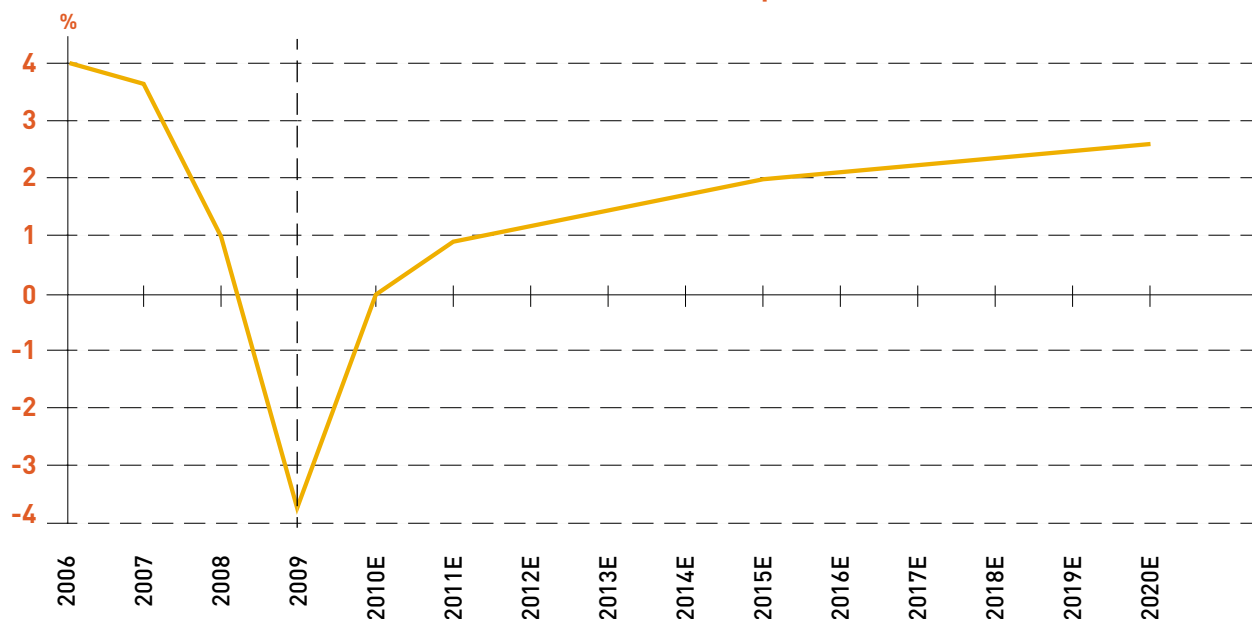
Tipo de edificio	Tecnología CTE	Unidades CTE	Driver de crecimiento
Hipermercado	FV	m <sup>2</sup>	PIB
Multi-tienda y centro de ocio	FV	m <sup>2</sup>	PIB
Nave de almacenes	FV	m <sup>2</sup>	PIB
Pabellones de recintos feriales	FV	m <sup>2</sup>	PIB
Administrativos	ST y FV	Personas y m <sup>2</sup>	PIB
Hoteles, hostales	ST y FV	Camas	PIB
Hospitales y clínicas	ST y FV	Camas	PIB
Campings	ST	Emplazamientos	PIB
Fábricas y talleres	ST	Personas	PIB
Gimnasios, vestuarios, duchas colectivas	ST	Usuarios	PIB
Lavanderías	ST	Kilos de ropa	PIB
Restaurantes y cafeterías	ST	Comidas	PIB
Cuarteles	ST	Personas	PIB
Escuelas	ST	Alumnos	Población 0-19 años
Residencias	ST	Camas	PIB

Fuente: Código Técnico de la Edificación, secciones HE4 y HE5; análisis de Eclareon

La evolución futura se ha basado en su mayoría en previsiones del PIB, ya que estos sectores tienen una gran dependencia de la marcha de la economía nacional.



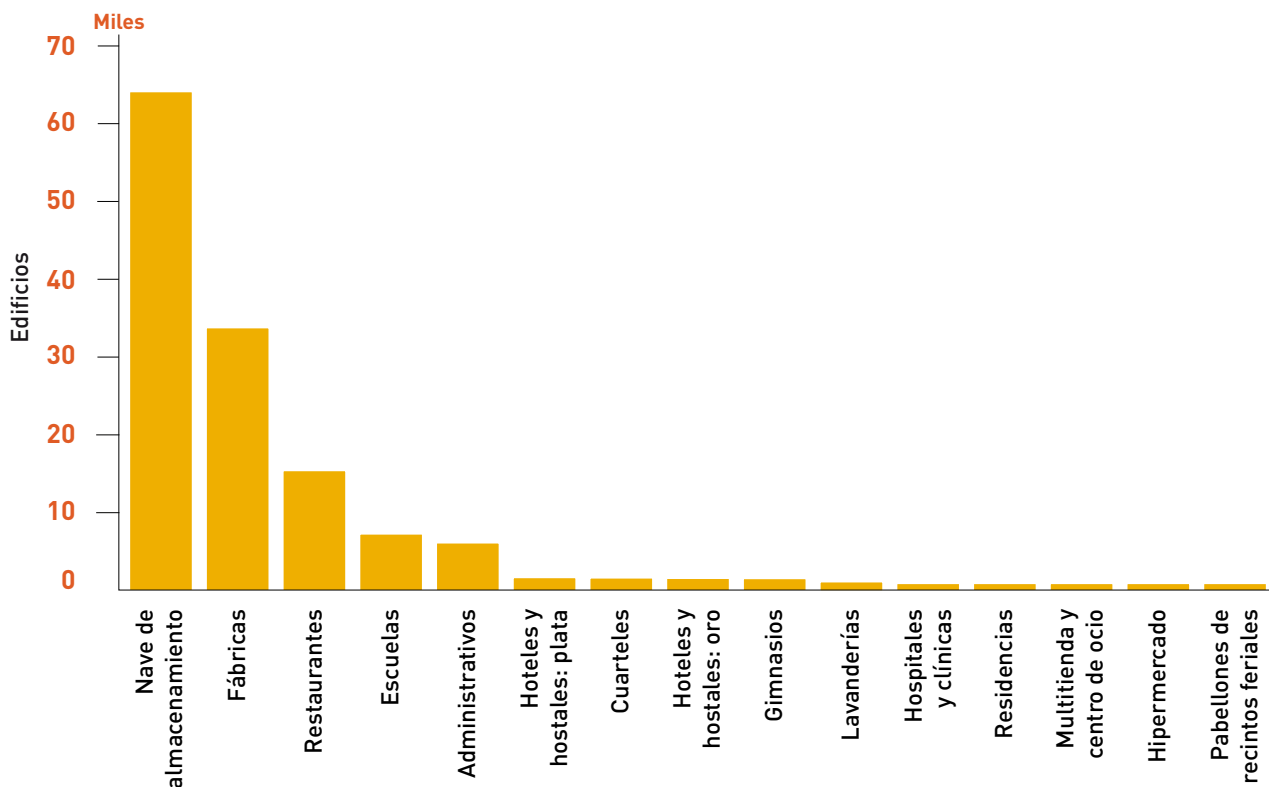
Ilustración 10. Variación anual estimada del PIB real en España



Fuente: The Economist Intelligence Unit

A partir de datos de stock o de instalaciones por año de los distintos sectores y aplicando los “drivers” de crecimiento citados anteriormente, hemos obtenido un crecimiento para cada sector, que nos lleva a un parque de edificios creados en el periodo 2010-2020 por sector que se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 11. Volumen de edificios del sector terciario construidos por sector en el periodo 2010-2020



Fuente: INE. Censo de Población y Viviendas; Ministerio de Educación; Visados de dirección de obra de los Colegios de Arquitectos Técnicos (Obras en edificación); INE. Directorio central de empresas; einforma; Encuesta de ocupación hotelera (INE); Ministerio de Sanidad; Alimarket/Distribución Actualidad nº 319; AECC; análisis de Eclareon

Como podemos ver, existe una gran variación en el número de edificios en los distintos sectores. Sin embargo esto no es totalmente representativo de los metros cuadrados de instalaciones ST que se obtendrán en cada sector, ya que por un lado la superficie por edificio es distinta para cada sector, y por el otro no todos los edificios tienen un tamaño suficiente como para ser afectado por el CTE.

También es necesario tener en cuenta que el volumen de demanda de ACS depende de unidades distintas en cada sector, como muestra la siguiente Ilustración.

Como veremos más adelante (Ilustración 35) se ha analizado también la superficie por provincia, ya que dependiendo de la radiación que recibe cada zona geográfica existen unas exigencias distintas.

**Ilustración 12. Crecimiento de los sectores en las unidades relacionadas con la demanda de ACS**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	20 20
<b>Residencias</b>														
Cama/año	3.473	866	629	392	784	1.186	1.500	1.828	2.171	2.322	2.481	2.538	2.709	2.889
<b>Escuelas A</b>														
Alumnos nuevo/año	105.124	152.637	215.507	63.939	54.123	53.409	52.748	54.650	54.094	51.442	45.782	39.411	29.666	12.846
<b>Escuelas C</b>														
Centros/año	778	1.206	6.422	3.406	391	386	381	395	391	372	331	285	214	93
<b>Cuarteles</b>														
Personas nuevas/año	23.490	5.858	4.255	2.653	5.305	8.022	10.147	12.359	14.679	15.701	16.776	17.161	18.319	19.541
<b>Fábricas</b>														
Personal nuevo/año	73.544	80.910	82.360	82.648	82.936	83.931	85.190	86.723	88.545	90.493	92.574	94.703	96.976	99.400
<b>Gimnasios</b>														
Usuarios diarios nuevos/año	24.778	21.604	17.794	10.080	2.366	3.577	4.525	5.511	6.545	7.001	7.480	7.652	8.169	8.713
<b>Lavanderías</b>														
Personal nuevo/año	353.083	324.748	78.879	76.176	73.473	111.091	140.531	171.166	203.289	217.441	232.326	237.670	253.707	270.621
<b>Restaurant.</b>														
Comidas diarias nuevas/año	73.640	53.720	32.040	27.439	22.839	34.532	43.683	53.206	63.191	67.590	72.217	73.878	78.863	84.120
<b>Administ.</b>														
Personas nuevas/año	239.210	170.590	144.560	145.065	145.571	147.318	149.527	152.219	155.415	158.835	162.488	166.225	170.214	174.470
<b>Hoteles y hostales: Oro</b>														
Cama/año	44.714	41.127	33.068	25.010	8.893	13.445	17.011	20.720	24.609	26.320	28.121	28.765	30.709	32.757
<b>Hoteles y hostales: Plata</b>														
Cama/año	7.207	6.633	5.333	4.033	1.434	2.166	2.741	3.338	3.966	4.241	4.536	4.638	4.950	5.282

(Continuación)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	20 20
Hospitales y clínicas	6.454	5.936	1.442	1.370	1.298	1.962	2.482	3.023	3.590	3.840	4.103	4.198	4.481	4.780
Cama/año														
Administ. m/año	3.109.725	2.217.669	1.879.279	1.885.849	1.892.419	1.915.128	1.943.855	1.978.844	2.020.400	2.064.849	2.112.340	2.160.924	2.212.786	2.268.106
Hoteles y hostales: Oro	1.806.446	1.661.524	1.335.962	1.010.400	359.277	543.178	687.244	837.088	994.204	1.063.328	1.136.088	1.162.106	1.240.644	1.323.383
m/año														
Hospitales y clínicas m/año	903.140	830.664	201.762	191.674	181.586	274.558	347.316	423.031	502.419	537.397	574.184	587.391	627.027	668.829
Hipermerc. m/año	57.832	14.423	14.082	13.742	13.062	19.749	24.983	30.429	36.140	38.656	41.302	42.252	45.103	48.110
Multitienda y centro de ocio m/año	417.617	385.298	96.089	91.555	89.289	87.022	131.577	166.445	202.730	240.776	257.538	275.168	281.497	300.492
Nave de almacenam. m/año	4.236.458	3.242.230	3.125.509	3.122.384	3.147.363	3.185.131	3.232.908	3.291.101	3.360.214	3.434.138	3.513.124	3.593.925	3.680.180	3.772.184
Pabellones de recintos feriales m/año	1.361.255	500.000	23.500	21.671	19.841	30.000	37.590	46.224	54.898	58.720	62.740	64.183	68.514	73.081

Fuente: análisis de Eclareon

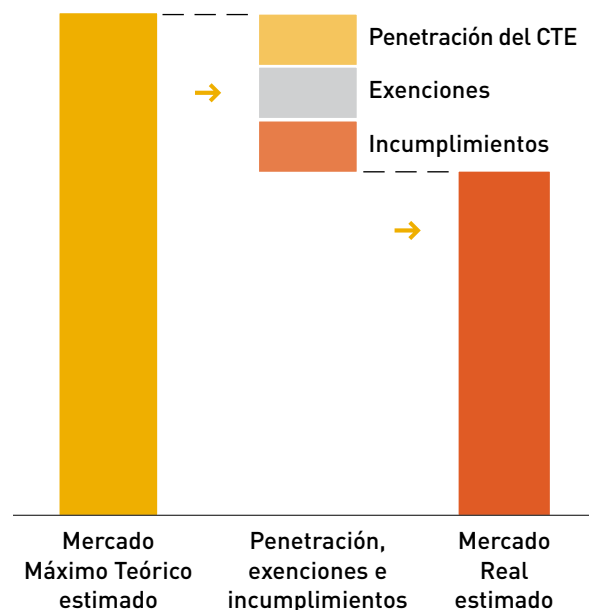
## 2.3 ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN TOTAL ACTUAL DE INSTALACIONES ST Y FV MOTIVADAS POR EL CTE, BASADO EN LA EVOLUCIÓN PASADA DEL PARQUE DE EDIFICIOS Y TENIENDO EN CUENTA LAS EXENCIONES Y LOS INCUMPLIMIENTOS QUE SE ESTÁN DANDO DEL CTE

Una vez obtenidos los parques de edificios tanto para el sector residencial como para el terciario y las variaciones de sus unidades correspondientes (por ejemplo: camas de hospitales por año), el siguiente paso fue obtener un volumen Máximo Teórico de metros cuadrados solares térmicos y de kilovatios pico fotovoltaicos correspondientes a dichos parques sectoriales.

La metodología de nuestro análisis calcula primero el mercado Máximo Teórico y después, tras aplicar la penetración del CTE, exenciones e incumplimientos se calcula el mercado Real, tal como representamos en la Ilustración 13.

- El Mercado Máximo Teórico Estimado se calcula asumiendo que todas las viviendas construidas instalarán ST o FV.
- A ese potencial teórico se le resta un volumen por:
  - Penetración del CTE: debido al tiempo de construcción de una vivienda, las viviendas acabadas en el año n, normalmente tienen licencias de obra de años <n-1, por lo que hasta 2011 no todas las viviendas acabadas se verán afectadas por el CTE.
  - Exenciones: el CTE contempla una serie de exenciones que analizaremos en profundidad más adelante.
  - Incumplimientos: Como toda norma, el CTE también cuenta con cierto grado de incumplimiento.
- Finalmente se obtiene el volumen de Mercado Real Estimado que son los metros que realmente se instalarán de tecnología ST y la potencia FV.

**Ilustración 13. Estructura del método de estimación empleado por Eclareon**



Fuente: análisis de Eclareon

## 2.3.1 Estimación del Mercado Máximo Teórico

### 2.3.1.1 Tecnología ST

El Código Técnico de la Edificación (CTE) en su sección HE4 especifica unas demandas de litros de agua caliente sanitaria (ACS) por día para cada uno de los sectores, a partir de las cuales se puede calcular la superficie ST a instalar. A partir de la experiencia de Eclareon en proyectos relacionados con este punto y

algunas entrevistas con expertos del sector, hemos confirmado que estos cálculos difieren de la superficie realmente instalada para el sector residencial, por lo que hemos utilizado este método únicamente para los sectores No Residenciales.

### No Residencial

A partir de las demandas básicas por sector que se reflejan en el CTE, hemos obtenido un consumo medio por sector.

**Ilustración 14. Demanda de referencia a 60°C en litros de ACS/día**

		Mín	Máx
Hospitales y clínicas	Por cama	55	55
Hotel****	Por cama	70	70
Hotel***	Por cama	55	55
Hotel/Hostal**	Por cama	40	40
Camping	Por emplazamiento	40	40
Hostal/Pensión*	Por cama	35	35
Residencia (ancianos, estudiantes, etc.)	Por cama	55	55
Vestuarios/ Duchas colectivas	Por servicio	15	15
Escuelas	Por alumno	3	3
Cuarteles	Por persona	20	20
Fábricas y talleres	Por persona	15	15
Administrativos	Por persona	3	3
Gimnasios	Por usuario	20	25
Lavanderías	Por kilo de ropa	3	5
Restaurantes	Por comida	5	10
Cafeterías	Por almuerzo	1	1

Fuente: CTE Sección HE 4

Como hemos visto anteriormente (2.1.2), por motivos de disponibilidad de información, algunos de los sectores terciarios han sido agrupados y de ahí que hayamos modificado esta tabla de demandas de la siguiente forma.

**Ilustración 15. Demanda de referencia a 60°C en litros de ACS/día**

		l/día
Residencias	Por cama	55
Escuelas A	Por alumno	3
Cuarteles	Por persona	20
Fábricas	Por persona	15
Gimnasios	Por usuario	15
Lavanderías	Por kg de ropa	4
Restaurantes	Por comida	7,5
Administrativos	Por persona	3
Hoteles y hostales: Oro	Por cama	55
Hoteles y hostales: Plata	Por cama	35
Hospitales y clínicas	Por cama	55

Fuente: análisis de Eclareon basado en CTE Sección HE 4

Según indica el CTE: "El sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación". Por lo que a partir de la fórmula:

$$50 < V/A < 180$$

Siendo

A: la suma de las áreas de los captadores (m<sup>2</sup>).

V: el volumen del depósito de acumulación solar (litros).

Y asumiendo una relación A/V = 55 (Fuente: entrevistas de Eclareon)<sup>2</sup> y una relación entre el volumen de consumo y el de acumulación de 1,2 (Fuente: entrevistas de Eclareon)<sup>3</sup> podemos obtener un área de captación para cada edificio tipo de cada uno de los sectores.

**Ilustración 16. m<sup>2</sup> de colectores para cada edificio tipo por sector no residencial**

		m <sup>2</sup>
Residencias	Por cama	1,20
Escuelas A	Por alumno	0,07
Cuarteles	Por persona	0,44
Fábricas	Por persona	0,33
Gimnasios	Por usuario	0,33
Lavanderías	Por kg de ropa	0,09
Restaurantes	Por comida	0,16
Administrativos	Por persona	0,07
Hoteles y hostales: Oro	Por cama	1,20
Hoteles y hostales: Plata	Por cama	0,76
Hospitales y clínicas	Por cama	1,20

Fuente: análisis de Eclareon basado en CTE Sección HE 4

A partir de estas superficies por sector y del crecimiento sectorial (en las mismas unidades que especifican la superficie), podemos calcular la superficie Teórica Máxima ST que se instalará en cada año, provincia y sector.

#### Residencial

Para los sectores residenciales (viviendas unifamiliares y multifamiliares), hemos analizado la superficie media que se instala en cada vivienda a partir de datos estadísticos, entrevistas a instaladores ST y los registros de distintos Colegios de Arquitectos.

<sup>2</sup>El ratio recomendado es de 75, pero los instaladores prefieren por razones de coste una relación más cercana a 50

<sup>3</sup>La relación entre consumo y acumulación no es uno a uno, si no que en muchos casos se acumula más (en algunas zonas también es menor), siendo la media nacional según los entrevistados 1,2

Para viviendas unifamiliares se realizaron entrevistas a 26 instaladores y se realizó una media (las respuestas fueron muy polarizadas en 2 y 4 metros cuadrados, mientras que muy pocos respondieron 3 m<sup>2</sup>).

Para los datos de viviendas multifamiliares hemos recurrido a los archivos de 3 Colegios de Arquitectos (Madrid, Cantabria y Sevilla) y hemos analizado los registros de viviendas afectadas por el CTE. Calculamos la superficie por vivienda sumando los metros cuadrados totales y lo dividimos entre las viviendas para cada uno de los tres colegios y luego realizamos la media entre los tres, obteniendo los datos citados a continuación.

El total de expedientes analizados (edificios multifamiliares) fue de 161.

Las medias de metros cuadrados por vivienda son las siguientes:

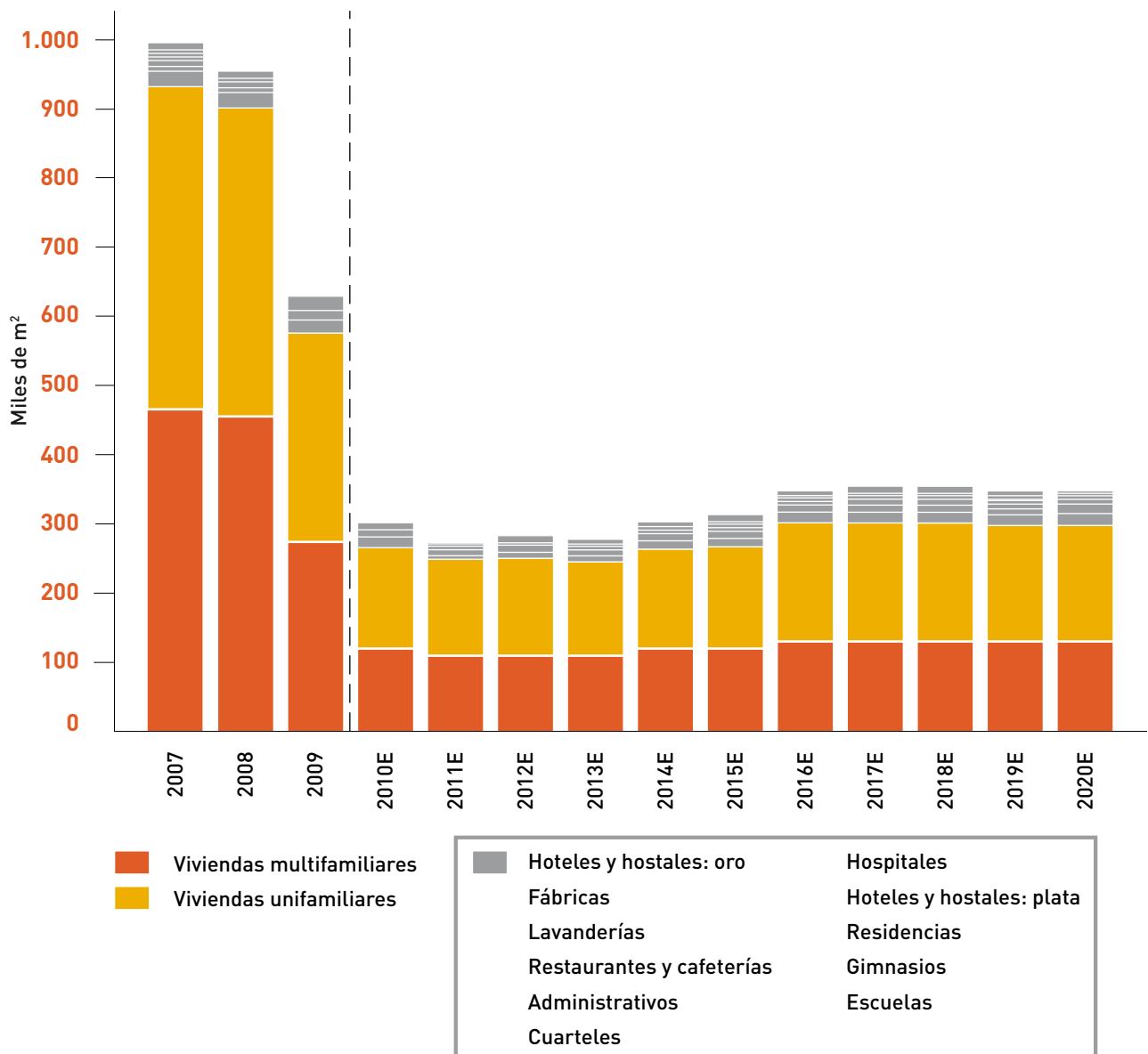
- Viviendas unifamiliares: 3,78 m<sup>2</sup>.
- Viviendas multifamiliares: 1,25 m<sup>2</sup>.

Lo cual aplicamos a las previsiones de viviendas que hemos realizado y así obtenemos la superficie a instalar para el sector residencial.

**Resultados**

A continuación presentamos los resultados de la superficie Teórica Máxima Solar Térmica para cada sector y año.

**Ilustración 17. Tamaño del Mercado ST Máximo Teórico estimado a instalar**



Fuente: análisis de Eclareon

Como podemos ver, en el periodo 2007-2009 parecería que existe una gran superficie a instalar a partir del CTE ya que todavía se construían muchas viviendas. Más adelante veremos que esto no es así, debido a la penetración del CTE. Cabe recordar que estos datos no reflejan la superficie realmente instalada, si no que se trata de un potencial irreal de cumplimiento del CTE al 100% desde el primer día de su entrada en vigor y sin tener en cuenta exenciones ni incumplimientos.

### 2.3.1.2 Tecnología FV

Para calcular la potencia Máxima Teórica FV también hemos utilizado el CTE, que en su sección HE5 indica un procedimiento de cálculo. La fórmula es la siguiente:

$$P = C*(A*S+B)$$

Siendo

P: potencia pico a instalar (kWp).

A y B: coeficientes definidos en función del uso/sector del edificio.

C: coeficiente definido en función de la zona climática.

S: superficie construida del edificio (m<sup>2</sup>).

A continuación podemos ver los valores para los distintos sectores de los factores A y B, así como los límites mínimos de aplicación en metros cuadrados (en el caso de hoteles y hostales y los hospitales y clínicas se ha calculado una superficie equivalente a partir del número de camas).

#### Ilustración 18. Coeficientes de uso/sector

Sector	Límite de aplicación (m <sup>2</sup> )	Camas	A	B
Hipermercado	5.000		0,001875	-3,13
Multitienda y centros de ocio	3.000		0,004688	-7,81
Nave de almacenamiento	10.000		0,001406	-7,81
Administrativos	4.000		0,001223	1,36
Hoteles y hostales: Oro	4.040	100	0,003516	-7,81
Hospitales y clínicas	13.993	100	0,00074	3,29
Pabellones de recintos feriales	10.000		0,001406	-7,81

Fuente: CTE; análisis de Eclareon

A continuación podemos ver la tabla con los coeficientes climáticos, que ajustan la potencia a instalar según la radiación de la zona.

#### Ilustración 19. Coeficiente climático

Zona climática	I	II	III	IV	V
C	1	1,1	1,2	1,3	1,4

Fuente: CTE

Con todo esto teníamos las herramientas necesarias para calcular la potencia a instalar para un edificio individual, pero se nos planteó el problema de que en sectores de crecimiento bajo, al repartir su crecimiento a lo largo de los años no se alcanzaban las superficies mínimas para instalar. Por ejemplo: en España se construyen muy pocos pabellones de recintos feriales de más de 10.000 m<sup>2</sup>, por lo que al ser

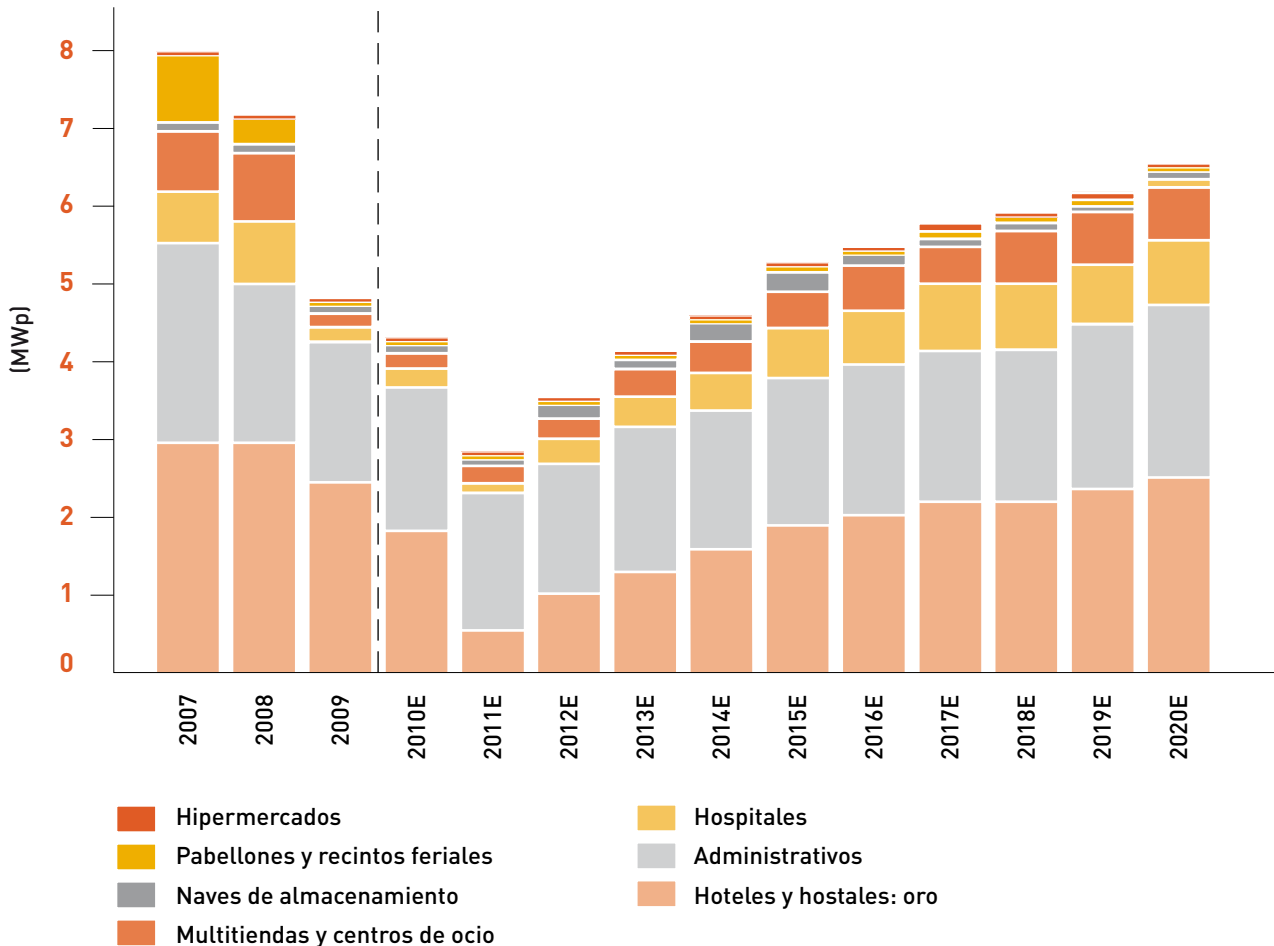
nuestro modelo de crecimiento continuo, en lugar de construirse en el periodo 2010-2020, 5 pabellones de 10.000 m<sup>2</sup>, lo que ocurre es que se distribuyen 50.000 m<sup>2</sup> a lo largo de 10 años y varias provincias, quedando un incremento en m<sup>2</sup> anual muy pequeño.

Por este motivo, para la tecnología FV se diseñó un método de “redondeo” a partir del cual los metros cuadrados proyectados para cada sector y provincia se acumulan hasta llegar a la superficie límite de aplicación. Se redondean las unidades a instalar y se obtiene el número de edificios de superficie

mínima que serán afectados por el CTE, pasando el “resto” de m<sup>2</sup> a acumularse hasta llegar a otra unidad entera.

De esta forma, se obtiene una proyección más exacta año a año del número de edificios que serán afectados por el CTE para cada sector y provincia. Conociendo el número de edificios afectados, los multiplicamos por la superficie límite de aplicación e introducimos esas superficies en la fórmula, obteniendo así la potencia a instalar por sector, provincia y año, que se muestran a continuación.

**Ilustración 20. Potencia Máxima Teórica FV a instalar**



Fuente: análisis de Eclareon

Al igual que para el volumen Máximo Teórico ST, remarcamos que los valores representados en el gráfico no reflejan la potencia realmente instalada,

si no que se trata de un potencial irreal de cumplimientos del CTE al 100% desde el primer día de su entrada en vigor.



## 2.3.2 Análisis de la penetración del CTE, exenciones e incumplimientos

Para el estudio de la penetración del CTE, exenciones e incumplimientos hemos realizado dos análisis diferentes:

- Para conocer la penetración hemos desarrollado una herramienta basada en datos recogidos sobre viviendas iniciadas y terminadas.

- En cambio, hemos diseñado un programa de entrevistas para conocer:
  - Exenciones.
  - Incumplimientos.
  - Funcionamiento/Mantenimiento de las instalaciones.

Para lo cual hemos creado tres tipos distintos de entrevistas, como se muestra a continuación.

**Ilustración 21. Tipos de entrevistas realizadas y grupos de entrevistados**

Preguntas		Tipo de entrevistado
Exenciones	Penetración de otras tecnologías renovables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arquitectos</li> <li>• COAs*</li> </ul>
	Sobrepasar criterios de cálculo	
	Falta de acceso al sol	
	Normas urbanísticas/Protección histórico-artística	
	Variaciones geográficas, tipo de edificio y tamaño	
	Evolución 06-09 y proyección a 2020	
Incumplimientos	% de cumplimiento del HE4 y HE5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arquitectos</li> <li>• OCAs**</li> <li>• COAs</li> </ul>
	Formas de incumplimiento	
	Evolución 06-09 y proyección a 2020	
Funcionamiento y Mantenimiento	% que realiza mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administradores de fincas</li> <li>• Instaladores</li> </ul>
	Funcionamiento presente y a 2, 5 y 10 años	
	Tipo de contrato	
	Quién realiza el mantenimiento	

\*COAs son Colegios Oficiales de Arquitectos

\*\*OCAs son Organismos de Control Autorizados

Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon

Las entrevistas han sido distribuidas en las distintas zonas geográficas de España y en los distintos tipos de entrevistados, para tener una visión global de lo que ocurre en todo el territorio nacional. Durante el programa de entrevistas se

obtuvieron más respuestas que las 48 que se citan en la Ilustración 22, pero únicamente aceptamos y contabilizamos respuestas de entrevistados que demostraron un conocimiento del mercado suficiente y no influenciado.

## Ilustración 22. Nº de entrevistas

	Arq.	COA	OCA	ADF	Inst.	Total CCAA
Andalucía	1	2	2	1	6	12
Aragón					1	1
Asturias						0
Baleares		1				1
Canarias						0
Cantabria		1				1
Castilla-La Mancha	1	2	1		1	5
Castilla y León	1	4			2	7
Cataluña		1			2	3
C. Valenciana					1	1
Extremadura						0
Galicia	1	2			1	4
La Rioja		1				1
Madrid	1		5	1	4	11
Navarra						0
País Vasco		1				1
R. de Murcia						0
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>48</b>

Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon

### 2.3.2.1 Penetración del CTE

El Código Técnico de la Edificación fue publicado en el BOE de 28 de marzo de 2006. La entrada en vigor no se produce a partir de una única fecha, sino que establece un calendario complejo en el que se utilizan varios sistemas que operan conjuntamente (6 meses desde la fecha de publicación en el BOE, fecha de la solicitud de la licencia de obras, fecha de concesión de la misma, documentación presentados en el Ayuntamiento con la solicitud

de licencia, fecha de inicio de las obras y fecha de terminación de la misma).

En el caso del Documento Básico del CTE sobre ahorro de energía (DB-HE), ha entrado en vigor el 29 de septiembre de 2006, pero también ha existido la posibilidad de solicitar una prórroga de la licencia de obra. Con esto, y teniendo en cuenta el tiempo de construcción de cualquier tipo de edificio, hemos llegado a la conclusión de que era muy importante investigar el grado

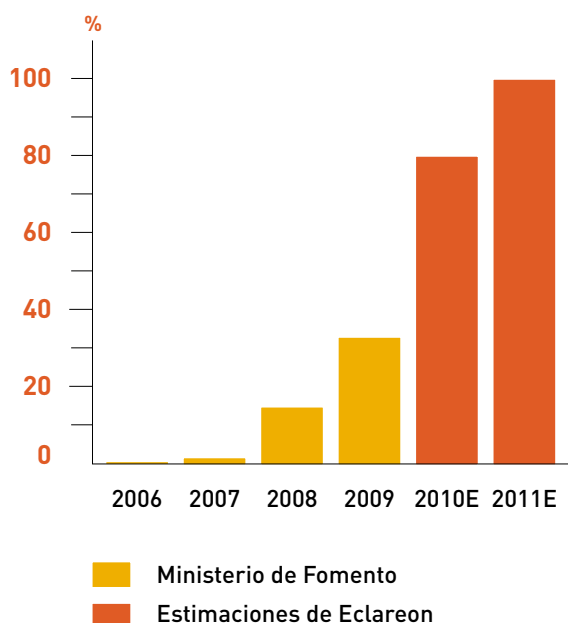
de penetración del CTE en el parque de viviendas acabadas.

El Ministerio de Fomento publica anualmente un informe estadístico que contiene datos detallados sobre el número de viviendas de nueva construcción con IST que obtuvieron su Licencia de Obra segmentadas por tipo de vivienda y por provincia.

Por otra parte, a partir de los datos del Ministerio de Vivienda sobre viviendas libres y viviendas protegidas terminadas e iniciadas se ha estimado el tiempo medio de construcción de una vivienda.

Con todo esto se ha diseñado una metodología que permite conocer la penetración del CTE HE4 en el sector residencial y en el periodo 2006-2009, y consultando a expertos del sector mediante entrevistas hemos llegado a la conclusión de que en 2011 el 100% de las viviendas terminadas serán afectadas por el CTE. A continuación se exponen los resultados.

**Ilustración 23. Porcentaje de viviendas acabadas afectadas por el CTE en ST**



Fuente: Análisis de Eclareon; Ministerio de Fomento; Ministerio de Vivienda

Tras nuestro análisis, hemos encontrado que la penetración del CTE en ST está siendo más lenta de lo que se podría haber esperado. Lamentablemente los años de menor penetración han coincidido con los de mayor volumen de construcción, lo que hace que gran parte del volumen Máximo Teórico desaparezca cuando calculemos el volumen de mercado Real.

### 2.3.2.2 Exenciones

El CTE contempla dos grupos de exenciones. Por un lado las que llamaremos técnicas o de normativas, que son:

- Sobreproducción energética.
- Falta de acceso al sol/sombras.
- Protección histórico-artística.

Por otro lado existen las exenciones por sustitución de ST por otras tecnologías (en general de origen renovable), y que hemos considerado son:

- Calderas de biomasa.
- Micro-cogeneración.
- Bomba de calor geotérmica.

#### Exenciones técnicas o de normativa

Durante las entrevistas las respuestas fueron relativamente homogéneas entre ellas y nos dieron un grado importante de conocimiento de la situación actual y de los aspectos sobre los que trataban.

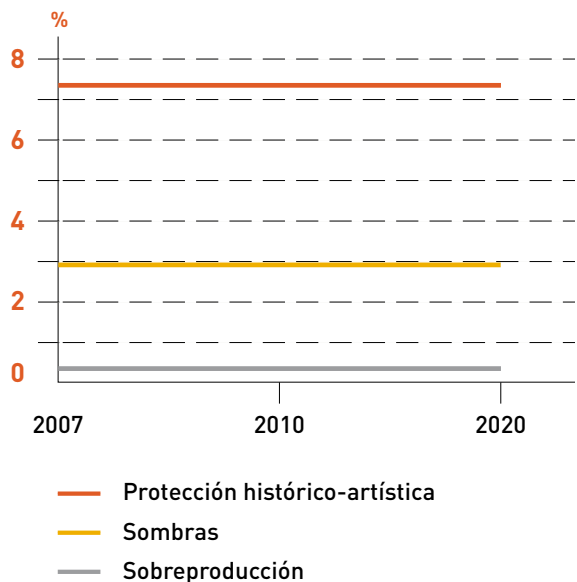
Acerca de la sobreproducción los entrevistados comentaron que se trata de un problema prácticamente inexistente.

Sobre las complicaciones por sombras las respuestas fueron consistentes en cuanto a que se trata de un problema real pero de baja frecuencia, ya que pocos entrevistados hicieron mención a este problema y los que la hicieron dieron valores siempre por debajo del 5%. Se da principalmente en las zonas donde existen cascos antiguos y las viviendas se encuentran muy cerca unas de las otras pudiendo crear sombras.

La prohibición de instalar captadores debido a normas de protección del patrimonio Histórico-Artístico llega a ser importante en algunas regiones, principalmente en los cascos históricos. A través de las entrevistas hemos obtenido una media de penetración por encima del 7%.

En general no hemos encontrado diferencias geográficas en cuanto a dichas exenciones, salvo lo que podían ser centros urbanos en contraposición con las zonas rurales. Tampoco nos han mencionado cambios en estas exenciones a lo largo del tiempo, por lo que asumimos que la tipología de construcciones o las normativas de protección de patrimonio histórico no variarán sensiblemente en los próximos 10 años. Como podemos ver en la Ilustración 24, el conjunto de estas exenciones suman aproximadamente un 10% que se mantiene constante a lo largo del tiempo.

**Ilustración 24. Tasa de penetración de mercado de las exenciones contempladas en el CTE**



Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon

**Exenciones por sustitución**

A partir de las entrevistas realizadas hemos estimado la cuota de mercado que tienen las tecnologías renovables alternativas a la ST dentro del CTE en la actualidad y cómo ha sido su evolución en los últimos

tres años (periodo 2007-2010). Los entrevistados nos han manifestado en todos los casos que las diferencias en la sustitución se da por zona geográfica.

Sin embargo, pocos entrevistados mostraron confianza al proyectar esos porcentajes hacia el futuro, por lo que fue necesario realizar un análisis por tecnología para conocer su posible penetración en cuanto a número de instalaciones producidas en el marco del CTE (periodo 2011-2020).

Para eso hemos analizado una serie de factores que afectan o pueden influir en nuestro análisis, y son los siguientes:

- Conocimiento por parte de los instaladores o clientes de la posibilidad de reemplazar la ST por otra tecnología para cumplir el CTE.
- Existencia de ayudas o subvenciones para estas tecnologías renovables en las distintas zonas de España.
- Ventajas competitivas de las alternativas renovables frente a la ST.

Como puede verse en la Ilustración 25, hemos analizado los factores que pueden favorecer el crecimiento de la cuota de mercado de las tecnologías alternativas a la ST, como son el conocimiento de la posibilidad de reemplazo, la existencia de ayudas y sus ventajas competitivas.

**Ilustración 25. Factores que influyen en el nivel de penetración de las tecnologías competidoras en las instalaciones CTE**

	Explicación	Asunciones de futuro
<b>Conocimiento de la posibilidad de reemplazar la ST por otra tecnología para cumplir el CTE</b>	En los inicios del CTE, muchas personas desconocían la posibilidad de utilizar tecnologías alternativas para cumplir con las exigencias del HE4 - Conforme esto ha ido cambiando, hemos asistido a un incremento de la penetración de las tecnologías competidoras	Más de 3 años después de su entrada en vigor, creemos que el grado de conocimiento del CTE por los actores implicados ha alcanzado un nivel alto  Creemos que este factor ha agotado casi todo su poder de influencia en el mercado
<b>Existencia de ayudas para la otras tecnologías compatibles con CTE</b>	Existen subvenciones compatibles con el CTE para las tecnologías competidoras (BM, GT y µCG) - Esto se debe a que su aportación energética suele superar los requisitos mínimos del CTE	Asumimos que las ayudas a tecnologías renovables térmicas se mantendrán
<b>Ventaja competitiva de las otras tecnologías</b>	Existen ventajas/desventajas de las tecnologías competidoras con respecto a la ST que pueden hacer que un promotor se incline por una u otra tecnología	Al tratarse de tecnologías diferentes, con grados de desarrollo y características distintos, es esperable que en los próximos 10 años haya cambios significativos que marquen la evolución de su cuota de mercado

Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon; investigación de Eclareon; análisis de Eclareon

En el primer punto se analiza el grado de conocimiento de los actores del mercado de la posibilidad de reemplazar la ST por otra tecnología para cumplir el CTE. En este apartado hemos concluido que debido al tiempo transcurrido desde la entrada en vigor del CTE, los actores tienen suficiente conocimiento acerca de las opciones de sustitución.

En segundo lugar hemos hecho una investigación acerca de las ayudas disponibles para las otras tecnologías renovables compatibles con el CTE. Asumimos que las ayudas a las tecnologías renovables pueden variar pero que se mantendrán constantes en cuanto a su volumen general.

Por último hemos realizado un análisis en profundidad sobre las ventajas competitivas de las otras tecnologías renovables que veremos a continuación.

Hemos analizado dos tecnologías que fueron nombradas en repetidas ocasiones a lo largo de las entrevistas (biomasa y bomba de calor geotérmica), y a estas hemos sumado una tercera que creemos tendrá un papel en el futuro no muy lejano (micro cogeneración).

En la actualidad la penetración de la BM es cercana al 14% en la zona norte, al 6% en el centro y aproximadamente un 3% en la zona sur de España.

Las calderas de biomasa (BM), si mantiene las ayudas compatibles con el CTE, es previsible que aumente su penetración, principalmente en el norte de España, ya que es una zona con gran cantidad de recursos para el aprovisionamiento de pellets y unas subvenciones muy interesantes para el usuario. A continuación mostramos nuestra estimación de la evolución de sus ventajas competitivas frente a la ST.

**Ilustración 26. Análisis de la evolución de la ventaja competitiva de las calderas de biomasa frente a la tecnología ST en el segmento de instalaciones CTE**

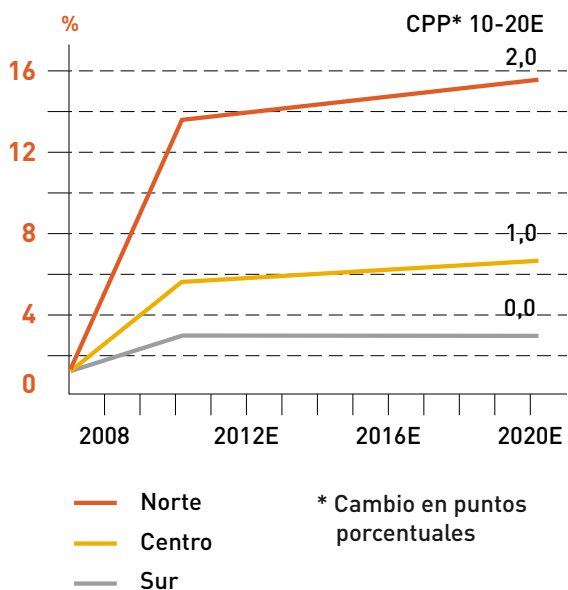
Situación actual	Situación esperada en 2020	Ev. de la ventaja competitiva
<b>Principales ventajas frente a la ST</b>		
Las instalaciones obligatorias por CTE pueden beneficiarse de ayudas	Suponemos que los programas de ayudas se mantendrán y seguirán siendo compatibles con CTE	↔
Pueden aportar el 100% de la demanda térmica de un edificio Esta ventaja es menos importante en el sur ya que hay más sol y menos necesidad de calefacción en el invierno	La mejora de los sistemas de acumulación y el desarrollo del solar cooling pueden incrementar la aportación de la ST a la demanda energética de un edificio, sobre todo en el sur	↓
<b>Principales desventajas frente a la ST</b>		
Inversión inicial importante (entre 8.000 y 18.000 € para una vivienda unifamiliar)	Contrariamente a la ST, no es esperable que los costes se reduzcan	↓
Sistemas de suministro de biomasa poco desarrollados	Es esperable que se desarrollen canales de distribución de BM eficientes	↑
Mantenimiento más laborioso (limpieza de cenizas, etc.)	Es esperable que se desarrollen equipos con mayor autonomía	↑

Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon; investigación de Eclareon; análisis de Eclareon

Este análisis, conjuntamente con el conocimiento obtenido a partir de las entrevistas de la situación actual, constituye la base para estimar la evolución futura que la BM tendrá en las distintas zonas de España.

Como hemos comentado anteriormente y como puede verse en la siguiente ilustración, la penetración de esta tecnología se espera que tenga un crecimiento mayor en el norte que en el centro, y su crecimiento en la zona sur de España será nulo.

**Ilustración 27. Evolución esperada de la penetración de la BM en instalaciones CTE**



La penetración en la actualidad es, según los entrevistados, entre un 2 y un 3% en todas las zonas de España. Por otra parte, si se mantienen las subvenciones, la Bomba de Calor Geotérmica (BCGT) aumentará su cuota de mercado beneficiada por una reducción de costes y por ser una tecnología que también cubre la demanda de refrigeración, como se puede ver en la siguiente ilustración.

Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon; investigación de Eclareon; análisis de Eclareon

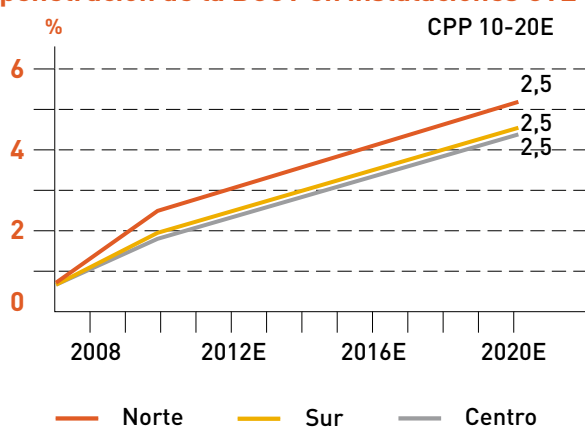
**Ilustración 28. Análisis de la evolución de la ventaja competitiva de las bombas de calor GT frente a la tecnología ST en el segmento de instalaciones CTE**

Situación actual	Situación esperada en 2020	Ev. de la ventaja competitiva
<b>Principales ventajas frente a la ST</b>		
Las instalaciones obligatorias por CTE pueden beneficiarse de ayudas	Suponemos que los programas de ayudas se mantendrán y seguirán siendo compatibles con CTE	↔
Pueden aportar el 100% de la demanda de calefacción y de refrigeración de un edificio	La mejora de los sistemas de acumulación y el desarrollo del <i>solar cooling</i> pueden incrementar la aportación de la ST a la demanda energética de un edificio, sobre todo en el sur	↘
<b>Principales desventajas frente a la ST</b>		
Inversión inicial muy importante (aproximadamente 30.000 € para una vivienda unifamiliar)	Se prevé una reducción de costes	↑
Estructura (industrial y comercial) poco desarrollada en España	Es esperable que el sector se asiente y gane peso en los próximos años	↑

Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon; investigación de Eclareon; análisis de Eclareon

Lo que nos lleva a pensar que las tasas de penetración en las tres zonas geográficas evolucionarán de la siguiente forma.

**Ilustración 29. Evolución esperada de la penetración de la BCGT en instalaciones CTE**



Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon; investigación de Eclareon; análisis de Eclareon

La Ilustración 29 muestra que la penetración no varía sustancialmente entre las tres zonas geográficas y en el periodo 2010-2020E será el mismo para las tres. Esta similitud se debe a que la tecnología de la BCGT no tiene una gran dependencia sobre el clima (ya que cubre tanto las demandas de calor como las de frío) ni los recursos.

Como hemos dicho previamente, la micro-cogeneración ( $\mu$ CG) se encuentra en su fase inicial de entrada en el mercado español, por lo que su cuota actual es muy baja o inexistente, pero creemos que tiene potencial de crecimiento, como puede verse a continuación.

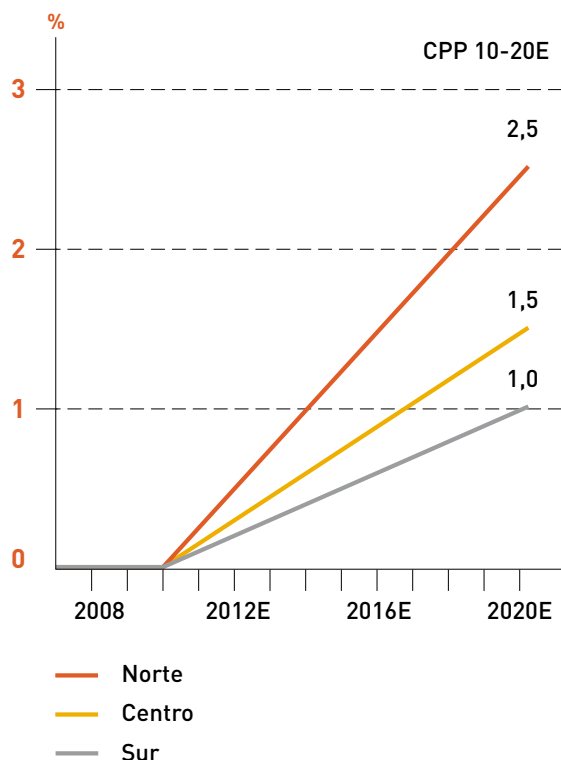
**Ilustración 30. Análisis de la evolución de la ventaja competitiva de la micro-cogeneración frente a la tecnología ST en el segmento de instalaciones CTE**

Situación actual	Situación esperada en 2020	Ev. de la ventaja competitiva
<b>Principales ventajas frente a la ST</b>		
Las instalaciones obligatorias por CTE pueden beneficiarse de ayudas y de las tarifas por venta de electricidad	Suponemos que los programas de ayudas se mantendrán y seguirán siendo compatibles con CTE	↔
Pueden aportar el 100% de la demanda térmica y parte de la demanda eléctrica de un edificio Esta ventaja es menos importante en el sur ya que hay más sol y menos necesidad de calefacción en invierno	La mejora de los sistemas de acumulación y el desarrollo del <i>solar cooling</i> pueden incrementar la aportación de la ST a la demanda energética de un edificio, sobre todo en el sur	↓
<b>Principales desventajas frente a la ST</b>		
Inversión inicial muy importante (1.000-2.500 €/KWe en función de la tecnología)	Es previsible una reducción de costes importante al tratarse de una tecnología muy inmadura	↑
Utiliza combustible no-gratuito	Incremento importante del precio de los combustibles fósiles	↓
Complejidad administrativa elevada El RD 661/2007 no distingue entre cogeneración y micro-cogeneración. Regulación sobre conexión a red obsoleta	Aunque seguirá siendo más complejo que la ST, es previsible que mejore en los próximos años con el desarrollo de ESCOS y de regulación adaptada a la generación distribuida	↑
Necesita un número mínimo de horas de funcionamiento para ser rentable	No es esperable que esto cambie de forma significativa	↔

Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon; investigación de Eclareon; análisis de Eclareon

Lo que nos hace esperar unas tasas de penetración al 2020 del 2,5%, 1,5% y 1% en el norte, centro y sur respectivamente, como puede verse en la siguiente ilustración.

**Ilustración 31. Evolución esperada de la penetración de la  $\mu$ CG en instalaciones CTE**



Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon; investigación de Eclareon; análisis de Eclareon

Como vemos, en la actualidad la penetración de la micro-cogeneración es nula, pero se espera que en los próximos años se vea un importante crecimiento, especialmente en la zona norte debido a las mayores demandas de calor.

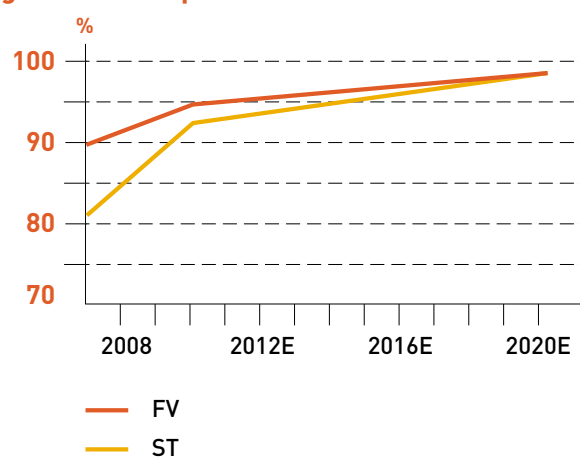
### 2.3.2.3 Incumplimientos

Por último, hemos analizado el grado de cumplimiento del CTE y su evolución temporal. Casi todos los entrevistados han reportado un grado de cumplimiento alto del CTE y una evolución que mejora con el tiempo. Lo que nos hace pensar que la cultura del cumplimiento está en una etapa de maduración, y que por tanto esta evolución positiva continuará (por lo que se llegará a un grado de cumplimiento cercano al 100%).

Preguntar acerca de los incumplimientos es una tarea complicada ya que no es fácil encontrar actores no influenciados en sus respuestas acerca de estos temas. Por este motivo hemos tenido mucho cuidado a la hora de seleccionar las respuestas válidas y las que podrían estar influenciadas.

En FV el cumplimiento es notablemente más alto debido a que existe la posibilidad de obtener una tarifa por producción (el incumplimiento implica pérdida de ingresos), como podemos ver a continuación.

**Ilustración 32. Evolución estimada del grado de cumplimiento del CTE**



Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon

Hemos recibido multitud de comentarios al respecto del cumplimiento del CTE, lo que nos ha permitido conocer casos particulares de la problemática como pueden ser:

- Muchas instalaciones se realizan pero están mal calculadas por falta de conocimiento técnico, por lo que no generan la energía que deberían<sup>4</sup>.
- En muchos casos, a la hora de reducir costes se incurre en problemas como la aplicación de aislamientos indebidos.
- En los inicios existía un grado importante de desconocimiento, lo que dejaba fuera a muchas alternativas renovables a la ST.
- El desconocimiento de la norma (especialmente en los primeros años) ha llevado en algunos casos a posibles incumplimientos.

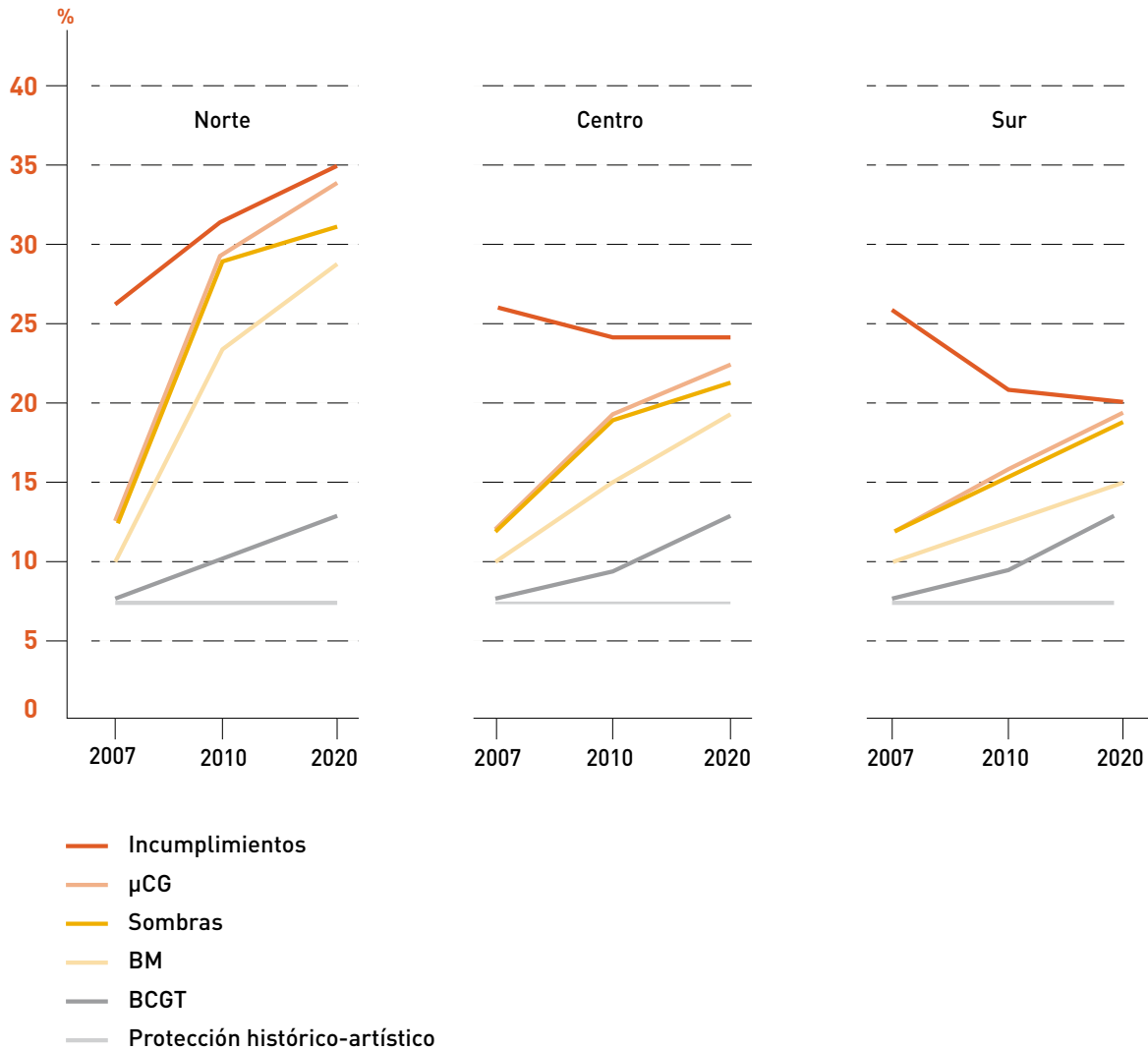
#### Resultados agregados

Conjuntamente todas estas exenciones e incumplimientos capturan una cuota de mercado a la ST sobre el volumen Máximo Teórico dependiendo de la zona.

<sup>4</sup>Esta reducción de la producción la tendremos en cuenta cuando consideramos una producción correcta por encima del 90%



Ilustración 33. Tasa de penetración estimada de las exenciones e incumplimiento por zona



Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon

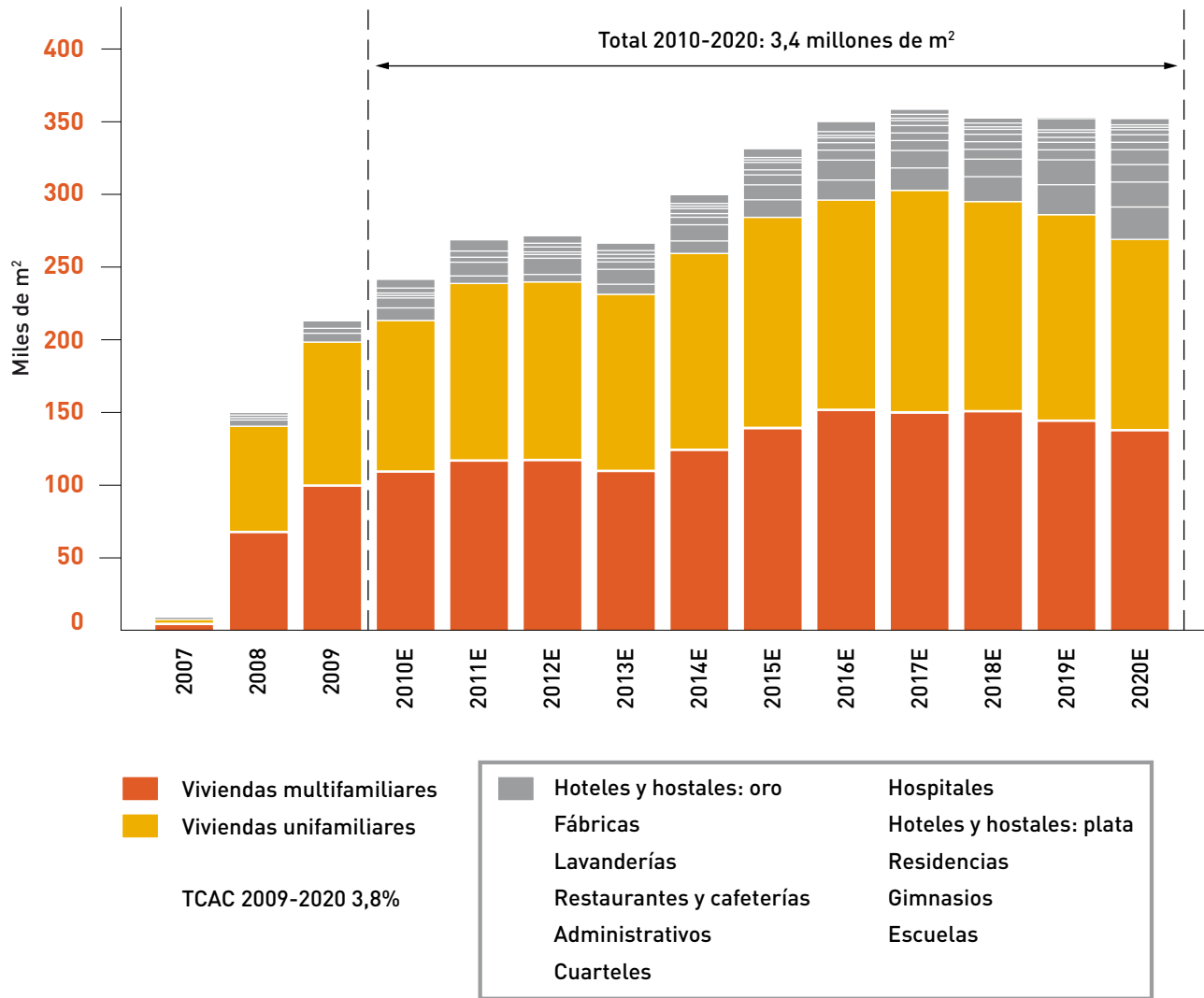
Como podemos ver, en la actualidad, existe una cuota cercana al 25% del mercado ST que realmente no se instala debido a las exenciones contempladas por el CTE y a los incumplimientos. Esperamos que estos volúmenes se reducirán en el centro y sur de España debido a que el grado de cumplimiento mejorará notablemente y la penetración de las alternativas renovables no lo hará de forma tan fuerte. Por otro lado, en la zona norte, la cuota de mercado de la tecnología ST seguirá bajando a pesar del mayor cumplimiento, debido especialmente a la BM.

### 2.3.3 Estimación de mercado Real a 2020

Tras aplicar para cada zona geográfica sus exenciones e incumplimientos a la superficie Máxima Teórica, obtenemos la superficie Real para cada tecnología.

Para la tecnología ST los resultados obtenidos son los siguientes.

**Ilustración 34. Estimación de la superficie ST REAL instalada anualmente a partir del CTE**

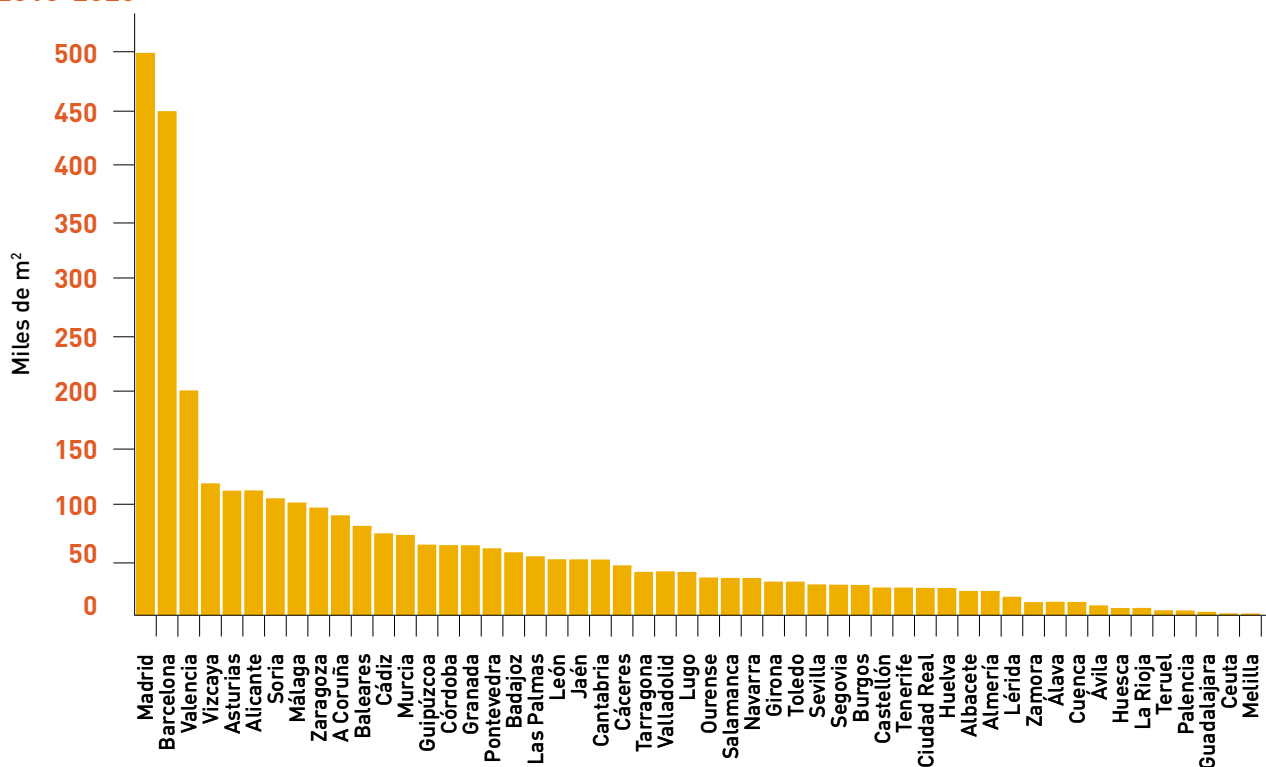


Fuente: análisis de Eclareon

Podemos observar que el sector residencial será el principal generador de demanda ST, tanto en unifamiliar como en multifamiliar. Además creemos que el mercado sumará 3,4 millones de m<sup>2</sup> de 2010 a 2020. Este volumen es mayor que el que

se obtendría siguiendo lo indicado en el CTE y los valores recomendados para una instalación (2,3 millones de m<sup>2</sup>), aunque no refleja la realidad, como hemos visto anteriormente. El reparto por provincias es de la siguiente forma.

**Ilustración 35. Volumen de mercado de sistemas ST instalados por provincia derivado del CTE 2010-2020**

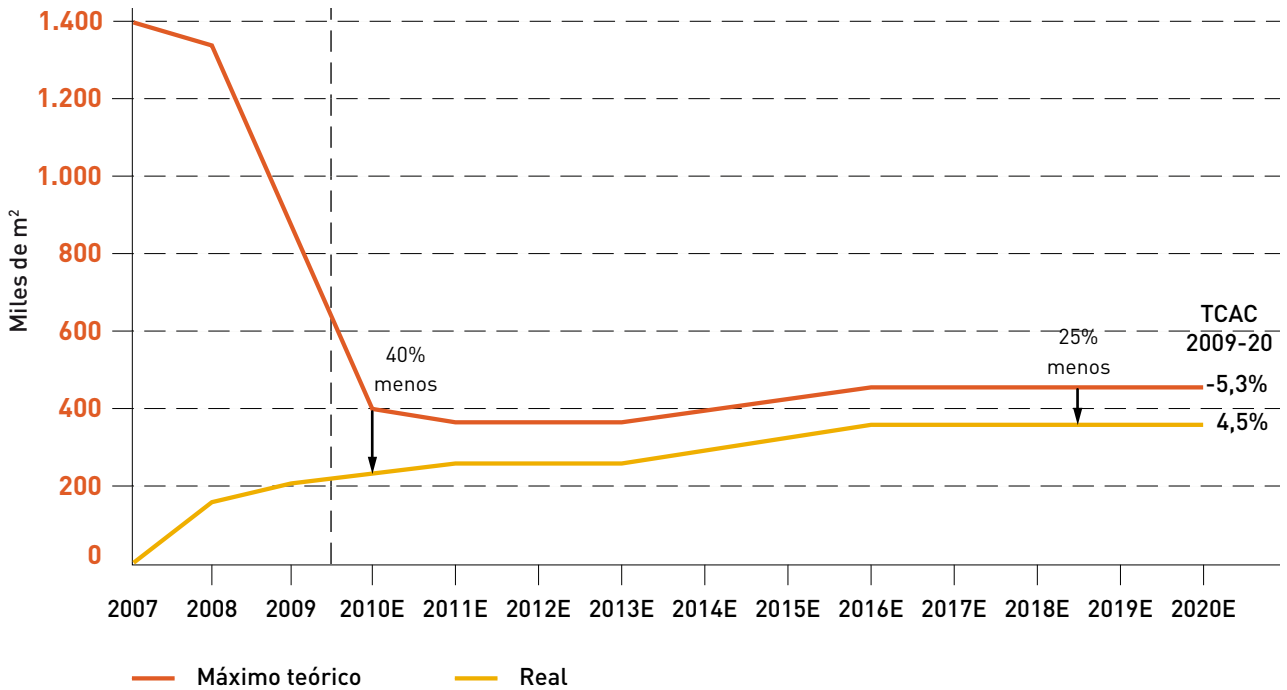


Fuente: análisis de Eclareon

Las provincias con mayor número de habitantes son las que más mercado generarán, debido principalmente a las viviendas.

Las exenciones e incumplimientos rebajan el potencial real de mercado entre un 25 y 40%, lo cual no es despreciable, ya que normalmente estos factores no se tienen en cuenta a la hora de estimar el tamaño de mercado ST a futuro.

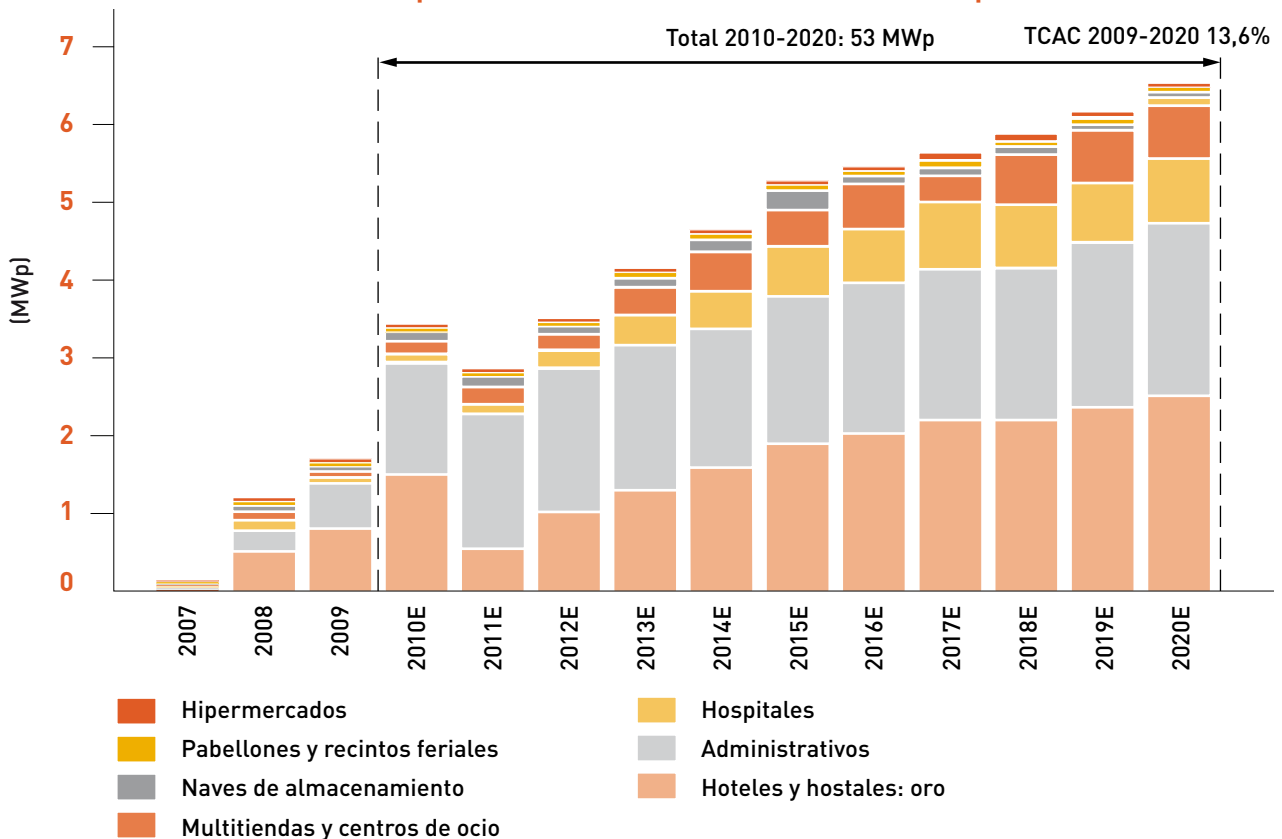
**Ilustración 36. Volumen de mercado de sistemas ST instalados por provincia derivado del CTE 2010-2020**



Fuente: análisis de Eclareon

Para la potencia FV seguimos el mismo procedimiento, descontando del mercado Máximo Teórico las exenciones, incumplimientos y penetración del CTE.

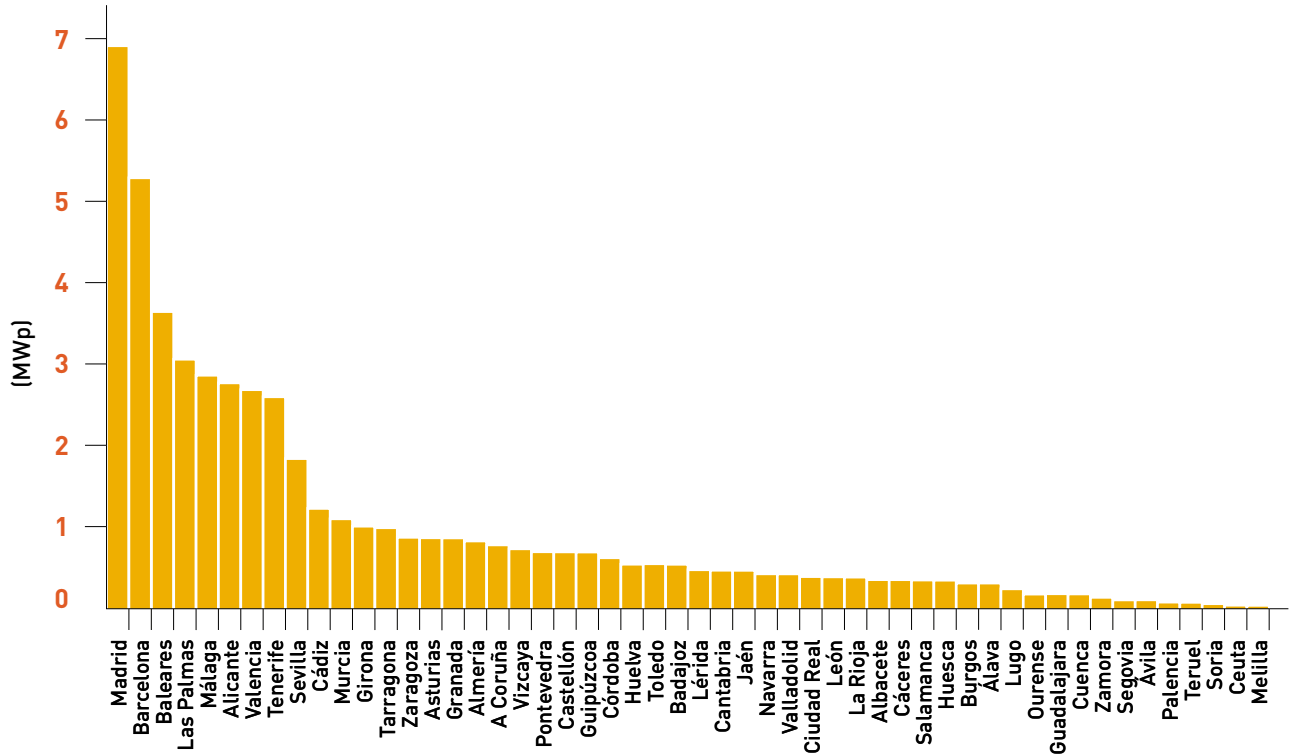
**Ilustración 37. Estimación de la potencia FV REAL instalada anualmente a partir del CTE**



Fuente: análisis de Eclareon

Repartido por provincia de la siguiente forma.

**Ilustración 38. Estimación de la potencia FV instalada por provincia derivada del CTE en el periodo 2010-2020**

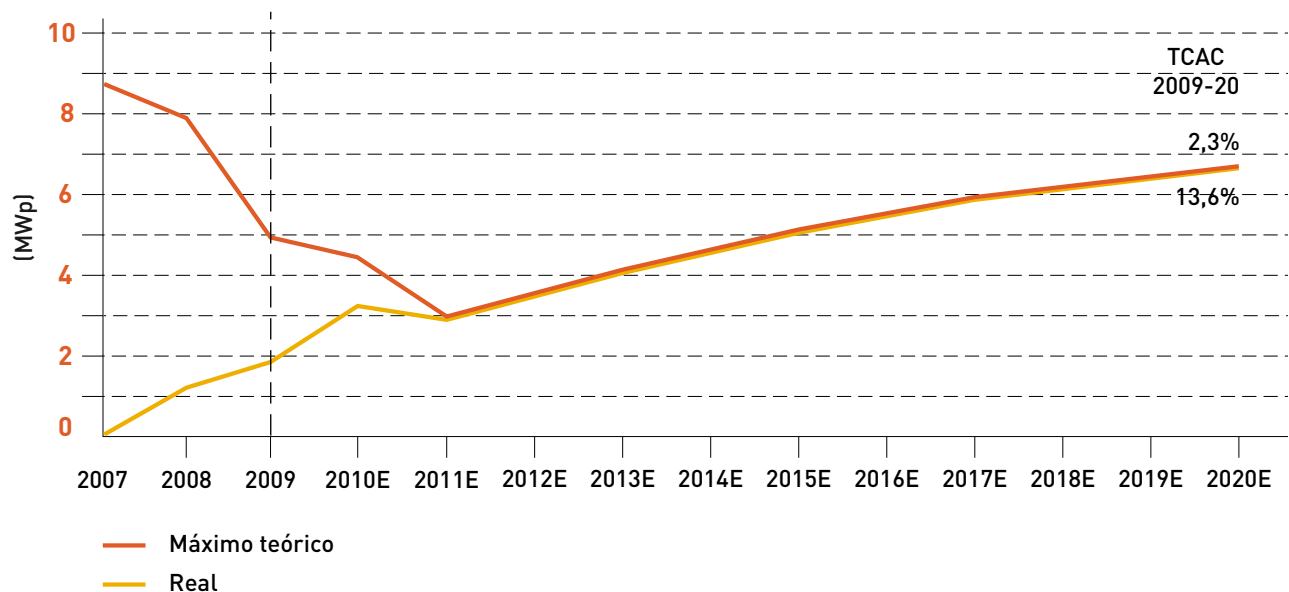


Fuente: análisis de Eclareon

Las provincias con mayor actividad económica (hotelera especialmente) son las que más instalaciones FV generarán.

Las exenciones e incumplimientos apenas existen para la tecnología FV y por tanto no impactan la capacidad del CTE para generar mercado.

**Ilustración 39. Comparación de los mercados potenciales Máximo Teórico y Real FV**



Fuente: análisis de Eclareon

## 2.3.4 Estimación de la producción de energía

A la hora de calcular la energía producida no se puede simplemente multiplicar la superficie y potencia instalada por su producción teórica, ya que existen pérdidas, problemas de funcionamiento y desaprovechamiento de la energía. Por lo que hemos realizado el siguiente análisis.

Para conocer la energía ST producida es clave conocer ciertos factores que tienen una gran influencia:

- Mantenimiento realizado a las instalaciones.
- Funcionamiento a lo largo de los años de las instalaciones que realizan mantenimiento.
- Funcionamiento a lo largo de los años de las instalaciones que no realizan mantenimiento.
- Y finalmente el aprovechamiento real de la energía producida por los colectores.

Estos factores cambian según el tipo de edificio, por lo que los hemos dividido en:

- Viviendas unifamiliares.
- Viviendas multifamiliares.
- No residencial.

Existen problemas de funcionamiento ligados a la falta de mantenimiento, y de las entrevistas realizadas sabemos que el porcentaje de instalaciones a las que se les realiza mantenimiento varía según el tipo de edificio:

- Multifamiliar: 50%. A menudo los usuarios lo ven como un coste con poco beneficio, y en las VPO llegan a desconectarse por el mismo motivo.
- Unifamiliares: 70%. El usuario suele ocuparse personalmente del mantenimiento, pero sólo en primeras residencias ya que en las de ocupación parcial o segundas residencias no es rentable.
- Terciario: 95%. El usuario profesional suele contratar la monitorización de la instalación.

Hemos asumido que estos porcentajes de mantenimiento no varían a lo largo del tiempo de vida de la instalación, como puede verse a continuación.

**Ilustración 40. Porcentaje de instalaciones a las que se les realiza mantenimiento**

Años desde la instalación	1-2	3-4	5-6	7 y >
<b>Multifamiliar</b>	50	50	50	50
<b>Unifamiliar</b>	70	70	70	70
<b>Terciarios</b>	95	95	95	95

**Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon**

Asumimos que las instalaciones que se mantienen funcionan correctamente en su mayoría (al 90%), pero que el 10% de ellas funciona al 50%, debido a posibles pérdidas.

En cambio, para las instalaciones que no reciben mantenimiento, los entrevistados nos han señalado que su funcionamiento empeora a gran velocidad a lo largo del tiempo, por lo que asumimos que:

- Durante el primer y segundo año
  - El 80% de las instalaciones funciona a más del 90% de sus posibilidades.
  - El 10% de las instalaciones funcionan al 50% debido a principalmente a pérdidas.
  - El 10% restante deja de funcionar.
- Durante el tercer y cuarto año
  - El porcentaje de instalaciones que funciona correctamente baja a un 50% debido a que, por falta de mantenimiento, existen fugas que las llevan en algunos casos a funcionar peor y en otros dejar de funcionar.
- A partir del quinto año ninguna instalación funciona correctamente y el 50% no funciona en absoluto
  - Esto se debe por ejemplo a problemas de sobrecalentamiento.
  - También existe la posibilidad de que el circuito se vacíe y que nadie lo note.
  - Una vez comienza a haber fugas, el circuito se vacía a gran velocidad y deja de funcionar en un periodo muy corto de tiempo.
- A partir del séptimo año en adelante ninguna instalación funciona en absoluto
  - Esto se debe por ejemplo a problemas como el sobrecalentamiento.

(Continuación)

**Ilustración 41. Porcentaje de funcionamiento de las instalaciones en función del tiempo**

Años desde la instalación	1-2	3-4	5-6	7 y >
<b>Con mantenimiento</b>				
Funciona a más del 90%	90	90	90	90
Funciona al 50%	10	10	10	10
No funciona	0	0	0	0
<b>Sin mantenimiento</b>				
Funciona a más del 90%	80	50	0	0
Funciona al 50%	10	25	50	0
No funciona	10	25	50	100

Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon

Por otra parte, para calcular la producción de energía teórica a través de datos de producción energética para ambas tecnologías por provincia, podemos obtener una producción de energía estándar, que incluye ya las pérdidas normales que se producen en el circuito.

**Ilustración 42. Energía generada por m<sup>2</sup> al año, incluyendo pérdidas**

Álava	kWh/m <sup>2</sup>	701
Albacete	kWh/m <sup>2</sup>	888
Alicante	kWh/m <sup>2</sup>	922
Almería	kWh/m <sup>2</sup>	928
Asturias (Oviedo)	kWh/m <sup>2</sup>	605
Ávila	kWh/m <sup>2</sup>	835
Badajoz	kWh/m <sup>2</sup>	936
Baleares (P. Mallorca)	kWh/m <sup>2</sup>	857
Barcelona	kWh/m <sup>2</sup>	835
Burgos	kWh/m <sup>2</sup>	745
Cáceres	kWh/m <sup>2</sup>	907

Cádiz	kWh/m <sup>2</sup>	959
Cantabria (Santander)	kWh/m <sup>2</sup>	642
Castellón de la Plana	kWh/m <sup>2</sup>	827
Ceuta	kWh/m <sup>2</sup>	918
Ciudad Real	kWh/m <sup>2</sup>	897
Córdoba	kWh/m <sup>2</sup>	935
Coruña	kWh/m <sup>2</sup>	632
Cuenca	kWh/m <sup>2</sup>	864
Girona	kWh/m <sup>2</sup>	813
Granada	kWh/m <sup>2</sup>	921
Guadalajara	kWh/m <sup>2</sup>	864
Guipúzcoa (San Sebastián)	kWh/m <sup>2</sup>	672
Huelva	kWh/m <sup>2</sup>	967
Huesca	kWh/m <sup>2</sup>	760
Jaén	kWh/m <sup>2</sup>	937
Rioja, La (Logroño)	kWh/m <sup>2</sup>	746
Las Palmas de G. Canaria	kWh/m <sup>2</sup>	1.088
León	kWh/m <sup>2</sup>	700
Lérida	kWh/m <sup>2</sup>	794
Lugo	kWh/m <sup>2</sup>	635
Madrid	kWh/m <sup>2</sup>	919
Málaga	kWh/m <sup>2</sup>	920
Melilla	kWh/m <sup>2</sup>	934
Murcia	kWh/m <sup>2</sup>	936
Navarra (Pamplona)	kWh/m <sup>2</sup>	712
Orense	kWh/m <sup>2</sup>	721
Palencia	kWh/m <sup>2</sup>	767

(Continuación)

Pontevedra	kWh/m <sup>2</sup>	763
Salamanca	kWh/m <sup>2</sup>	825
Segovia	kWh/m <sup>2</sup>	845
Sevilla	kWh/m <sup>2</sup>	939
Soria	kWh/m <sup>2</sup>	799
Santa Cruz Tenerife	kWh/m <sup>2</sup>	1.071
Tarragona	kWh/m <sup>2</sup>	813
Teruel	kWh/m <sup>2</sup>	846
Toledo	kWh/m <sup>2</sup>	882
Valencia	kWh/m <sup>2</sup>	828
Valladolid	kWh/m <sup>2</sup>	783
Vizcaya (Bilbao)	kWh/m <sup>2</sup>	665
Zamora	kWh/m <sup>2</sup>	799
Zaragoza	kWh/m <sup>2</sup>	782

(Continuación)

Cádiz	kWh/kWp	1.512
Cantabria (Santander)	kWh/kWp	1.116
Castellón de la Plana	kWh/kWp	1.332
Ceuta	kWh/kWp	1.456
Ciudad Real	kWh/kWp	1.484
Córdoba	kWh/kWp	1.478
Coruña	kWh/kWp	1.099
Cuenca	kWh/kWp	1.461
Girona	kWh/kWp	1.338
Granada	kWh/kWp	1.504
Guadalajara	kWh/kWp	1.431
Guipúzcoa (San Sebastián)	kWh/kWp	1.166
Huelva	kWh/kWp	1.532
Huesca	kWh/kWp	1.282
Jaén	kWh/kWp	1.490
Rioja, La (Logroño)	kWh/kWp	1.268
Las Palmas de G. Canaria	kWh/kWp	1.785
León	kWh/kWp	1.237
Lérida	kWh/kWp	1.313
Lugo	kWh/kWp	1.152
Madrid	kWh/kWp	1.445
Málaga	kWh/kWp	1.450
Melilla	kWh/kWp	1.484
Murcia	kWh/kWp	1.504
Navarra (Pamplona)	kWh/kWp	1.237
Orense	kWh/kWp	1.225
Palencia	kWh/kWp	1.315

Fuente: análisis de Eclareon

**Ilustración 43. Energía generada por kWp al año, incluyendo pérdidas**

Álava	kWh/kWp	1.234
Albacete	kWh/kWp	1.484
Alicante	kWh/kWp	1.464
Almería	kWh/kWp	1.473
Asturias (Oviedo)	kWh/kWp	1.085
Ávila	kWh/kWp	1.445
Badajoz	kWh/kWp	1.490
Baleares (P. Mallorca)	kWh/kWp	1.386
Barcelona	kWh/kWp	1.346
Burgos	kWh/kWp	1.304
Cáceres	kWh/kWp	1.450

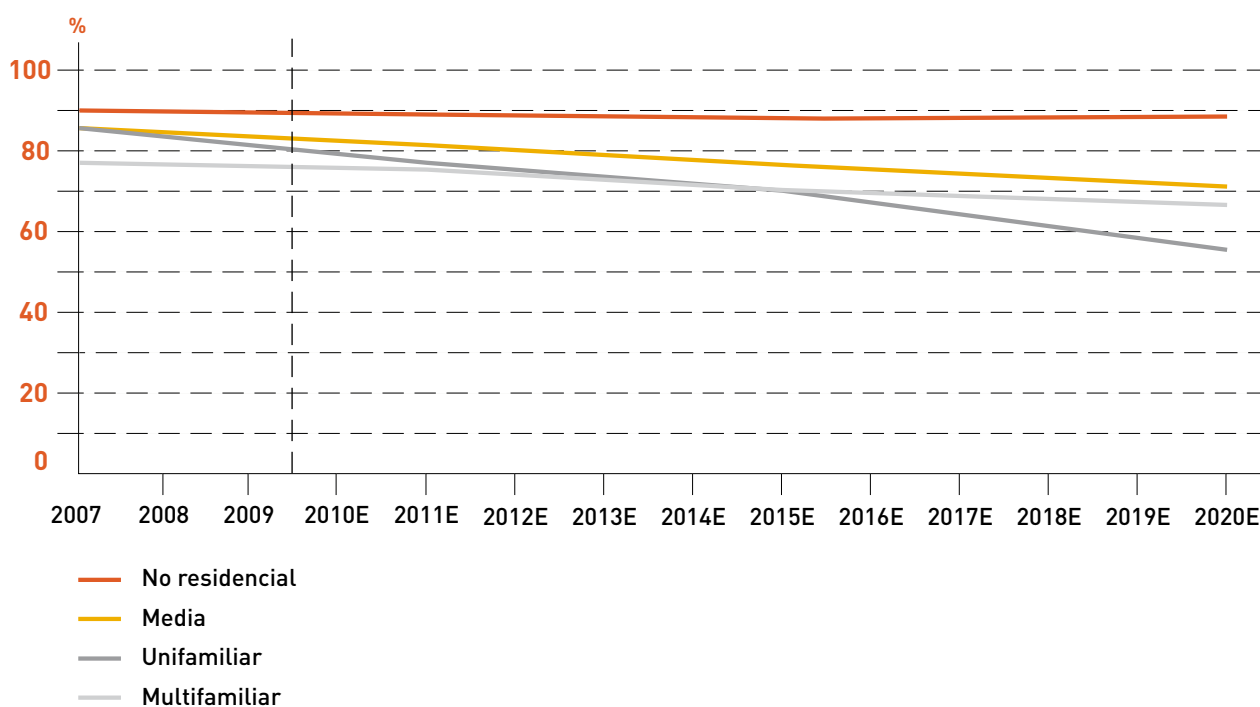


(Continuación)

Pontevedra	kWh/kWp	1.276
Salamanca	kWh/kWp	1.405
Segovia	kWh/kWp	1.431
Sevilla	kWh/kWp	1.495
Soria	kWh/kWp	1.380
Santa Cruz Tenerife	kWh/kWp	1.832
Tarragona	kWh/kWp	1.329
Teruel	kWh/kWp	1.433
Toledo	kWh/kWp	1.453
Valencia	kWh/kWp	1.349
Valladolid	kWh/kWp	1.349
Vizcaya (Bilbao)	kWh/kWp	1.158
Zamora	kWh/kWp	1.363
Zaragoza	kWh/kWp	1.293

Fuente: análisis de Eclareon

**Ilustración 45. Estimación del porcentaje de aprovechamiento de producción solar sobre el máximo posible para el parque estimado de instalaciones ST en España**



Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon; análisis de Eclareon

Por este método obtenemos una producción teórica de energía para las dos tecnologías, y luego descontamos los porcentajes de funcionamiento que hemos analizado anteriormente a la ST para obtener la producción real de energía.

También hemos tenido en cuenta el aprovechamiento real que se hace de la energía ST que produce una instalación, ya que en las viviendas no toda la energía que se produce realmente se aprovecha debido a desajuste entre producción y demanda.

**Ilustración 44. Porcentaje de energía producida que realmente se aprovecha**

Multifamiliar	95%
Unifamiliar	85%
Terciarios	100%

Fuente: Programa de entrevistas de Eclareon

Lo que conjuntamente con lo anterior nos da la evolución en el tiempo del aprovechamiento real de la energía ST para los distintos sectores. Hemos estimado que en 2020 sólo se aprovechará el 70% de la energía que podría generar el parque ST español debido a la falta de mantenimiento y al desajuste entre producción y consumo (asumiendo los volúmenes anuales de instalaciones descritos anteriormente).

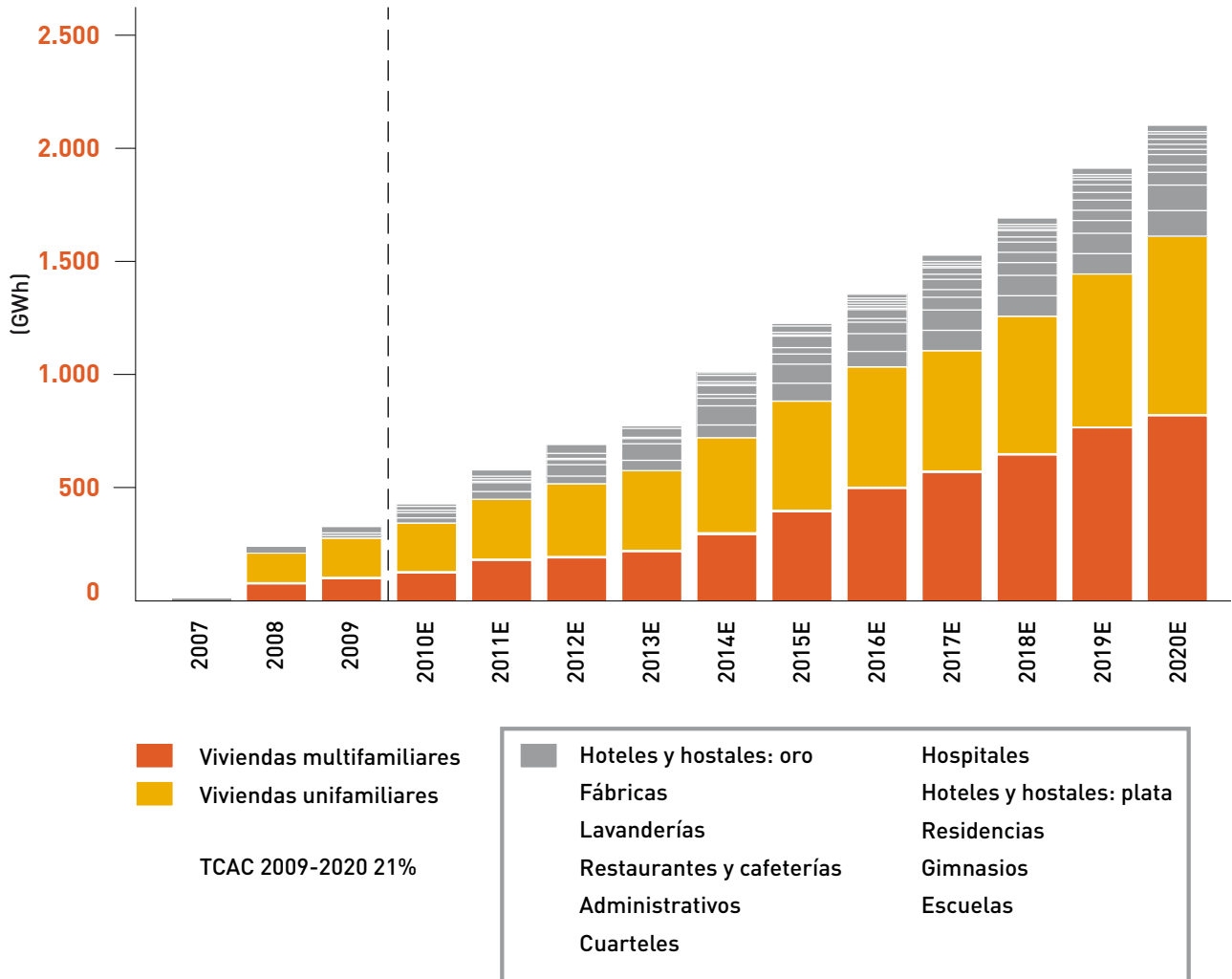
**Resultados**

Con todo lo anterior obtenemos para cada una de las tecnologías, la producción de energía que realmente se aprovecha. En el caso de la FV toda la energía se vende a la red ya que está sujeta a tarifa. En el caso de la ST, como vimos, depende mucho de la ocupación del edificio o vivienda y del

funcionamiento de la instalación que en muchos casos no es bueno debido a falta de mantenimiento.

El incremento de producción de energía con tecnología ST es constante a medida que se incorporan las nuevas instalaciones al funcionamiento, y llegará a superar los 2.000 GWh en 2020.

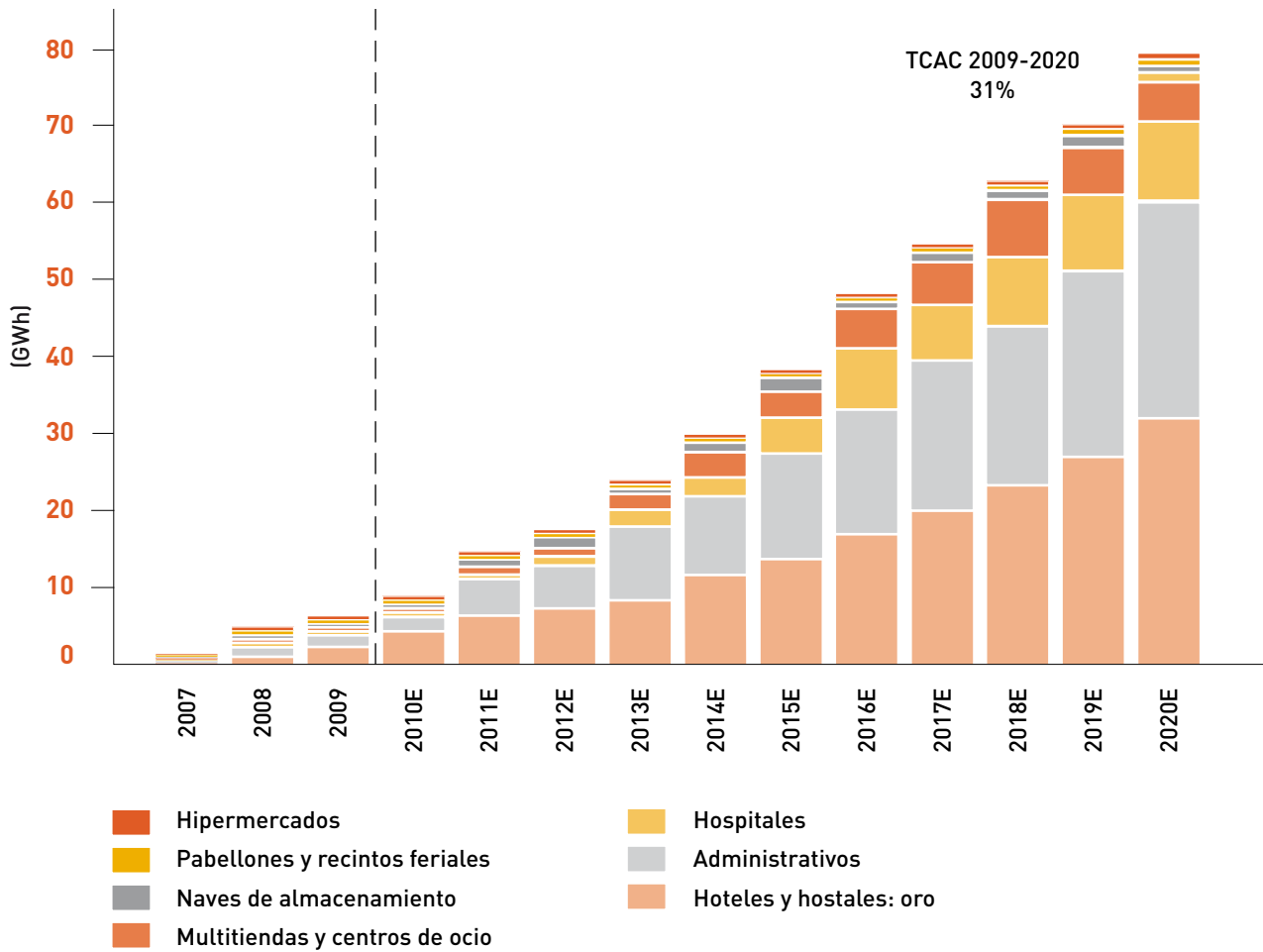
**Ilustración 46. Producción de energía de las instalaciones ST a partir del CTE**



Fuente: cálculos de Eclareon

Estimamos que la producción de energía FV por CTE crecerá al 25% anual debido al incremento de kWp instalados, alcanzando en 2020 unos 79 GWh.

**Ilustración 47. Estimación de la producción anual de energía con sistemas FV instalados a partir del CTE**



Fuente: cálculos de Eclareon

Como podemos ver, existe una diferencia de un factor de cien entra la energía que se producirá con las tecnologías ST y FV. Esto se debe a que el CTE busca impulsar principalmente a la tecnología ST y tiene a la FV como un complemento secundario.

# **Anexo I: Reseña sobre el desarrollo de las tecnologías ST y FV, y su entorno comercial**

Con el fin de crear el contexto tecnológico y comercial del presente estudio, hemos realizado un análisis breve sobre:

- Tecnologías existentes en la actualidad y asentadas en el mercado.
- Corrientes de Investigación y Desarrollo (I+D), y posibles tecnologías emergentes.
- Evoluciones pasadas y estimaciones a futuro de
  - Rendimientos.
  - Precios.
- Análisis de los actores clave del sector.
- Análisis del mercado actual.
- Estudio de la cadena de valor.
- Estudio de los efectos que tuvo la entrada en vigor del CTE en el mercado.

### 3.1 LA TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA

Para analizar el estado actual y las posibles modificaciones del mercado, y la tecnología ST en España y las posibles influencias del exterior, hemos analizado

lo que creemos son los puntos más importantes para tener un entendimiento global del sector, que son:

- Tecnologías disponibles.
- Áreas de investigación.
- Evolución pasada de la eficiencia y del precio.
- Los actores claves.
- Efectos que ha tenido la entrada en vigor del CTE en el mercado ST.

#### 3.1.1 Análisis de las tecnologías

Cada una de las tecnologías ST tiene unas características técnicas que la hacen más adecuada para una determinada aplicación, en la cual se aprovechan al máximo sus características.

**Ilustración 48. Tecnologías disponibles en el mercado ST español**

	Captador plano	Tubos de vacío	Prolipropileno	Concentración
				
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja temperatura</li> <li>• Forzado o termosifón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Media y alta temperatura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja temperatura</li> <li>• Flexible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta temperatura</li> </ul>
Eficiencia óptica	+++	++++	+	++++
Pérdidas	+++	++	++++	++
Aplicaciones óptimas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ACS en zonas templadas/cálidas</li> <li>• Frío solar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos industriales</li> <li>• Frío solar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de calentamiento de agua en piscinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aún en un estado experimental</li> </ul>
Cuota de mercado	94%	4%	2%	~0%

Fuente: informe ASIT 2009; análisis de Eclareon

Como podemos ver en la Ilustración 48, las cuatro tecnologías principales son:

- Captador plano vidriado.
- Captador de tubos de vacío.
- Colector de polipropileno.
- Colector de concentración.

Se puede decir que la tecnología más básica es la del polipropileno ya que tiene las mayores pérdidas y la menor eficiencia óptica, pero a pesar de esto sigue siendo un sistema utilizado para el calentamiento de agua en piscinas.

El captador plano es el sistema más utilizado ya que cubre todas las necesidades de aplicación a baja temperatura y sus eficiencias y pérdidas son aceptables.

Para aplicaciones a temperaturas medias y altas es necesaria una eficiencia óptica muy elevada y unas pérdidas bajas, por lo que los tubos de vacío

se ajustan perfectamente a estas características, siendo aplicados para procesos industriales o de producción de frío.

Y por último, hemos incluido la concentración, ya que a pesar de que no tiene prácticamente cuota de mercado, se trata de una tecnología que puede tener cierta importancia en el medio plazo.

### 3.1.2 I+D

Existen numerosas áreas de investigación abiertas para la tecnología ST, de las cuales se cree que los sistemas de acumulación compactos, estacionales y competitivos son los que tendrán más importancia en el mercado futuro.

Se puede hacer una clasificación entre las distintas áreas de investigación para analizar las tareas que se están llevando a cabo en cada una de ellas.

**Ilustración 49. Principales áreas de I+D para la tecnología solar térmica**

Colectores	Sistemas de acumulación	Nuevas aplicaciones	Otras
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de nuevos materiales                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora del rendimiento</li> <li>- Reducción de costes</li> </ul> </li> <li>• Desarrollo de nuevas tecnologías o mejora de las actuales para temperaturas intermedias (80-250 °C)</li> <li>• Mejora de los procesos productivos (automatización)</li> <li>• Desarrollo de productos adaptados para la integración arquitectónica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de sistemas de acumulación competitivos                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compactos</li> <li>- Que permitan realizar una acumulación estacional del calor (utilización en invierno de calor acumulado en verano)</li> <li>- Se obtendrá mediante el desarrollo de nuevas tecnologías, como la acumulación termoquímica</li> </ul> </li> <li>• Este objetivo es prioritario para la tecnología ST</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solar Active Building: edificios que cubran el 100% de su demanda</li> <li>• Frío Solar</li> <li>• Procesos industriales hasta 250 °C</li> <li>• Desalinización y tratamiento de aguas</li> <li>• District Heating &amp; Cooling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de sistemas de control que maximicen el aprovechamiento de la EST</li> <li>• Mejora de las soluciones contra el sobrecalentamiento                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas Drain Black</li> <li>- Disipadores de energía</li> </ul> </li> </ul>

Fuente: ESTTP; análisis de Eclareon

Tal como hemos visto los colectores solares planos tienen un grado de desarrollo importante, pero a pesar de esto se siguen haciendo investigaciones en cuanto a la aplicación de nuevos materiales que permitan obtener mejores eficiencias ópticas, reducir los costes, etc. Por otra parte, se está intentando desarrollar tecnologías capaces de cubrir necesidades a mayores temperaturas a través de técnicas como la concentración o los tubos de vacío. Los mayores volúmenes de producción también están permitiendo mejoras en los procesos productivos

a través de la automatización de éstos. A consecuencia de algunas normas (como el CTE) se ha prestado especial interés al desarrollo de productos adaptados para la integración arquitectónica.

Debido a las diferencias entre las curvas de demanda y producción, los sistemas de acumulación están siendo uno de los principales focos de desarrollo actualmente. Se busca obtener sistemas de acumulación compactos, que permitan realizar una acumulación estacional y así poder aprovechar en

invierno la energía acumulada durante el verano. Por este motivo, se están centrando muchos esfuerzos en el desarrollo de la acumulación termoquímica.

Las mejoras tecnológicas y la posibilidad de alcanzar temperaturas más altas está ofreciendo la posibilidad de buscar otras aplicaciones para la tecnología ST. Desalinización, tratamiento de aguas, procesos industriales y frío solar son algunos ejemplos. Por otra parte están los edificios conocidos como Solar Active Building, que buscan satisfacer el 100% de su demanda térmica con tecnología ST.

También existen otras áreas de investigación importantes como son los sistemas de control que permiten maximizar el aprovechamiento de la energía creada a partir de sistemas ST.

Merece un análisis aparte el estudio de las soluciones para evitar problemas por sobrecalentamiento. A pesar de que existen numerosas opciones para solucionar los problemas de sobrecalentamiento, creemos que un porcentaje muy bajo del mercado (posiblemente un 1% o menor) posee un sistema para combatirlo. Esto se debe a que el sobrecalentamiento no se percibe aún como un problema real, porque normalmente sus efectos pasan desapercibidos.

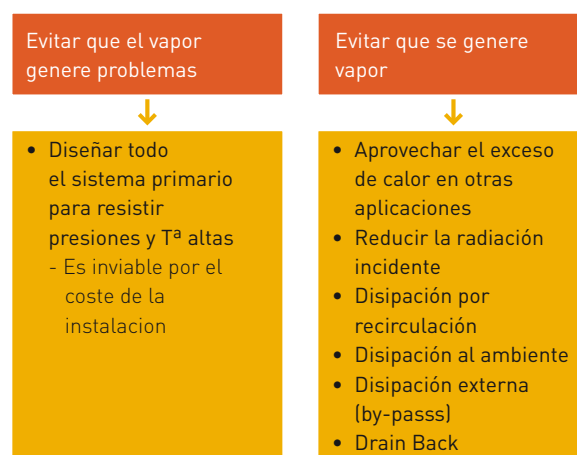
Un captador ST está diseñado para soportar presiones y temperaturas altas, pero existen otros elementos del circuito primario que no lo están:

- Las juntas tóricas y tuberías: son las partes más sensibles a las altas temperaturas.
- El acumulador: los revestimientos se degradan por encima de los 80°C.

Como se puede ver en la Ilustración 50, hay dos maneras de evitar que el estancamiento genere problemas: evitar que el vapor genere problemas y evitar que se genere vapor. En relación a la primera de las opciones, si todo el equipo del circuito primario se diseñara para resistir las presiones y temperaturas máximas, no existirían problemas asociados a la generación de vapor por sobrecalentamiento. Esta opción no se considera viable, dado que aumentarían considerablemente los costes de la instalación. En cuanto a evitar la formación de vapor, existen diferentes opciones de hacerlo<sup>5</sup>. El Drain Back es el sistema más utilizado, pero tiene las siguientes limitaciones:

- No pueden existir pendientes en contra del vaciado, ni más de 15 m desde el captador al acumulador.
- Recomendable sólo para instalaciones domésticas.
- Conlleva consumo eléctrico.
- Fallo en caso de caída de tensión.
- No puede incorporarse a instalaciones ya existentes.

### Ilustración 50. Soluciones para evitar problemas por sobrecalentamiento



Fuente: análisis de Eclareon; entrevistas de Eclareon

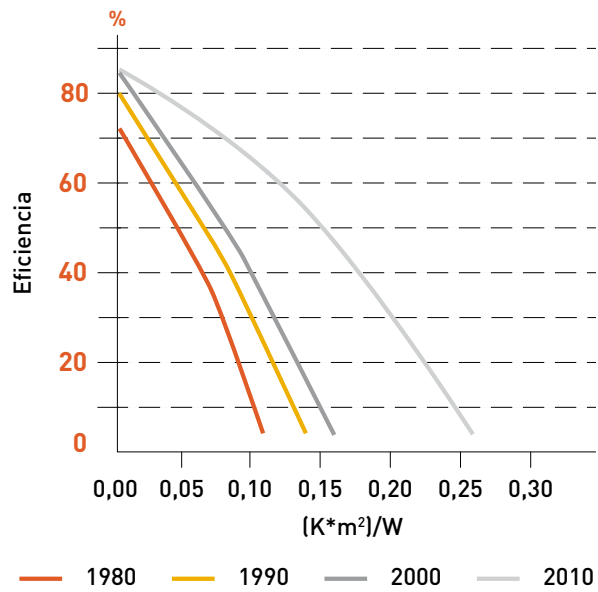
### 3.1.3 Evolución del rendimiento

La evolución del rendimiento de los colectores comerciales ha estado históricamente ligada al crecimiento del mercado, ya que este aumento ha permitido pasar de una producción artesanal a una producción en serie automatizada con una posibilidad de reducción de costes muy importante.

A continuación podemos ver la evolución del tamaño de mercado anual, y de la eficiencia de los colectores. Como vemos, el gran crecimiento del mercado en la última década (17.1 M de m<sup>2</sup>) se ha traducido en una mejora importante de la curva de rendimiento del colector.

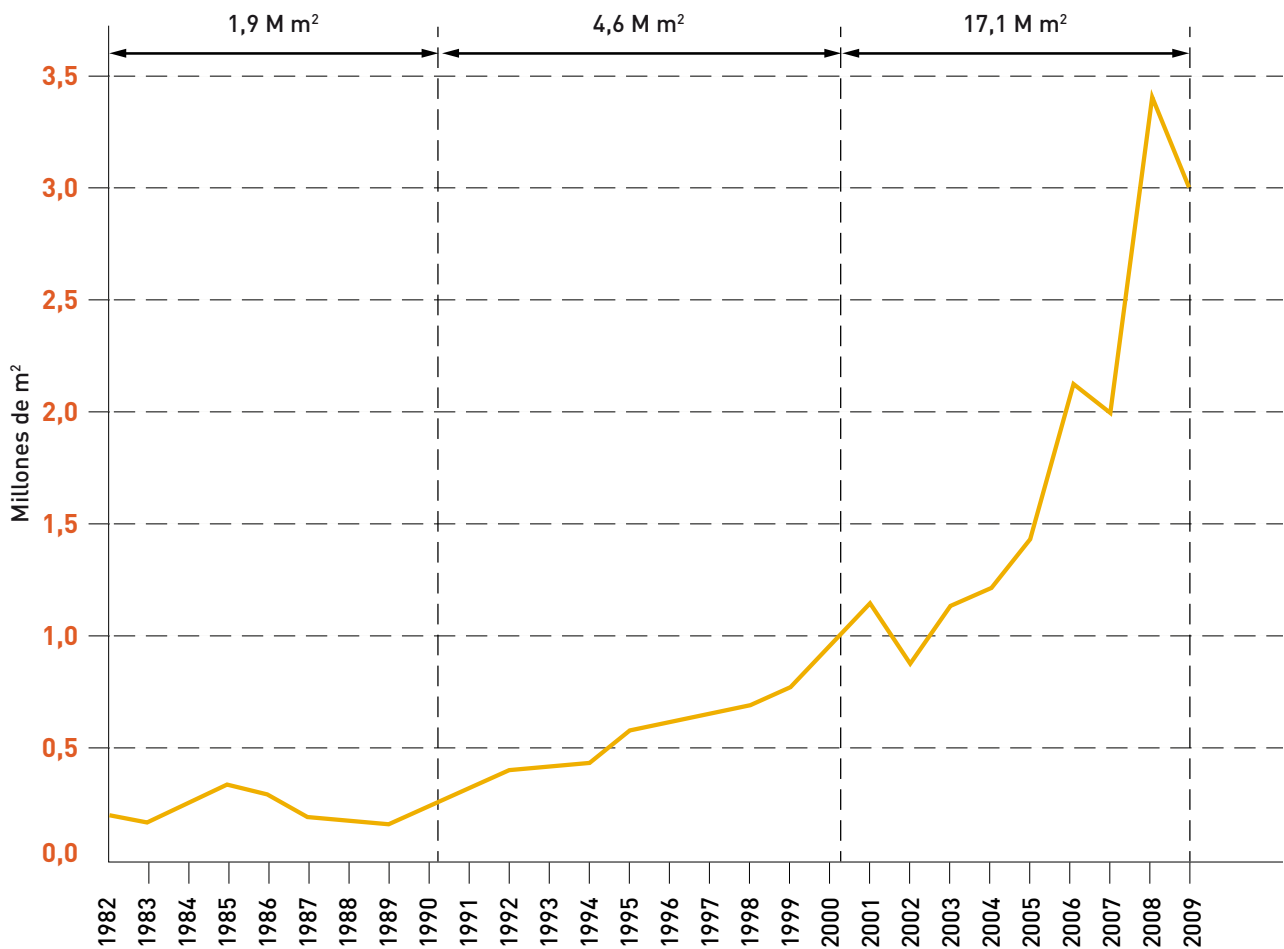
<sup>5</sup>El sobredimensionamiento del vaso de expansión sería suficiente para evitar los problemas de sobrecalentamiento. Esta solución es muy utilizada

**Ilustración 51. Curvas de rendimiento de colectores ST en función de su año de fabricación**



Fuente: Institut für solartechnik SPF; análisis de Eclareon

**Ilustración 52. Capacidad ST instalada anualmente en UE 27 + Suiza**



Fuente: ESTIF; análisis de Eclareon



Esta mejora en el rendimiento y aumento del mercado han creado, como veremos a continuación, una importante bajada de precios de los colectores.

### 3.1.4 Evolución de precios

Existe un rango de precios muy amplio para instalaciones ST dependiendo del tipo de tecnología que utilicen y del tamaño de la instalación. En los últimos 10 años los precios han tenido un descenso general importante (TACC 00-10E entre -1,0 y -4,4%) debido principalmente a la automatización de la producción. Se espera a su vez que para la próxima década los precios sigan bajando, aunque a un ritmo menor (TACC 10E-20E entre -1,0 y -3,0%). Los descensos en los precios en los próximos años se deberán a los siguientes factores:

#### 1) Economías de escala

- Crecimiento del mercado debido a
  - Aumento constante de los precios de los combustibles fósiles.
  - Desarrollo de nuevas aplicaciones (solar cooling, ...).
  - Apoyo gubernamental.

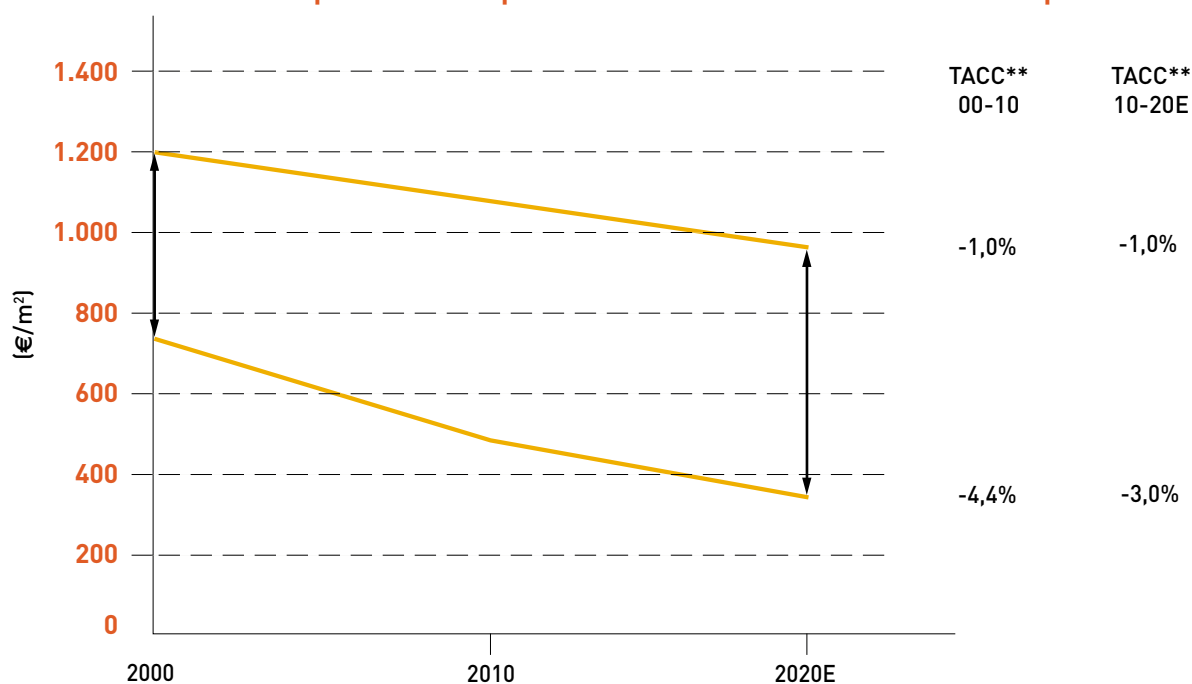
#### 2) Mejoras tecnológicas

- Mejora del rendimiento e utilización de nuevos materiales para colectores.
- Desarrollo de sistemas de acumulación estacionales compactos.
- Mejora de los procesos productivos.

#### 3) Optimización en la cadena de valor

- Optimización de márgenes de instalación y distribución.
- Optimización de esfuerzos de diseño e instalación debido al aumento de la experiencia.

**Ilustración 53. Evolución aproximada de precio llave en mano de una IISST en España\***



\* El rango es muy amplio ya que el precio de una IST depende de numerosos factores (tamaño, calidad de los componentes, etc.)

\*\*Tasa Anual de Crecimiento Compuesto

Fuente: ITW, University Stuttgart; entrevistas Eclareon; análisis de Eclareon

### 3.1.5 Actores clave del sector

Existen multitud de actores en los distintos eslabones de la cadena de valor del sector ST. El crecimiento del mercado ha hecho que, especialmente en la instalación, muchos actores

externos o no especialistas se hayan incorporado. A continuación presentamos una relación de los principales actores de cada eslabón, su número total aproximado y destacando, en el caso de fabricantes, los más importantes con fábrica en España.

**Ilustración 54. Esquema de los principales actores de los eslabones de la cadena de valor**

	Fabricantes ST	Distribuidor	Instalador
<b>Nº aproximado de actores</b>	> 60	> 200	> 500
<b>Actores relevantes</b>	Schüco	Wagner & Co.	Ocho17
	Astersa*	Connergy	Acciona Instalaciones
	Viessmann	SALTOKI	ASSYCE
	Ariston	THISA	Grupo Abasol
	Baxi Roca*	ALMESA	Ábaco ambiental
	Isofotón*	Salvador Escoda	Aura solar
	Termicol*	La Gavias	Cenit solar
	OCV*	TRADE SA	Btec Soluciones
	9REN Group*	Eugenio Pereda	Enersun
	Wagner*	Suministros Valls	Abast Energía Natural

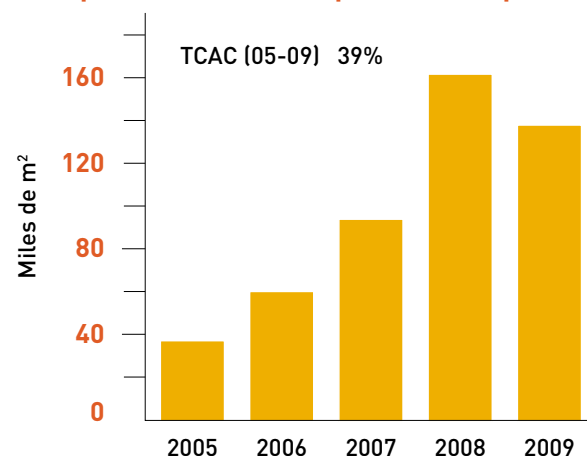
\*Con fábrica en España

Fuente: S&WE; ASIT; investigación de Eclareon

De esta relación se desprende que a medida que avanzamos en la cadena de valor existe una mayor presencia de actores no especialistas.

En relación con el análisis de la Ilustración 54, también cabe prestar atención a la producción nacional de colectores. La caída del mercado también ha afectado a la producción de captadores en España, aunque según ASIT la proporción de captadores españoles del mercado total se mantuvo en torno al 35%. A pesar de esto, el crecimiento en los últimos 5 años ha sido del 39% anual, lo cual demuestra que se trata de un mercado aún inmaduro. Por otro lado, existe en los últimos años una pequeña tendencia de salida hacia el exterior de fabricantes nacionales.

**Ilustración 55. Evolución de la producción de captadores vidriados planos en España**

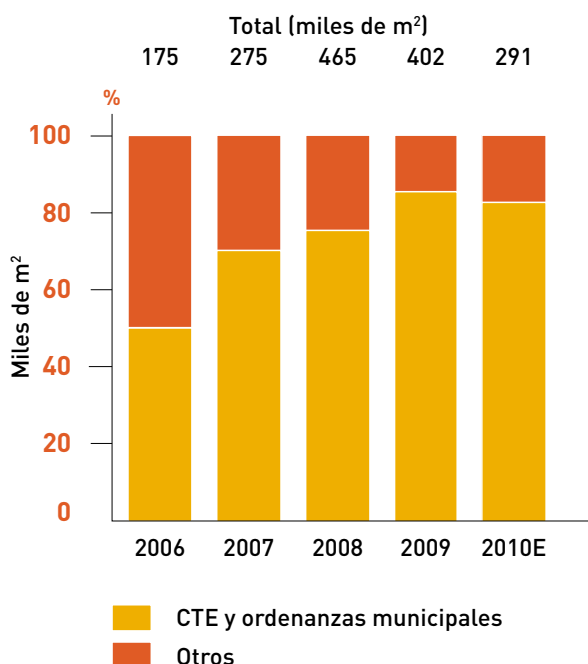


Fuente: ASIT; análisis de Eclareon

### 3.1.6 Mercado actual y efectos del CTE

El CTE se ha convertido en el principal motor para el crecimiento del mercado ST en España. Antes de la entrada en vigor del CTE en septiembre de 2006, las instalaciones obligatorias representaban menos del 50% del mercado ST español ya que muy pocas CCAA tenían ordenanzas municipales en las que se obligaba a la instalación de tecnología ST. Desde ese momento la cuota de mercado del CTE/Ordenanzas municipales creció constantemente hasta 2009, llegando casi al 85% de la capacidad instalada. A su vez, estimamos que en 2010 ese porcentaje bajará hasta un 83% debido a la caída del sector de la construcción (ver Ilustración 56). Esta caída se explica debido a que el sector residencial es el de mayor peso dentro del CTE y debido a su crisis se construirá un número mucho menor de viviendas en comparación con los años anteriores.

**Ilustración 56. Distribución por tipo de motor del mercado ST español**



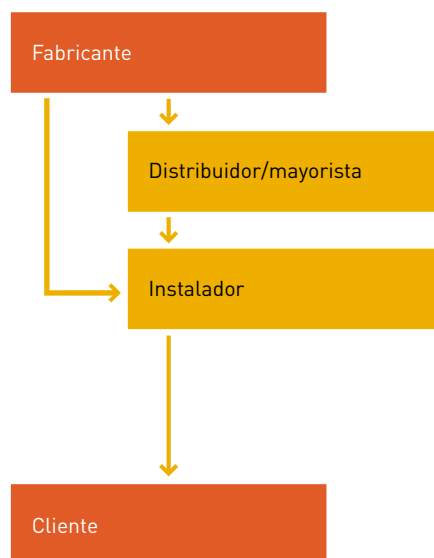
Fuente: ASIT; análisis de Eclareon

Por otra parte, el CTE también ha afectado a la cadena de valor debido a la entrada de las constructoras o promotoras inmobiliarias, como representamos a continuación. Con este nuevo esquema, el cliente ya no es quien decide acerca de la instalación y pasa a tener el poder de decisión

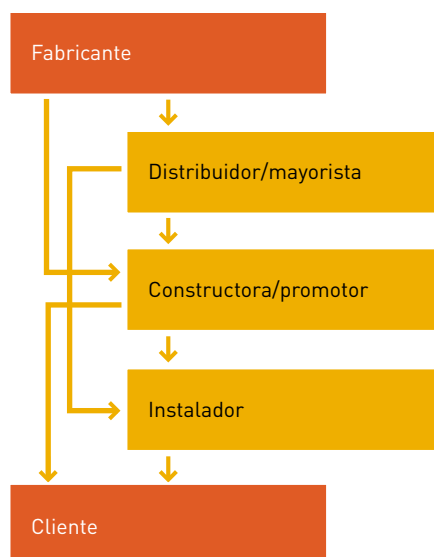
el constructor/promotor de la vivienda. Esto tiene consecuencias en el tipo de colectores que se instalan y los precios.

**Ilustración 57. Cambio de la cadena de valor a partir del CTE**

**Cadena de valor previa a la entrada en vigor del CTE**



**Cadena de valor con el CTE**



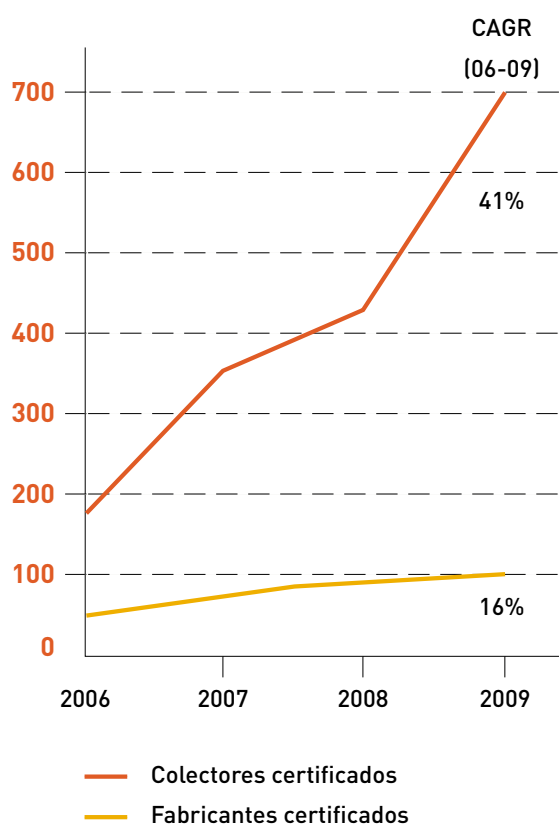
Fuente: Eclareon

**Evolución de precios**

Existen una serie de factores que han tenido una gran influencia en los precios.

- La esperanza de crecimiento del mercado ST atrajo a muchos nuevos actores, aunque finalmente el tamaño de mercado ha sido menor de lo esperado, lo que ha creado una gran competencia. En la Ilustración 58 podemos ver la evolución del número de colectores certificados y fabricantes certificados.
- Los nuevos actores (constructoras/promotoras y grandes distribuidores) tienen un mayor poder de negociación que los actores tradicionales (pequeños y medianos distribuidores) y eso les ha permitido obtener precios más bajos, que finalmente han repercutido a todo el mercado.

**Ilustración 58. Evolución de los colectores y fabricantes certificados**



Fuente: ASIT; análisis de Eclareon; investigación de Eclareon

Todo esto ha llevado a que se redujeran los precios de forma importante, como analizaremos más adelante.

**Evolución del tipo de colector**

El CTE ha tenido una gran influencia en el tipo de productos que se instalan y también en los volúmenes de compra que se realizan, y esto ha afectado a la calidad y precio de los productos.

Debido a las condiciones climáticas de España, el CTE especifica un límite de conexiones en serie (para evitar sobrecalentamiento), por lo que son necesarios colectores con cuatro conexiones para instalaciones en paralelo.

**Ilustración 59. Máximo de conexiones en serie por zona**

Zona climática	Máximo m <sup>2</sup>
I y II	10
III	8
IV y V	6

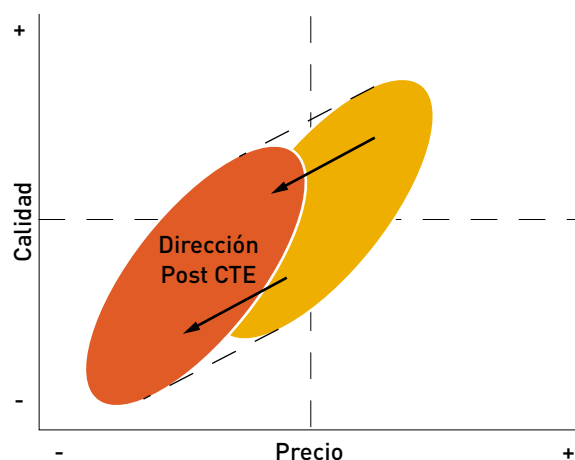
Fuente: CTE

Por otra parte existen más instalaciones de gran tamaño debido a que:

- Previamente se instalaba únicamente en viviendas unifamiliares, y ahora también en multifamiliares.
- El CTE es obligatorio para edificios del sector no residencial de gran tamaño.

Todo esto ha creado que se pase de un mercado subsidiado dominado por los kits solares, a un mercado dominado por los conocidos como “colectores de obra”. Se trata de unos colectores con unas eficiencias más bajas (menor calidad), menor tamaño y 4 tomas, lo que les permite satisfacer las necesidades del nuevo mercado. En la Ilustración 60 puede verse reflejada la variación de la oferta de productos en la matriz de calidad/precio.

**Ilustración 60. Diagrama indicativo de la relación calidad/precio post CTE**



Fuente: análisis de Eclareon





## 3.2 LA TECNOLOGÍA FV

Para analizar el estado actual y las posibles modificaciones del mercado y la tecnología FV en España y las posibles influencias del exterior hemos analizado, al igual que para ST, lo que creemos son los puntos clave del sector.

### 3.2.1 Análisis de las tecnologías

Existen diversas tecnologías y materiales FV con distintas ventajas y desventajas.

Ilustración 61. Diagrama indicativo de la relación calidad/precio post CTE

	Silicio cristalino	Capas delgadas	Concentración (CPV)	3ª generación
				
Tipologías	Poli y mono	CdTe, CIGS y a-Si	CPV y HCPV	<i>Dye-sensitized cells</i> y células orgánicas
Eficiencia comercial	14-17%	10-12%	25-30%	5-6%
Madurez	+++	++	+	-
Cuota de mercado	~85%	~15%	~1%	~0,1%
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnología madura</li> <li>• Buenas eficiencias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costes de producción bajos</li> <li>• Buen comportamiento ante alta Tª y luz indirecta</li> <li>• Versatilidad de módulos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencias muy altas</li> <li>• Costes optimizables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costes de producción potencialmente bajos</li> <li>• Versatilidad de módulos</li> <li>• Materias primas abundantes</li> </ul>
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor margen en la reducción de costes</li> <li>• Dependencia del Si</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencias bajas</li> <li>• Dependencia de metales escasos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fases de desarrollo poco avanzada</li> <li>• Costes muy elevados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase de desarrollo muy prematura</li> <li>• Eficiencias bajas</li> </ul>

Fuente: investigación de Eclareon; análisis de Eclareon

La tecnología que tiene una mayor cuota de mercado es el silicio cristalino (en sus dos variedades: policristalino y monocristalino), ya que tienen una eficiencia comercial relativamente alta y un alto grado de madurez. Entre sus desventajas destacan la dependencia del silicio y que existe un menor margen para la reducción de costes.

Las tecnologías de capa delgada (CdTe, CIGS y a-Si) han ganado en los últimos años una cuota de mercado importante ya que tiene unos costes

de producción bajos, sus módulos son versátiles y tienen un buen comportamiento a altas temperaturas. Sus puntos débiles son que sus eficiencias no son aún suficientemente altas y que en ocasiones dependen de metales escasos en la naturaleza.

Existen otras dos tecnologías que tienen una muy pequeña participación en el mercado actual, pero que podrían tener un papel relevante en el futuro. Por un lado la tecnología de concentración fotovoltaica ofrece las eficiencias

comerciales más altas (25-30%). Por el momento sus mayores inconvenientes son los elevados costes debido a que aún está en las primeras etapas de su desarrollo. Y por el otro, las células de tercera generación (*Dye-sensitized cells* y células orgánicas) que prometen unos costes de producción potencialmente bajos a medida que se introduzcan en el mercado, ya que se construyen con materias primas abundantes y sus módulos son muy versátiles. Su principal desventaja es que por el momento sus eficiencias son muy bajas.

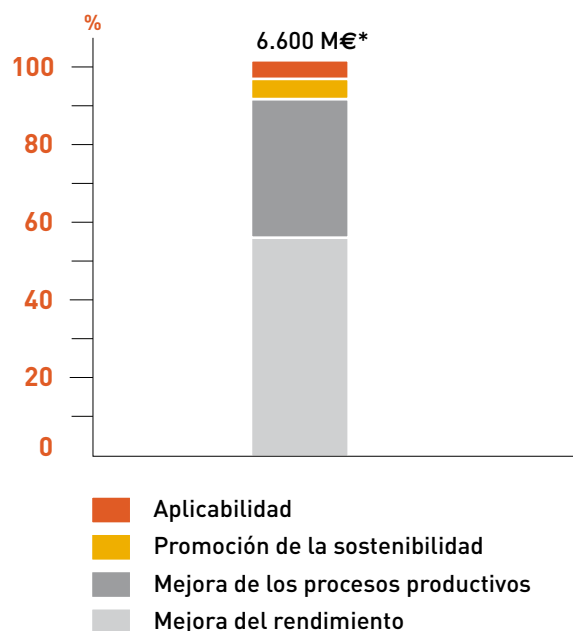
### 3.2.2 I+D

La Agencia Estratégica de Investigación (AEI) FV europea tiene como principal prioridad el mejorar la competitividad FV frente a otras tecnologías de generación eléctrica y por esto centra sus esfuerzos de investigación en los siguientes sectores:

- Mejora de la eficiencia
  - Nuevos materiales y mejoras utilizadas actualmente.
  - Mayor estabilidad a largo plazo en células y módulos.
  - Tecnologías avanzadas de deposición.
- Mejora de los procesos productivos
  - Diseño de módulos.
  - Mejora de la productividad.
  - Técnicas de encapsulado.
  - Nuevas técnicas de producción avanzadas.
- Promoción de la sostenibilidad
  - Reducción del impacto ambiental de materiales y procesos.
  - Reciclaje y aumento de los ciclos de vida.
- Aplicabilidad
  - Mejora de la estética de los sistemas y estructuras.
  - Nuevos diseños.

Y reparte su presupuesto de 6.600 millones de euros hasta 2013 de la siguiente forma:

**Ilustración 62. Fondos de I+D en FV según la AEI segmentados por tema**



\* Presupuesto hasta 2013

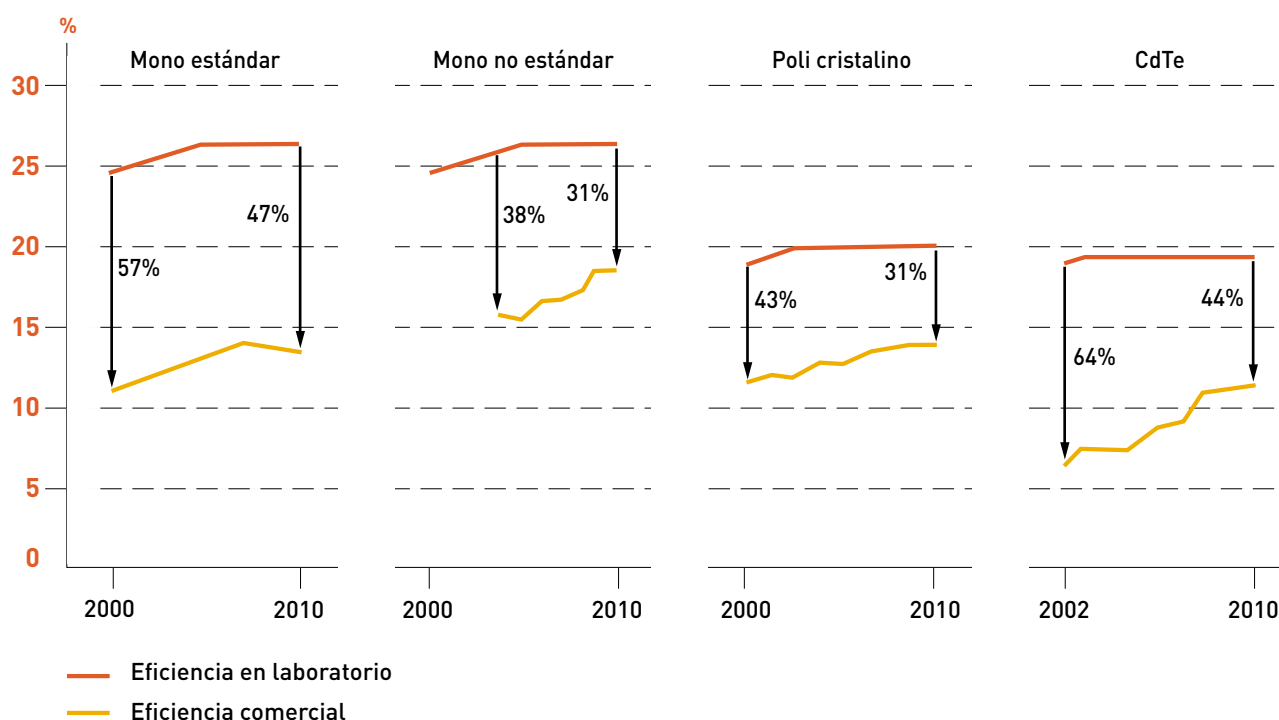
Fuente: European PV Technology Platform

### 3.2.3 Evolución de las eficiencias

A partir de las evoluciones de las eficiencias comerciales y de laboratorio podemos estimar cuales son los colectores que tienen mayor potencial de mejora en el futuro. Cuanto mayor sea la diferencia, mayor es el potencial de mejora de las eficiencias en células comerciales. De la ilustración a continuación se desprende que:

- La tecnología que se encuentra más cerca de las células de laboratorio es el Si-C Poli.
- Por el contrario el Si-C Mono estándar es la tecnología que tiene un mayor potencial de mejora.

Ilustración 63. Evolución indicativa de la eficiencia comercial y de laboratorio de los módulos FV



Fuente: NREL; entrevistas de Eclareon; análisis de Eclareon

### 3.2.4 Evolución de los precios

En los últimos 10 años ha habido un descenso importante (TACC 00-10E 10%) de los precios FV en España.

El futuro de esta tendencia depende de los siguientes factores:

- Presiones externas:
  - Reducción de los mecanismos de apoyo:
    - Los principales mercados han adoptado sistemas de tarifas FV decrecientes, similar al alemán.
    - En España particularmente, se están discutiendo en la actualidad las posibles bajadas de tarifas.
  - Mayor competencia: el aumento de eficiencia en los módulos producidos en China les ha permitido ganar una importante cuota de mercado.
- Oportunidades de mejora:
  - Economías de escala:
    - El crecimiento constante del mercado FV mundial (18,8 GW estimados para 2012) permitirá una reducción de los costes unitarios de fabricación.

- Mejoras tecnológicas:

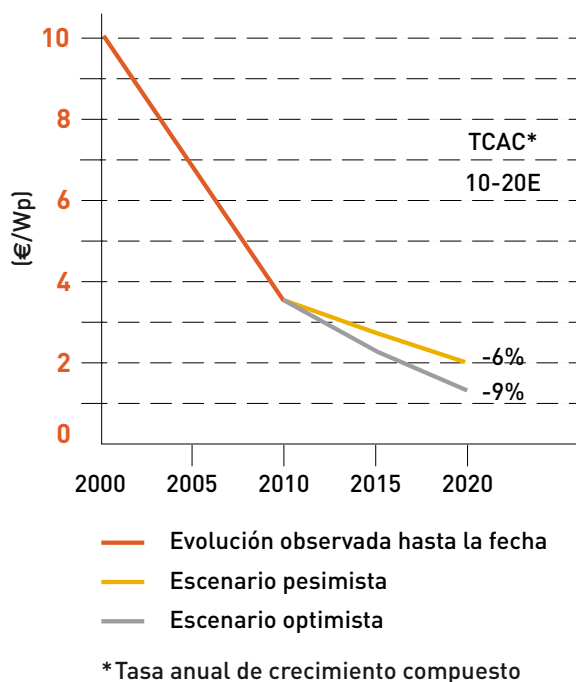
- Reducción de los costes de producción debido principalmente a aumentos de la eficiencia de las células.

• Mejoras debidas al entorno:

- Debido a la más que posible reducción de las tarifas incentivadas se optimizará la cadena de valor, por ejemplo:
  - Todos los participantes en la parte baja de la cadena de valor verán ajustados sus márgenes.
  - El coste de los permisos caerá.

Creemos que las presiones externas y las oportunidades de mejora para las empresas FV llevarán a los precios de la tecnología FV a reducirse a un ritmo de 6-9% al año de aquí a 2020, como representamos a continuación.

**Ilustración 64. Evolución aproximada del precio llave en mano de una instalación pequeña en España**



Fuente: investigación de Eclareon; análisis de Eclareon

### 3.2.5 Actores clave del sector

El mercado FV está compuesto mayoritariamente por especialistas, especialmente en los primeros eslabones de la cadena de valor. La mayoría de estos son empresas nacionales, pero el peso de actores extranjeros es aún notable (Ilustración 65).

**Ilustración 65. Eslabones y actores de la cadena de valor**

	Fabr. módulos	Frab. inversores	Distribuidores	Promotores	Instaladores
<b>Nº aproximado de actores en España*</b>	20	10	>50	>150	>300
<b>Actores destacados</b>	Aleo Solar	Atersa	Bosch	9REN	Accener
	Atersa	Enertron	Clamar Europe	Renovalia	Acciona
	Eurener	Fagor Automotion	Colexon	Aldesa Energías Renovables	Avanzalia
	Isofotón	Greenpower technology	Conergy	Alener	GA Solar
	Pevafersa	Ingeteam	Jhroerden	Elecnor	Grupo Isolux Corsán
	Siliken	Jema	Krannich Solar	Grupo OPDE	Iberinco



(Continuación)

	Fabr. módulos	Frab. inversores	Distribuidores	Promotores	Instaladores
Actores destacados	Solaria	Solener	Phoenix Solar	Heliosolar	Martifer Solar
	T-Solar	Soltec	Hawi	Siliken	Solaer
	Yohkon	Zigor	Fotovoltaica IBC	Vadesolar	Solaria
			Wagner Solar		

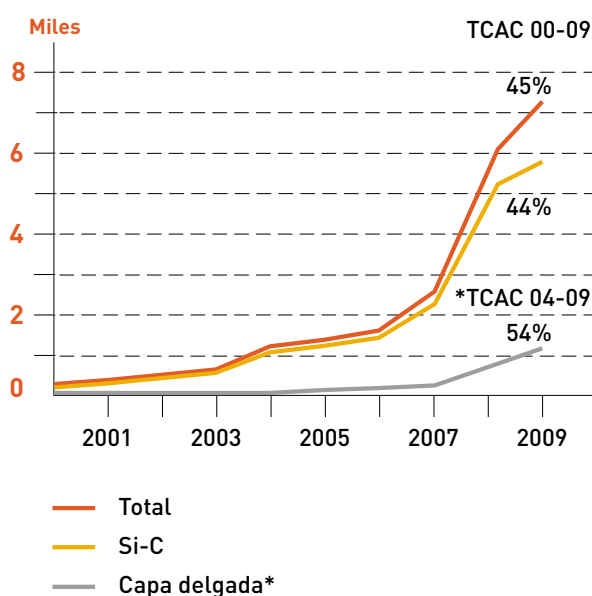
\*Datos mayo 2010

Fuente: investigación de Eclareon; informes de ASIF; análisis de Eclareon

### 3.2.6 Mercado actual y efectos del CTE

Hemos representado en la Ilustración 66 la evolución de los volúmenes de mercado de las dos tecnologías FV más importantes.

#### Ilustración 66. Tamaño de mercado de las principales tecnologías FV



Fuente: Photon; EPIA; investigación y entrevistas de Eclareon; análisis de Eclareon

Todo indica que las tecnologías de Si-C se mantendrán a lo largo de la próxima década como la tecnología FV mayoritaria, aunque perderá progresivamente cuota de mercado frente a las tecnologías de capa delgada (o *Thin Film*), hasta llegar al 30% a 2020. Esto se refleja en las previsiones de la PTFE de reparto de fondos de I+D que analizamos en la Ilustración 62.

La tecnología del CdTe es la más importante de las de capa delgada actualmente y se espera que su crecimiento sea el principal motor para las capas delgadas. Sin embargo, se han escuchado críticas hacia el CdTe debido a la posible toxicidad del Cd. Por otra parte el Te es un mineral poco abundante y puede haber problemas de suministro que frenen el crecimiento de esta tecnología.

Las tecnologías que utilizan silicio amorfo están sufriendo más dificultades de las previstas:

- a-Si: su baja eficiencia (5-7%) genera mucha dificultad de ventas ya que su diferencia de coste con el Si-C no justifica el mayor coste unitario de instalación.
- En cuanto al silicio micromorfo ( $\mu$ -Si), está sufriendo dificultades serias en el desarrollo de procesos de producción. Por ejemplo, Applied Materials ha dejado de vender su líneas de *thin film* "SunFab" para centrarse en el Si-C.
- La tecnología de triple capa resulta, por el momento, más cara de lo previsto, por lo que su presente no es el deseado.

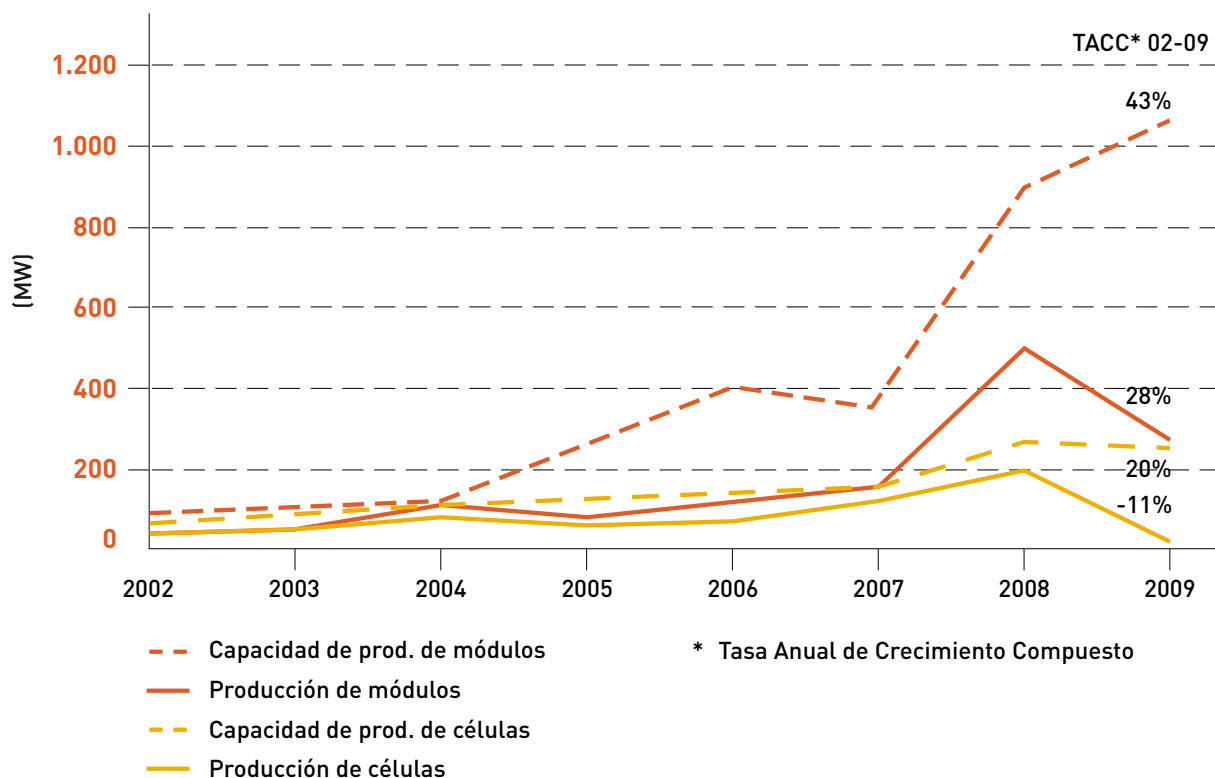
La tecnología CIGS (*Copper indium gallium (di)sele-nide*) es la que creemos tiene un mayor potencial de crecimiento.

Por último, no es esperable que las tecnologías de 3ª generación tengan un papel importante en la próxima década, pudiendo llegar su cuota de mercado en 2020 a rondar el 1%.

El CTE no ha afectado de manera notable al mercado FV español. La industria FV, que venía acumulando crecimientos constantes desde 2002, experimentó un "boom" en 2008 seguido de una caída considerable en 2009, como podemos deducir de la evolución del volumen de células y módulos FV fabricados en España que se refleja en la Ilustración 67.

**Ilustración 67. Evolución del nº de fabricantes, capacidad de producción y producción de células y módulos FV en España**

Fab. de módulos	6	6	6	9	11	15	21	20
Fab. de células	5	5	5	6	6	10	9	10

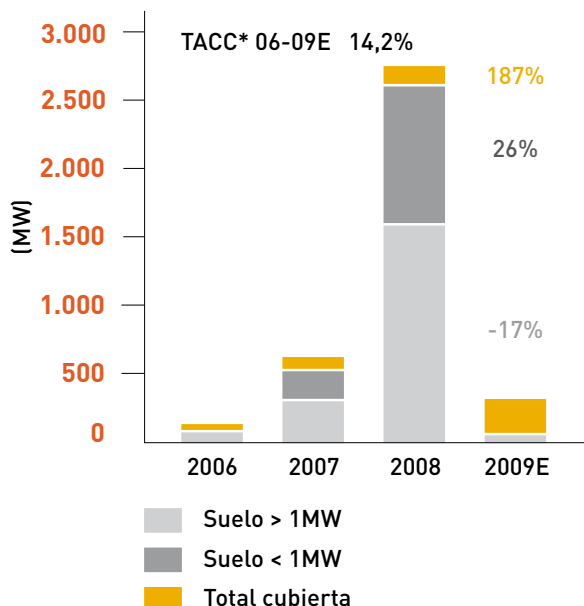


Fuente: investigación de Eclareon; informes de ASIF; análisis de Eclareon

Históricamente el desarrollo del mercado español ha estado ligado al de los grandes sistemas en suelo (en 2007 y 2008 éstos representaron más del 95% del mercado) debido a la generosa tarifa (42 cEu/kWh indexada al IPC) que creó un “efecto llamada” y cientos de inversores llegaron a España tentados por las excelentes rentabilidades que excedían el 20% (TIR a 25 años). Con la llegada del nuevo marco regulatorio en septiembre de 2008 (RD 1578/2008) se dio un primer paso para frenar el mercado al introducir un límite de mercado de 500 MW anuales. Esto unido a la gran deflación del precio de los módulos y al difícil momento financiero hicieron que el mercado FV prácticamente desapareciera durante 2009, forzando a los principales actores FV españoles a buscar refugio en el segmento de instalaciones en cubierta y en la internacionalización. Estos fenómenos se ven reflejados en los siguientes datos:

- Los MW solicitados para instalaciones en tejado en el último cuarto de 2009 fueron por primera vez superiores al cupo establecido por el RD 1578/2008.
- Un 32% del sector FV español salió a mercados extranjeros en 2009; considerando el 9% que ya se encontraba fuera y el 9% que planea hacerlo a corto plazo, la mitad de los actores españoles han decidido internacionalizarse para intentar esquivar la crisis.

**Ilustración 68. Potencia FV instalada anualmente en España segmentada por tipo de instalación**



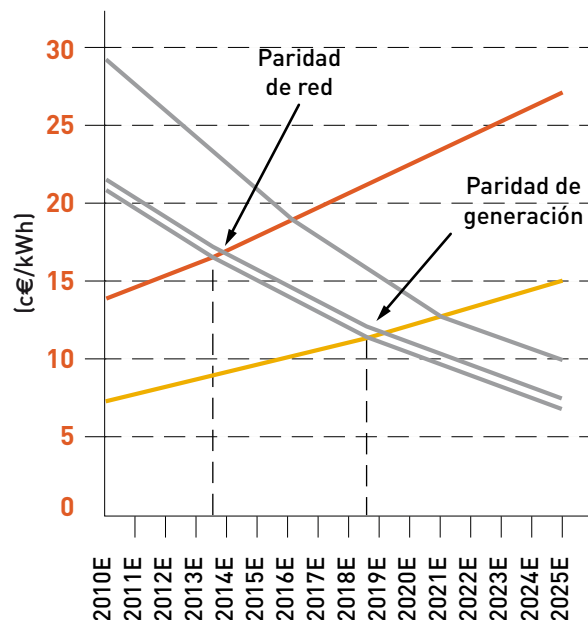
\* Tasa Anual de Crecimiento Compuesto

Fuente: CNE; ASIF; investigación de Eclareon; análisis de Eclareon

El marco regulatorio actual busca claramente favorecer el desarrollo del segmento de instalaciones en tejado como pudo verse cuando el RD 1578/2008 estableció cupos específicos para cada tipo de instalación y tarifas diferenciadas superiores para las instalaciones en cubierta, siguiendo las tendencias europeas.

La llegada de la paridad de red (prevista en el sur de España en 2013-2014) podría llevar también a un desarrollo importante del segmento de instalaciones en tejado. Sin embargo, para que la llegada de la paridad de red tenga un impacto en el mercado es necesario que se desarrolle el marco jurídico adecuado que introduzca normas de "Net Metering". Por otra parte existen multitud de barreras administrativas para los cobros y pagos por consumo y generación, que deberían solucionarse para poder alcanzar este objetivo.

**Ilustración 69. Paridad de generación y paridad de red en el sector residencial en España**



- Ahorro por autoconsumo de electricidad\*
- Precio de la electricidad vendida\*\*
- LCOE FV (3 valores de radiación)

\* Precio final (impuestos incluidos)-costes fijos del consumidor (20%)

\*\* Precio final (impuestos no incluidos)-costes fijos del consumidor (20%)-costes de distribución y costes fijos del sistema (30%)

Fuente: Eurostat; investigación de Eclareon; análisis de Eclareon

# **Anexo II: Traspaso a BBDD SIG (GIS)**

A fin de permitir que los resultados y conclusiones de este estudio puedan integrarse en un sistema de información geográfica (SIG), hemos pasado los resultados de nuestros análisis a formato “.gdb” para que puedan ser integrados inmediatamente en plataformas de tratamiento de datos SIG.

Para la elaboración de la información SIG que se presenta como resultado de este estudio se ha empleado ArcGIS Desktop 9.3. Los resultados se presentan a nivel provincial, siendo la cartografía base utilizada la facilitada por el IDAE, perteneciente a la BCN200. Todas las coberturas se basan en el sistema de referencia ETRS89 y su sistema cartográfico de representación es la Proyección Universal Transversa Mercator (UTM) Huso 30, según lo especificado en los requerimientos del estudio.

Los datos contenidos en cada una de las capas constituyen el resultado de los cálculos que conforman este estudio. Dichos resultados fueron transformadas a sus correspondientes coberturas vectoriales, en formato *shape* de ESRI™. Posteriormente los *shapes* fueron agrupados en geodatabase de ficheros, facilitando así la coherencia y su consulta.

**Estructura:**

Como se ha mencionado, los resultados se presentan en formato geodatabase de ficheros, un formato

nativo de ArcGIS. Se han generado 46 coberturas vectoriales donde los atributos relativos a cada provincia recogen los valores presentes o calculados para cada año en el periodo 2007-2020. Estas coberturas están agrupadas en 4 geodatabases.

- ST, compuesta por 14 *feature class* en base provincial, cada una de ellas relativa a un tipo de edificación diferente, perteneciente al sector residencial o terciario. Recoge los m<sup>2</sup> de solar térmica instalados, considerados en incumplimiento del CTE y las exenciones.
- FV, compuesta por 9 *feature class* en base provincial, cada una de ellas relativa a un tipo de edificación diferente, perteneciente al sector residencial o terciario. Representa los kWp instalados de tecnología solar fotovoltaica.
- ST\_produccion, compuesta por 14 *feature class* en base provincial. Representa la producción en kWh por parte de la solar térmica en los edificios considerados, según su tipología.
- FV\_produccion, compuesta por 9 *feature class* en base provincial. Representa la producción en kWh por parte de la solar fotovoltaica en los edificios considerados, según su tipología.

A continuación presentamos, a modo de ejemplo, las tablas de los totales de potencia y superficie instalada por provincia y por año en un software de datos SIG.

**Ilustración 70. Totales ST**

PROVINCIA	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ARAGON	141	342	422	474	541	601	676	736	801	871	932	1002	1072	1120
BASCO	45	116	124	131	137	143	149	156	162	168	174	180	186	192
CANTABRIA	17	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
CATALUÑA	14	114	117	120	123	126	129	132	135	138	141	144	147	150
CASTILLA LA MANCHA	36	119	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
CASTILLA Y LEÓN	11	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113
CASTILY	15	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
CEUTA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EXTREMADURA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GALICIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LA RIOJA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MADRID	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MURCIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NAVARRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PAIS VASCO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
VALENCIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

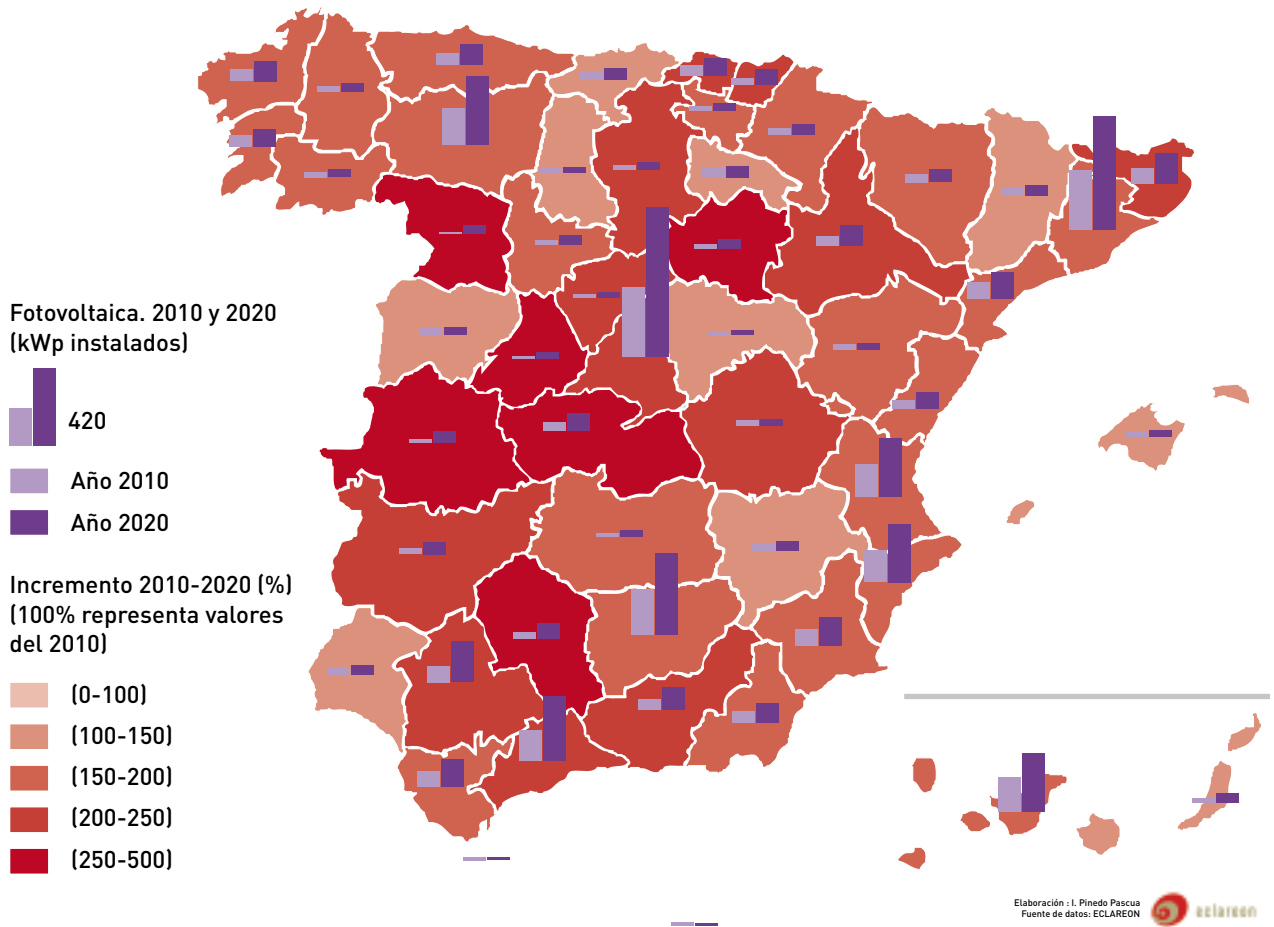
Fuente: Eclareon

Ilustración 71. Totales FV

Comunidad Autónoma	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Análisis 4	Análisis 5	Análisis 6	Análisis 7	Análisis 8	Análisis 9	Análisis 10	Análisis 11	Análisis 12
ARAGON	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ASTURIAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BALIARES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CANARIAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CANTABRIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CATALUÑA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CASTILLA-LA MANCHA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CASTILLA Y LEÓN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CEUTA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EXTREMADURA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GALICIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LA RIOJA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MADRID	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MURCIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NAVARRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PALM DE MAYORCA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PALM DE MENORCA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
VALENCIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

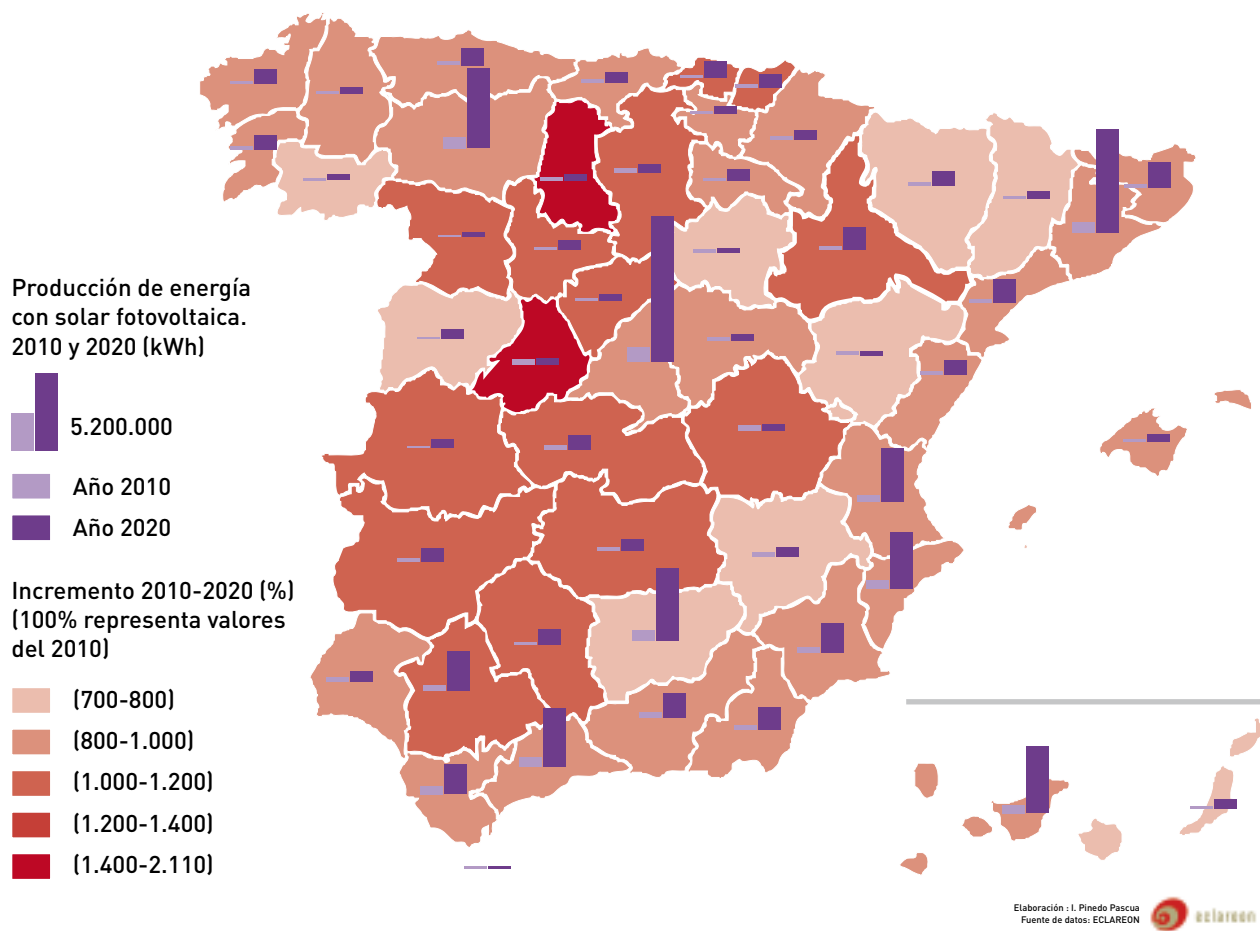
Fuente: Eclareon

Ilustración 72. Potencia total FV instalada en el periodo 2010-2020



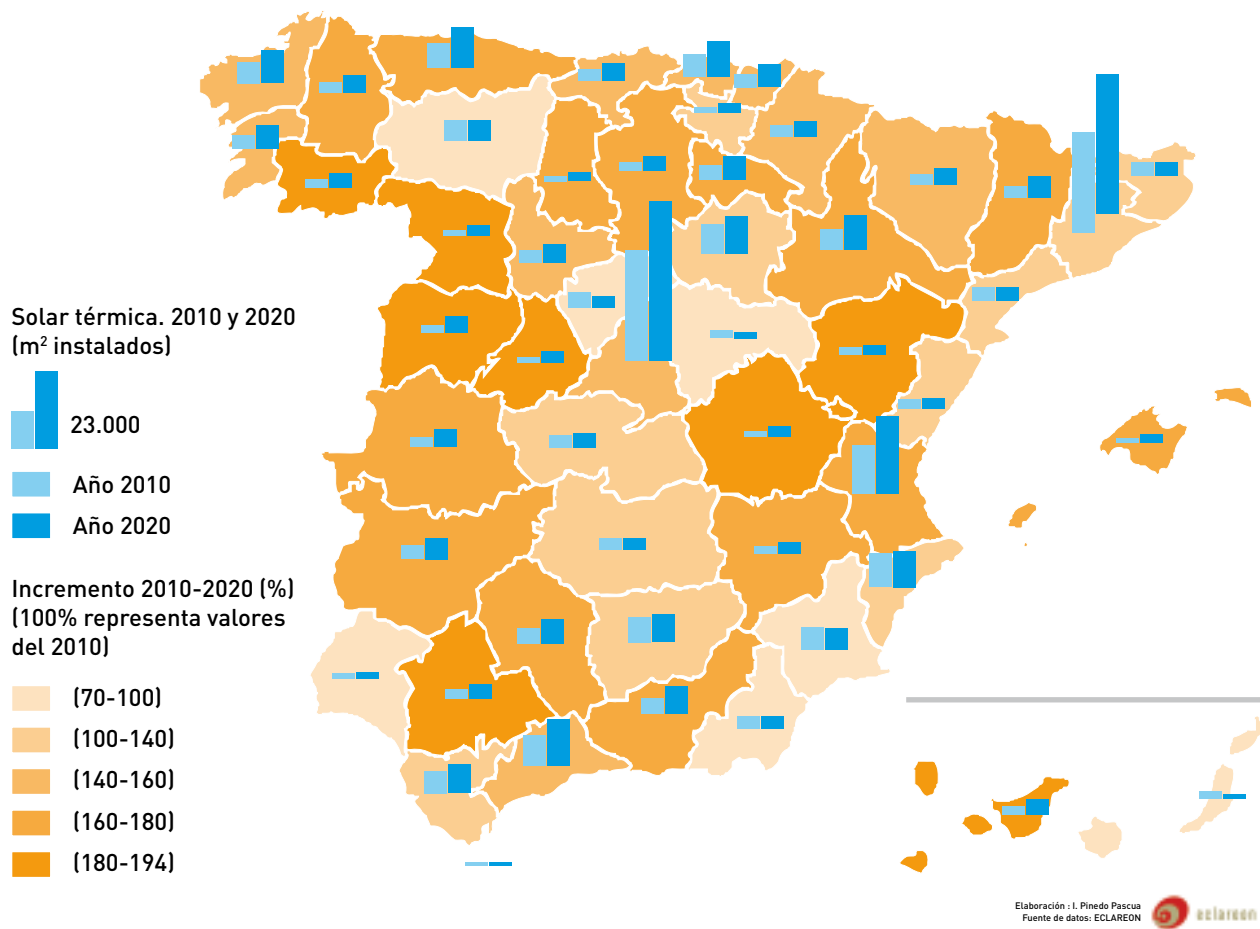
Fuente: Eclareon

**Ilustración 73. Producción de energía con FV en el periodo 2010-2020**



Fuente: Eclareon

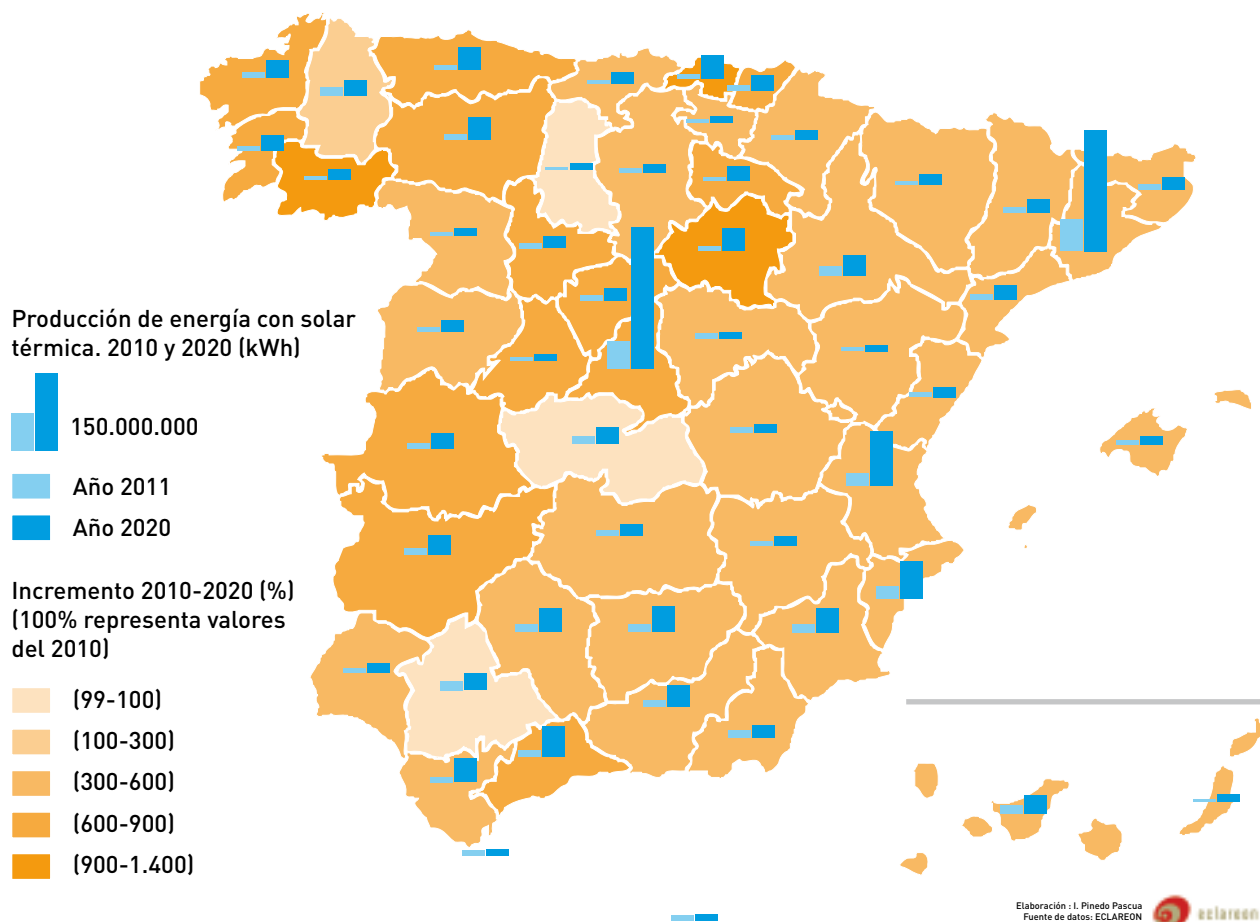
**Ilustración 74. Superficie ST instalada en el periodo 2010-2020**



Fuente: Eclareon



**Ilustración 75. Producción energética ST acumulada en el periodo 2010-2020**



Fuente: Eclareon

**Anexo III:  
Estudio adicional  
para la estimación  
de demanda térmica  
y eléctrica de las  
diferentes tipologías  
de edificios  
por región**

Adicionalmente se realiza un estudio de las demandas energéticas de los distintos tipos de edificios considerados para cada zona climática. Se analiza tanto la demanda térmica (agua caliente sanitaria –ACS, climatización) como la demanda eléctrica (iluminación, equipos, otros).

El objetivo de este estudio es la obtención de la demanda total de cada tipología de edificio así como la distribución de ésta en los diferentes usos en función de la ubicación geográfica.

## 5.1 METODOLOGÍA EMPLEADA

La metodología que se ha seguido en la estimación de las demandas energéticas por tipología de edificio y zona climática comprende las siguientes fases.

### 5.1.1 Búsqueda de información

El primer paso del estudio consiste en la recopilación de la información existente sobre demandas

energéticas en los distintos tipos de edificios. Para ello, se han consultado fuentes tanto externas como internas:

- Fuentes externas:
  - Guías y estudios de ahorro energético en diferentes sectores (oficinas, hoteles, residencias...).
  - Datos suministrados por Agencias de la Energía.
  - Instituto Nacional de Estadística.
- Fuentes internas: se han empleado los resultados de diferentes auditorías y estudios energéticos a edificios de diferentes sectores (terciario, residencial, público...) para obtener la demanda por cada uso energético.
  - CREARA posee una base de datos del consumo energético de edificios públicos y del sector terciario construida en base a los más de 300 edificios auditados en todas España.

El resumen de las fuentes empleadas por tipología de edificio se detalla en la siguiente tabla.

**Ilustración 76. Fuentes consultadas para la estimación de la demanda energética por tipo de edificio**

Tipo de edificio	Fuentes consultadas
Uso administrativo	1. Estudios propios CREARA 2. "Plan de Mejora Energética de Barcelona" (PMEB) Ayuntamiento de Barcelona 3. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid: "Guía de auditorías energéticas en edificios de oficinas en la Comunidad de Madrid"
Escuelas	1. Estudios propios CREARA 2. Asociación de la energía de Gijón 3. Agencia Valenciana de la Energía (AVEN): "Guía de servicios energéticos para administraciones locales" 4. INE: "Alumnado matriculado por CCAA" / "Clasificación de los centros de enseñanza por CCAA"
Residencias	1. Estudios propios CREARA 2. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid: "Guía de ahorro energético en residencias y centros de día" 3. Datos suministrados por la Agencia Provincial de la Energía de Ávila 4. IMSERSO: "Distribución de centros y plazas residenciales por provincias"

(Continuación)

Tipo de edificio	Fuentes consultadas
<b>Viviendas unifamiliares</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. "Plan de Mejora Energética de Barcelona" (PMEB) Ayuntamiento de Barcelona</li> <li>2. Datos suministrados por la Agencia Energética Municipal de Pamplona (AEMPA)</li> <li>3. Agencia Andaluza de la Energía: "Consejos para el ahorro y eficiencia energética"</li> <li>4. Agencia de la Gestión de la Energía de la región de Murcia (ARGEM): "Ahorro energético en el hogar"</li> <li>5. Fundación Asturiana de la Energía: "Guía Eficiencia Energética Básica del Ciudadano"</li> </ol>
<b>Viviendas multifamiliares</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. "Plan de Mejora Energética de Barcelona" (PMEB) Ayuntamiento de Barcelona</li> <li>2. Datos suministrados por la Agencia Energética Municipal de Pamplona (AEMPA)</li> <li>3. Agencia Andaluza de la Energía: "Consejos para el ahorro y eficiencia energética"</li> <li>4. Agencia de la Gestión de la Energía de la región de Murcia (ARGEM): "Ahorro energético en el hogar"</li> <li>5. Fundación Asturiana de la Energía: "Guía Eficiencia Energética Básica del Ciudadano"</li> </ol>
<b>Restaurantes y cafeterías</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudios propios CREARA: "Guía eficiencia energética para bares y restaurantes en la Comunidad Valenciana"</li> <li>2. Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN): "Buenas prácticas energéticas Bares y Restaurantes"</li> <li>3. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid: "Guía de auditorías energéticas en restaurantes de la Comunidad de Madrid" / "Guía de ahorro energético en empresas de restauración"</li> </ol>
<b>Hospitales y clínicas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudios propios CREARA</li> <li>2. Agencia Extremeña de la Energía (AGENEX). Auditorías energéticas en el Servicio Extremeño de Salud (SES)</li> <li>3. INE "Indicadores hospitalarios"</li> </ol>
<b>Pabellones y recintos feriales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudios propios CREARA</li> </ol>
<b>Hoteles alta categoría</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudios propios CREARA</li> <li>2. Agencia Andaluza de la Energía: "Guía de eficiencia energética en el sector hotelero andaluz"</li> <li>3. Agencia Valenciana de la Energía (AVEN): "Guía de ahorro y eficiencia en establecimientos hoteleros de la Com. Valenciana"</li> <li>4. Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN): "Plan de Asistencia Energética en el Sector Hotelero"</li> <li>5. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid: "Guía de gestión energética en el sector hotelero de la Comunidad de Madrid"</li> <li>6. INE "Encuesta de ocupación de establecimientos hoteleros"</li> </ol>

(Continuación)

Tipo de edificio	Fuentes consultadas
Hoteles baja categoría	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudios propios CREAMA</li> <li>2. Agencia Andaluza de la Energía: "Guía de eficiencia energética en el sector hotelero andaluz"</li> <li>3. Agencia Valenciana de la Energía (AVEN): "Guía de ahorro y eficiencia en establecimientos hoteleros de la Com. Valenciana"</li> <li>4. Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN): "Plan de Asistencia Energética en el Sector Hotelero"</li> <li>5. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid: "Guía de gestión energética en el sector hotelero de la Comunidad de Madrid"</li> <li>6. INE "Encuesta de ocupación de establecimientos hoteleros"</li> </ol>
Mercado/Hipermercado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid: "Guía de ahorro energético en comercios de alimentación"</li> <li>2. Agencia Valenciana de la Energía (AVEN): "Guía de ahorro y eficiencia energética en locales comerciales de la Comunidad Valenciana"</li> </ol>
Multitienda/Centro de ocio	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid: "Guía de ahorro energético en comercios de alimentación"</li> <li>2. Agencia Valenciana de la Energía (AVEN): "Guía de ahorro y eficiencia energética en locales comerciales de la Comunidad Valenciana"</li> </ol>
Nave de almacenamiento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudios propios CREAMA</li> </ol>
Pabellón deportivo sin piscina	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudios propios CREAMA</li> <li>2. Instituto Catalán de la Energía (ICAEN): "Dossier instalaciones deportivas y piscinas"</li> <li>3. Agencia de Gestión Energética de la Provincia de Jaén (AGENER): "Guía de Buenas Prácticas Energéticas Polideportivos y Piscinas"</li> </ol>
Piscina	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instituto Catalán de la Energía (ICAEN): "Dossier instalaciones deportivas y piscinas"</li> </ol>
Campings	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. INE "Encuesta de ocupación de campamentos turísticos"</li> <li>2. Decretos de ordenación de los Campamentos de Turismo</li> </ol>
Lavanderías	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN): "Plan de Asistencia Energética en el Sector Lavanderías"</li> </ol>

Fuente: investigación y análisis de Creara

## 5.1.2 Distribución de la demanda energética

Se ha definido una distribución de la demanda energética en función de la naturaleza de la misma (térmica/eléctrica) y la fuente de energía empleada para cubrirla.

### Ilustración 77. Distribución de la demanda energética empleada en el estudio

Naturaleza de la demanda energética	Fuente de energía	
	Electricidad	Combustible
<b>Térmica</b>	Refrigeración <sup>6</sup> Calefacción Climatización de piscinas ACS	Calefacción Climatización de piscinas ACS
<b>Eléctrica</b>	Iluminación Equipos Otros	-

Fuente: análisis de Creara

### 5.1.3 Estimación de la demanda eléctrica

La demanda eléctrica es función del tipo de edificio y del tamaño del mismo. Esta demanda es independiente de la zona climática.

A partir de los datos recopilados sobre demanda eléctrica y en función de la superficie de los edificios considerados, se ha realizado un promedio para cada tipo de edificio, obteniéndose los siguientes datos:

- Demanda eléctrica total (kWh/m<sup>2</sup>).
- Demanda eléctrica de iluminación (kWh/m<sup>2</sup>).
- Demanda eléctrica de equipos (kWh/m<sup>2</sup>).
- Demanda eléctrica de otros (kWh/m<sup>2</sup>).

### 5.1.4 Cálculo de la demanda de ACS

La demanda de ACS se ha calculado utilizando la metodología indicada en el nuevo Código Técnico de la Edificación, concretamente en el documento CTE HE4. En función del tipo de edificio y de la ocupación del mismo se obtiene el volumen necesario de agua a calentar.

El volumen de ACS/día especificado como demanda de referencia a 60°C en la tabla 3.1 del CTE HE4 es independiente de la zona climática. Sin embargo, algunos de los datos de ocupación considerados en el cálculo de ACS son distintos para cada región geográfica, lo que produce pequeñas diferencias entre las zonas climáticas en el resultado de la demanda de un mismo tipo de edificio. Se han considerado los siguientes datos de ocupación en función de la región geográfica:

- Alumnos matriculados por CCAA.
- Plazas residenciales por provincia.
- Camas hospitalarias por CCAA.
- Ocupación de establecimientos hoteleros por provincia.
- Ocupación de campamentos turísticos por provincia.

Adicionalmente, para el cálculo de la demanda térmica de ACS es necesario considerar el salto térmico que se debe cubrir desde la temperatura de la red hasta la temperatura de referencia (60°C). La temperatura de la red de abastecimiento de agua también varía en función de la zona climática y, por tanto también produce pequeñas diferencias en la demanda de ACS en las diferentes regiones.

Estos dos factores determinan diferencias máximas entre 0,5 y 10 kWh/m<sup>2</sup> por año para las zonas climáticas de una misma tipología de edificio.

### 5.1.5 Estimación de la demanda de climatización

La demanda de climatización es función de las siguientes variables:

- Zona climática.
- Tipo de edificio.
- Superficie del edificio climatizada.
- Ocupación del edificio.
- Variables constructivas, conductividad térmica de los cerramientos, características y dimensiones de los vanos, orientación...
- Eficiencia energética de las instalaciones.

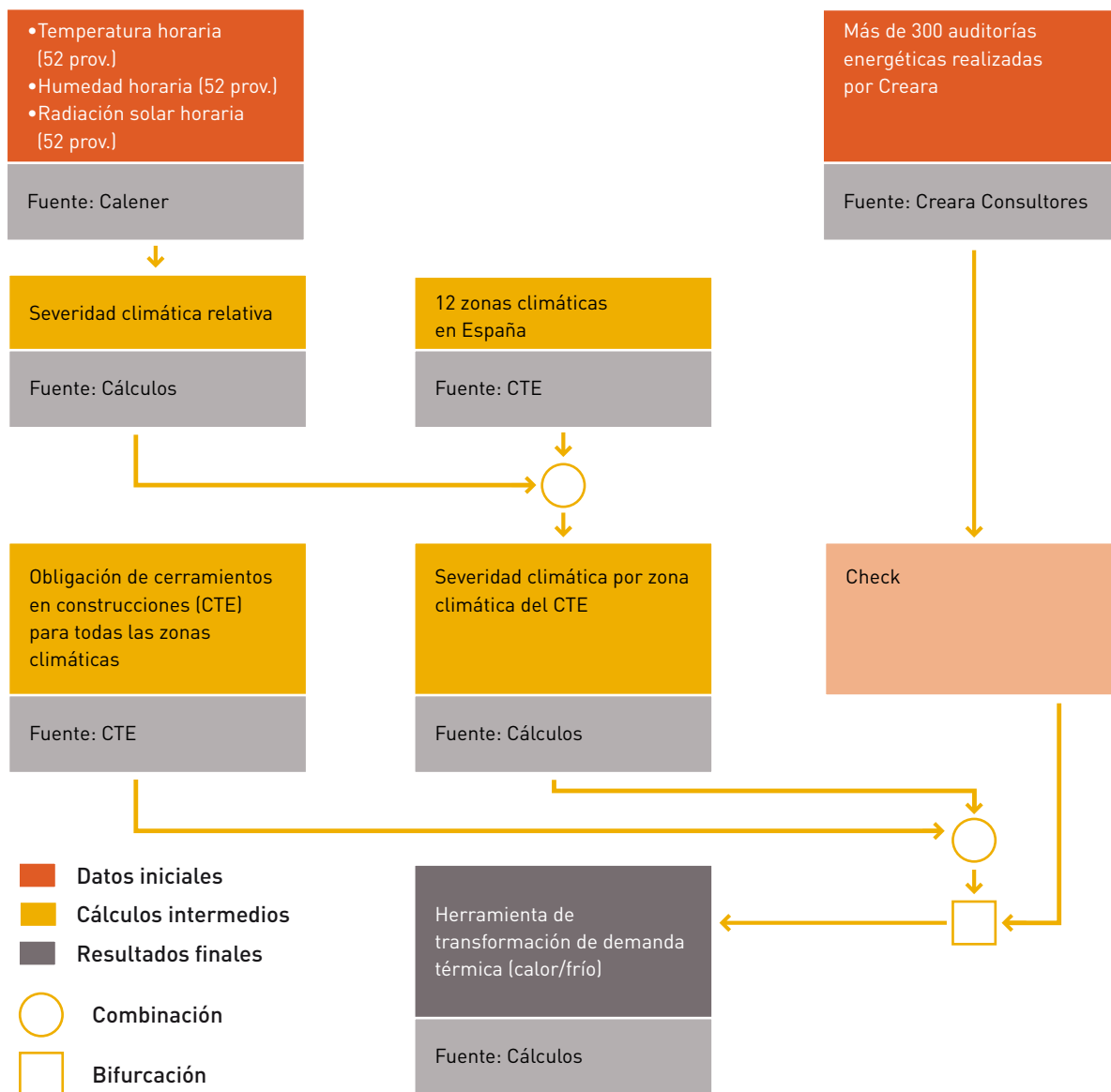
La demanda de calefacción y la demanda de refrigeración sí dependen de forma significativa de la zona climática en que se encuentre el edificio. CREARA ha desarrollado una herramienta propia

<sup>6</sup>La demanda de refrigeración se considera parte de la demanda térmica aunque normalmente sea cubierta con electricidad

(ver Ilustración 78) que permite el cálculo de la demanda de calefacción y refrigeración de un edificio en una zona climática a partir de las demandas

conocidas para otra zona. Esta herramienta tiene en cuenta todas las variables que afectan a la demanda de climatización de un edificio.

**Ilustración 78. Diagrama de funcionamiento de la herramienta desarrollada por Creara para convertir demandas**



Fuente: análisis de Creara

La herramienta considera la severidad climática de calefacción y refrigeración en las distintas zonas climáticas a partir de los valores medios horarios de temperatura, humedad y radiación solar. Esta demanda se calcula mediante el Método de los Grados-día. Este método se basa en el análisis de unos valores de temperatura base de calefacción y refrigeración para los que existiría un balance energético en el que no se requeriría aporte de

calefacción ni de refrigeración para tener una temperatura de confort.

La diferencia de demanda de calefacción y refrigeración entre las diferentes zonas climáticas debida a las variables constructivas se estima a partir del análisis de la transmitancia exigida por el Código Técnico de la Edificación de las construcciones considerando la zona del edificio (fachada, suelos, cubierta, vidrios...), así como el factor solar.

Una vez desarrollada la herramienta, a partir de los datos recopilados de las distintas fuentes consultadas, se establece para cada tipología de edificio una zona climática de referencia para la estimación. Con los valores de la demanda de refrigeración y calefacción de referencia de esa zona climática, se determinan las demandas del resto de zonas climáticas empleando la herramienta. A partir de estos valores y la superficie del edificio de la zona de referencia, se determina la demanda unitaria en climatización en función de la superficie (kWh/m<sup>2</sup>) para cada tipo de edificio y cada zona climática.

### 5.1.6 Estimación de la demanda total

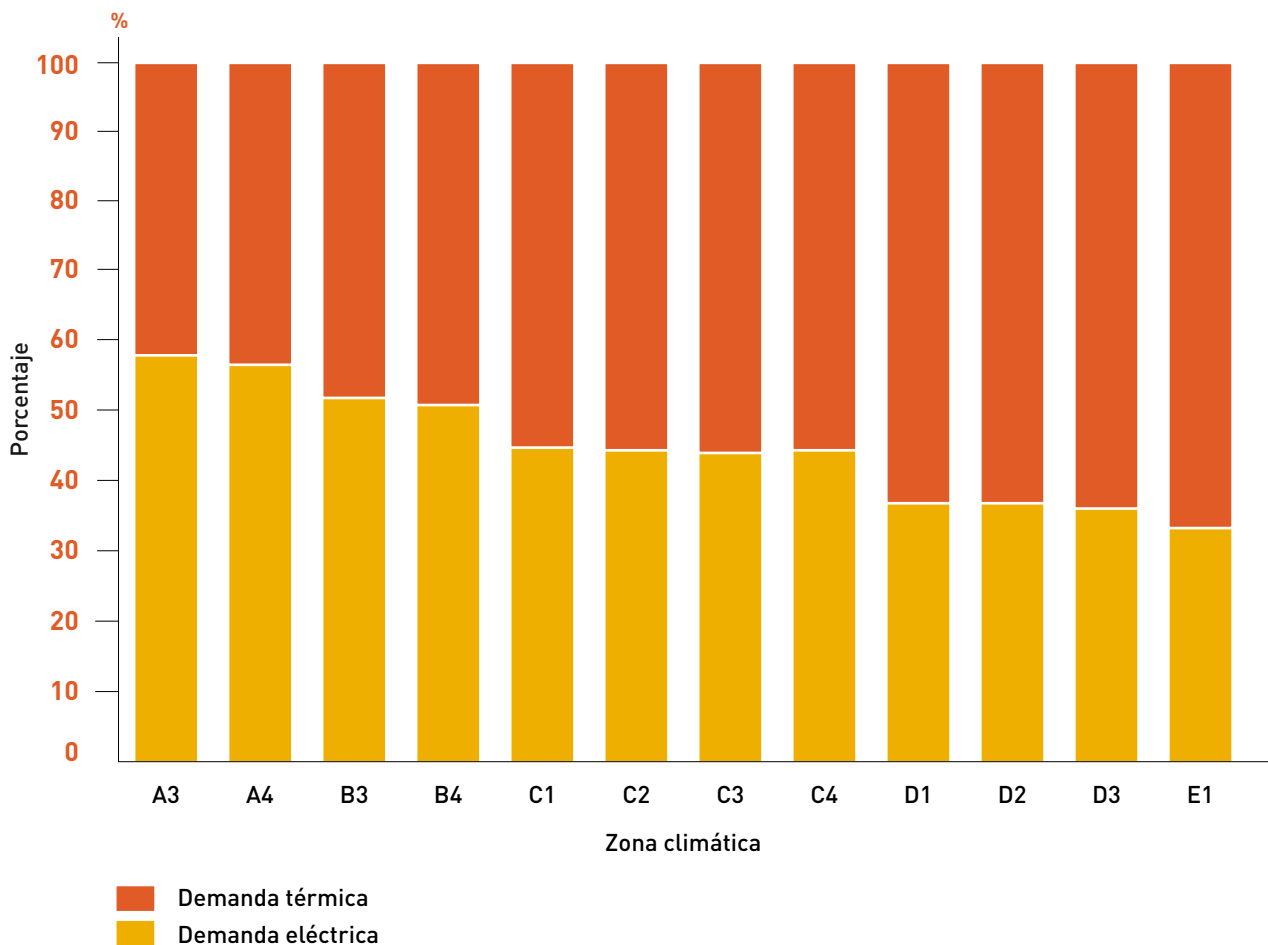
Una vez estimados los valores de las demandas energéticas en función del uso, se engloban en las demandas térmicas y eléctricas correspondientes:

- Demanda térmica
  - Agua caliente sanitaria (ACS).
  - Calefacción.
  - Refrigeración.
  - Climatización de piscinas.
- Demanda eléctrica
  - Iluminación.
  - Equipos.
  - Otros.

La demanda eléctrica se mantiene constante para todas las zonas climáticas de un edificio, mientras que la demanda térmica, que considera la demanda para calefacción y refrigeración, es dependiente de la región en la que se encuentra el edificio.

En los siguientes gráficos se muestran los resultados obtenidos para las viviendas unifamiliares:

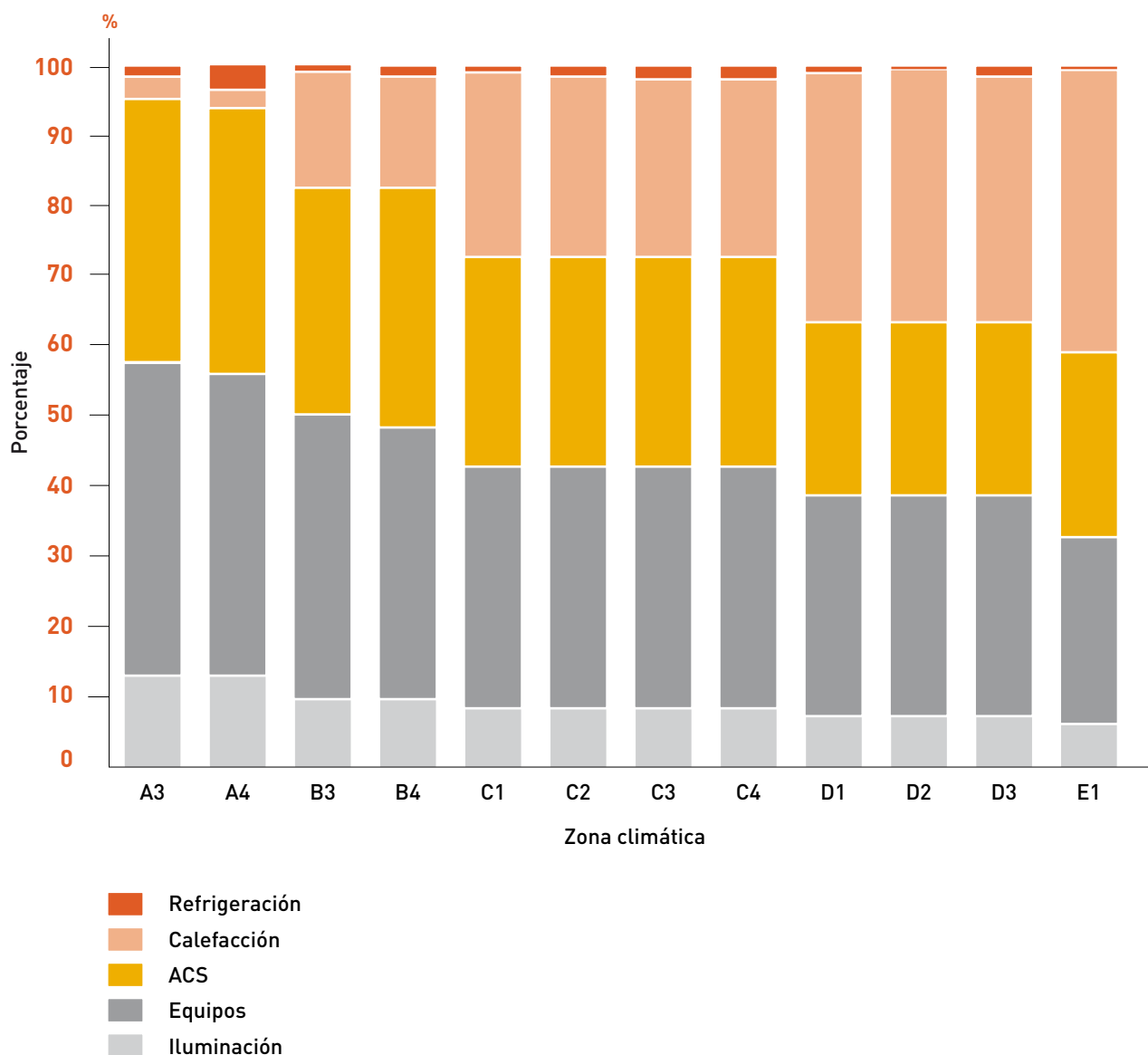
**Ilustración 79. Distribución de la demanda energética en una vivienda unifamiliar en función de la zona climática**



Fuente: Creara Consultores



**Ilustración 80. Distribución de la demanda energética en una vivienda unifamiliar en función de la zona climática**



Fuente: Creara Consultores

En la distribución de la demanda energética para una vivienda la demanda eléctrica (iluminación, equipos) se mantiene constante para todas las zonas climáticas. Sin embargo, la demanda térmica (que incluye calefacción y refrigeración) aumenta según nos acercamos a las zonas D-E (más frías). De este modo, la representación gráfica de

la demanda eléctrica disminuye, ya que supone un porcentaje menor respecto del total de la demanda. La demanda de ACS apenas varía en este caso, ya que la ocupación considerada en el cálculo es constante (3 personas) y, por tanto, la diferencia entre zonas climáticas es únicamente debida a la variación en la temperatura de la red.

## 5.1.7 Resultados de la estimación de la demanda térmica y eléctrica de las diferentes tipologías de edificios por región

Tabla 1. Demanda energética viviendas unifamiliares (kWh/m<sup>2</sup>.año)

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	7	26	21	2	1	0	0	33	24	57
A4	7	26	21	2	2	0	0	33	25	58
B3	7	26	20	10	1	0	0	33	32	65
B4	7	26	21	10	2	0	0	33	33	66
C1	7	26	21	20	0	0	0	33	42	75
C2	7	26	22	20	1	0	0	33	42	75
C3	7	26	22	20	1	0	0	33	43	76
C4	7	26	21	20	1	0	0	33	42	75
D1	7	26	22	31	0	0	0	33	53	86
D2	7	26	22	31	0	0	0	33	54	87
D3	7	26	22	31	1	0	0	33	54	87
E1	7	26	23	40	0	0	0	33	63	96

Fuente: Creara Consultores

Tabla 2. Demanda energética viviendas multifamiliares (kWh/m<sup>2</sup>.año)

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	7	26	12	2	1	0	0	33	15	48
A4	7	26	12	2	2	0	0	33	16	49
B3	7	26	11	10	1	0	0	33	23	56
B4	7	26	12	10	2	0	0	33	24	57
C1	7	26	12	20	0	0	0	33	32	65
C2	7	26	12	20	1	0	0	33	33	66

(Continuación)

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
C3	7	26	12	20	1	0	0	33	33	66
C4	7	26	11	20	1	0	0	33	33	66
D1	7	26	12	31	0	0	0	33	43	76
D2	7	26	13	31	0	0	0	33	43	76
D3	7	26	12	31	1	0	0	33	44	77
E1	7	26	13	40	0	0	0	33	52	85

Fuente: Creara Consultores

**Tabla 3. Demanda energética uso administrativo (kWh/m<sup>2</sup>.año)**

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	48	27	4,1	4	88	0	17	92	96	188
A4	48	27	4,1	5	114	0	17	92	123	215
B3	48	27	3,9	22	88	0	17	92	114	206
B4	48	27	4,1	22	114	0	17	92	140	232
C1	48	27	4,1	43	26	0	17	92	74	166
C2	48	27	4,2	43	55	0	17	92	103	195
C3	48	27	4,2	43	88	0	17	92	135	227
C4	48	27	4,0	43	114	0	17	92	161	253
D1	48	27	4,3	66	26	0	17	92	97	189
D2	48	27	4,4	66	55	0	17	92	126	218
D3	48	27	4,3	66	88	0	17	92	158	250
E1	48	27	4,4	85	26	0	17	92	115	207

Fuente: Creara Consultores

Tabla 4. Demanda energética escuelas (kWh/m<sup>2</sup>.año)

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	15	7	4,8	6	0	0	1	23	10	33
A4	15	7	4,8	6	0	0	1	23	10	33
B3	15	7	4,7	26	0	0	1	23	31	54
B4	15	7	4,8	26	0	0	1	23	31	54
C1	15	7	4,9	52	0	0	1	23	57	80
C2	15	7	4,9	52	0	0	1	23	57	80
C3	15	7	5,0	52	0	0	1	23	57	80
C4	15	7	4,7	52	0	0	1	23	56	79
D1	15	7	5,1	79	0	0	1	23	84	107
D2	15	7	5,1	79	0	0	1	23	84	107
D3	15	7	5,1	79	0	0	1	23	84	107
E1	15	7	5,2	101	0	0	1	23	107	130

Fuente: Creara Consultores

Tabla 5. Demanda energética residencias (kWh/m<sup>2</sup>.año)

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	29	19	37	9	11	0	10	58	57	115
A4	29	19	37	9	14	0	10	58	61	119
B3	29	19	36	43	11	0	10	58	90	148
B4	29	19	38	43	14	0	10	58	95	153
C1	29	19	38	83	4	0	10	58	125	183
C2	29	19	38	83	7	0	10	58	128	186
C3	29	19	39	83	11	0	10	58	133	191
C4	29	19	36	83	15	0	10	58	134	192

(Continuación)

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
D1	29	19	39	128	3	0	10	58	171	229
D2	29	19	40	127	7	0	10	58	174	232
D3	29	19	39	128	11	0	10	58	178	236
E1	29	19	40	164	3	0	10	58	207	265

Fuente: Creara Consultores

**Tabla 6. Demanda energética cuarteles (kWh/m<sup>2</sup>.año)**

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	29	19	34	9	11	0	10	58	54	112
A4	29	19	34	9	14	0	10	58	57	115
B3	29	19	33	43	11	0	10	58	86	144
B4	29	19	34	43	14	0	10	58	91	149
C1	29	19	34	83	4	0	10	58	121	179
C2	29	19	35	83	7	0	10	58	125	183
C3	29	19	35	83	11	0	10	58	130	188
C4	29	19	33	83	15	0	10	58	131	189
D1	29	19	36	128	3	0	10	58	167	225
D2	29	19	36	127	7	0	10	58	171	229
D3	29	19	36	128	11	0	10	58	174	232
E1	29	19	37	164	3	0	10	58	204	262

Fuente: Creara Consultores

**Tabla 7. Demanda energética restaurantes y cafeterías (kWh/m<sup>2</sup>.año)**

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	76	145	47	4	57	0	30	251	109	360
A4	76	145	47	4	73	0	30	251	125	376
B3	76	145	46	21	56	0	30	251	123	374
B4	76	145	48	21	73	0	30	251	142	393
C1	76	145	48	41	17	0	30	251	105	356
C2	76	145	49	41	35	0	30	251	125	376
C3	76	145	49	41	56	0	30	251	146	397
C4	76	145	46	41	73	0	30	251	160	411
D1	76	145	50	62	17	0	30	251	129	380
D2	76	145	51	62	36	0	30	251	149	400
D3	76	145	50	62	57	0	30	251	169	420
E1	76	145	51	80	17	0	30	251	148	399

Fuente: Creara Consultores

**Tabla 8. Demanda energética hospitales y clínicas (kWh/m<sup>2</sup>.año)**

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	34	26	56	12	60	0	0	60	128	188
A4	34	26	56	12	78	0	0	60	145	205
B3	34	26	54	56	60	0	0	60	170	230
B4	34	26	56	56	78	0	0	60	190	250
C1	34	26	57	109	18	0	0	60	184	244
C2	34	26	57	109	38	0	0	60	205	265
C3	34	26	58	109	61	0	0	60	228	288
C4	34	26	54	109	79	0	0	60	242	302

(Continuación)

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
D1	34	26	59	167	18	0	0	60	244	304
D2	34	26	60	167	38	0	0	60	265	325
D3	34	26	59	167	61	0	0	60	287	347
E1	34	26	60	215	18	0	0	60	293	353

Fuente: Creara Consultores

**Tabla 9. Demanda energética pabellones y recintos feriales (kWh/m<sup>2</sup>.año)**

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	3	14	0	1	7	0	3	20	8	28
A4	3	14	0	1	9	0	3	20	10	30
B3	3	14	0	8	7	0	3	20	15	35
B4	3	14	0	8	9	0	3	20	17	37
C1	3	14	0	17	2	0	3	20	19	39
C2	3	14	0	17	4	0	3	20	21	41
C3	3	14	0	17	7	0	3	20	24	44
C4	3	14	0	17	9	0	3	20	26	46
D1	3	14	0	26	2	0	3	20	28	48
D2	3	14	0	26	4	0	3	20	30	50
D3	3	14	0	26	7	0	3	20	33	53
E1	3	14	0	33	2	0	3	20	35	55

Fuente: Creara Consultores

**Tabla 10. Demanda energética hoteles alta categoría (kWh/m<sup>2</sup>.año)**

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	52	105	41	9	47	0	8	165	97	262
A4	52	105	41	9	61	0	8	165	111	276
B3	52	105	40	41	47	0	8	165	128	293
B4	52	105	42	41	61	0	8	165	144	309
C1	52	105	42	80	14	0	8	165	136	301
C2	52	105	42	80	30	0	8	165	152	317
C3	52	105	43	80	47	0	8	165	170	335
C4	52	105	40	80	61	0	8	165	181	346
D1	52	105	44	123	14	0	8	165	180	345
D2	52	105	44	123	32	0	8	165	199	364
D3	52	105	44	123	47	0	8	165	213	378
E1	52	105	45	157	14	0	8	165	216	381

Fuente: Creara Consultores

**Tabla 11. Demanda energética hoteles baja categoría (kWh/m<sup>2</sup>.año)**

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	31	63	25	3	14	0	4,8	99	41	140
A4	31	63	25	3	18	0	4,8	99	46	145
B3	31	63	24	12	14	0	4,8	99	50	149
B4	31	63	25	12	18	0	4,8	99	56	155
C1	31	63	25	24	4	0	4,8	99	53	152
C2	31	63	25	24	9	0	4,8	99	58	157
C3	31	63	26	24	14	0	4,8	99	64	163
C4	31	63	24	24	18	0	4,8	99	66	165



(Continuación)

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
D1	31	63	26	37	4	0	4,8	99	67	166
D2	31	63	26	37	10	0	4,8	99	73	172
D3	31	63	26	37	14	0	4,8	99	77	176
E1	31	63	27	47	4	0	4,8	99	78	177

Fuente: Creara Consultores

**Tabla 12. Demanda energética mercado/hipermercado (kWh/m<sup>2</sup>.año)**

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	87	92	0	5	59	0	0	179	64	243
A4	87	92	0	5	76	0	0	179	81	260
B3	87	92	0	24	59	0	0	179	83	262
B4	87	92	0	24	76	0	0	179	100	279
C1	87	92	0	48	17	0	0	179	65	244
C2	87	92	0	48	37	0	0	179	85	264
C3	87	92	0	48	59	0	0	179	106	285
C4	87	92	0	48	76	0	0	179	124	303
D1	87	92	0	73	18	0	0	179	91	270
D2	87	92	0	73	37	0	0	179	110	289
D3	87	92	0	73	59	0	0	179	132	311
E1	87	92	0	94	17	0	0	179	111	290

Fuente: Creara Consultores

Tabla 13. Demanda energética multitienda/centro de ocio (kWh/m<sup>2</sup>.año)

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	87	18	0	5	59	0	0	105	64	169
A4	87	18	0	5	76	0	0	105	81	187
B3	87	18	0	24	59	0	0	105	83	188
B4	87	18	0	24	76	0	0	105	101	206
C1	87	18	0	48	17	0	0	105	65	170
C2	87	18	0	48	37	0	0	105	85	190
C3	87	18	0	48	59	0	0	105	106	212
C4	87	18	0	48	76	0	0	105	124	229
D1	87	18	0	73	18	0	0	105	91	196
D2	87	18	0	73	37	0	0	105	110	216
D3	87	18	0	73	59	0	0	105	132	237
E1	87	18	0	94	17	0	0	105	111	216

Fuente: Creara Consultores

Tabla 14. Demanda energética nave de almacenamiento (kWh/m<sup>2</sup>.año)

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	1	0	0	0	0,2	0	0	1	0,2	1,2
A4	1	0	0	0	0,3	0	0	1	0,3	1,3
B3	1	0	0	0,1	0,2	0	0	1	0,3	1,3
B4	1	0	0	0,1	0,3	0	0	1	0,3	1,3
C1	1	0	0	0,1	0,1	0	0	1	0,2	1,2
C2	1	0	0	0,1	0,1	0	0	1	0,2	1,2
C3	1	0	0	0,1	0,2	0	0	1	0,3	1,3
C4	1	0	0	0,1	0,3	0	0	1	0,4	1,4

(Continuación)

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
D1	1	0	0	0,2	0,1	0	0	1	0,2	1,2
D2	1	0	0	0,2	0,1	0	0	1	0,3	1,3
D3	1	0	0	0,2	0,2	0	0	1	0,4	1,4
E1	1	0	0	0,2	0,1	0	0	1	0,3	1,3

Fuente: Creara Consultores

**Tabla 15. Demanda energética pabellón deportivo sin piscina (kWh/m<sup>2</sup>.año)**

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	13	2	54	1	0	0	12	27	56	83
A4	13	2	54	1	0	0	12	27	56	83
B3	13	2	53	6	0	0	12	27	59	86
B4	13	2	55	6	0	0	12	27	61	88
C1	13	2	55	12	0	0	12	27	67	94
C2	13	2	56	12	0	0	12	27	68	95
C3	13	2	57	12	0	0	12	27	68	95
C4	13	2	53	12	0	0	12	27	65	92
D1	13	2	57	18	0	0	12	27	76	103
D2	13	2	58	18	0	0	12	27	76	103
D3	13	2	57	18	0	0	12	27	76	103
E1	13	2	59	23	0	0	12	27	82	109

Fuente: Creara Consultores

Tabla 16. Demanda energética piscina (kwh/m<sup>2</sup>.año)

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	2	5	0	97	0	1.381	0	7	1.478	1.485
A4	2	5	0	97	0	1.381	0	7	1.478	1.485
B3	2	5	0	467	0	1.381	0	7	1.848	1.855
B4	2	5	0	467	0	1.381	0	7	1.848	1.855
C1	2	5	0	926	0	1.381	0	7	2.307	2.314
C2	2	5	0	926	0	1.381	0	7	2.307	2.314
C3	2	5	0	926	0	1.381	0	7	2.307	2.314
C4	2	5	0	926	0	1.381	0	7	2.307	2.314
D1	2	5	0	1.398	0	1.381	0	7	2.779	2.786
D2	2	5	0	1.398	0	1.381	0	7	2.779	2.786
D3	2	5	0	1.398	0	1.381	0	7	2.779	2.786
E1	2	5	0	1.792	0	1.381	0	7	3.173	3.180

Fuente: Creara Consultores

Tabla 17. Demanda energética campings (kWh/m<sup>2</sup>.año)

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	16	32	4,1	0	0	0	2,4	50	4	54
A4	16	32	4,1	0	0	0	2,4	50	4	54
B3	16	32	4,0	0	0	0	2,4	50	4	54
B4	16	32	4,2	0	0	0	2,4	50	4	54
C1	16	32	4,2	0	0	0	2,4	50	4	54
C2	16	32	4,2	0	0	0	2,4	50	4	54
C3	16	32	4,3	0	0	0	2,4	50	4	54
C4	16	32	4,0	0	0	0	2,4	50	4	54

(Continuación)

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
D1	16	32	4,3	0	0	0	2,4	50	4	54
D2	16	32	4,4	0	0	0	2,4	50	4	54
D3	16	32	4,3	0	0	0	2,4	50	4	54
E1	16	32	4,5	0	0	0	2,4	50	4	54

Fuente: Creara Consultores

**Tabla 18. Demanda energética lavanderías (kWh/m<sup>2</sup>.año)**

Zona climática	Iluminación	Equipos	ACS	Calefacción	Refrigeración	Piscinas	Otros	Demanda eléctrica	Demanda térmica	Total
A3	94	2.824	130	3	41	0	63	722	2.433	3.155
A4	94	2.824	130	3	53	0	63	722	2.445	3.167
B3	94	2.824	126	17	41	0	63	722	2.443	3.164
B4	94	2.824	131	17	53	0	63	722	2.460	3.182
C1	94	2.824	132	33	13	0	63	722	2.437	3.159
C2	94	2.824	133	33	27	0	63	722	2.453	3.175
C3	94	2.824	135	33	41	0	63	722	2.469	3.190
C4	94	2.824	127	33	53	0	63	722	2.472	3.194
D1	94	2.824	137	51	12	0	63	722	2.460	3.182
D2	94	2.824	139	51	26	0	63	722	2.475	3.196
D3	94	2.824	137	51	41	0	63	722	2.488	3.210
E1	94	2.824	141	66	12	0	63	722	2.478	3.199

Fuente: Creara Consultores





[www.idae.es](http://www.idae.es)

**IDAE:** Calle Madera 8, 28004, Madrid, Tel.: 91 456 49 00, Fax: 91 523 04 14  
mail: [comunicacion@idae.es](mailto:comunicacion@idae.es)

