

# El uso del método hedónico para ajustar los cambios de calidad: la experiencia del IPV

**Alicia Gila García**

Instituto Nacional de Estadística

**María Novás Filgueira**

Instituto Nacional de Estadística

---

## Resumen

El Índice de Precios de Vivienda (IPV) elaborado por el INE mide trimestralmente, la evolución de precios de vivienda en España. El IPV utiliza la información sobre transacciones efectivamente realizadas, y corrige el sesgo causado por los cambios en las características de las viviendas adquiridas en cada trimestre. El objetivo de este documento es mostrar por qué y cómo el IPV ajusta los cambios de calidad de las viviendas, así como presentar métodos alternativos de ajuste empleados en otros países de la UE.

Además, se muestra y analiza la serie ajustada de índices desde el año 2007.

*Palabras clave:* IPV, HPI, IPC, IPCA, SPAR

*Clasificación AMS:* 91B82

## The use of hedonic method to adjust for quality changes: the experience in the HPI

---

### Abstract

The House Price Index (HPI) produced by INE measures the movement in house prices throughout Spain on a quarterly basis. HPI is based on all domestic property transactions, and corrects the bias derived from changes in the characteristics of the dwellings acquired in each quarter. The purpose of this paper is to explain why and how HPI adjusts for quality changes and to present alternative methods used in other EU countries.

In addition, the adjusted index series from 2007 are illustrated and analysed.

*Keywords:* IPV, HPI, IPC, IPCA, SPA

*AMS classification:* 91B82

## 1. Introducción

El Banco Central Europeo considera necesario disponer de un índice de precios de la vivienda armonizado para los distintos países de la Unión Europea, dada la importancia de este bien y su repercusión en las economías europeas. Así, propone a la Oficina de Estadística Europea (Eurostat) la coordinación de los países europeos en la elaboración de un Índice de Precios de la Vivienda armonizado, cumpliendo los requisitos necesarios para su posible inclusión en el Índice de Precios de Consumo Armonizado.

Esta difícil tarea comienza en el año 2002 con la creación de un grupo de estudio piloto sobre vivienda en propiedad, del que España formó parte desde su inicio, actualmente compuesto por la mayoría de los países de la UE. Como fruto del trabajo desarrollado en este grupo, en el año 2008, el INE comienza a publicar el Índice de Precios de Vivienda. Se trata de un indicador trimestral, cuyo objetivo es medir la evolución del precio de compraventa de vivienda en España.

Las principales características de este índice, tales como la fuente de información y su metodología de cálculo, siguen las directrices marcadas por Eurostat, para alcanzar la armonización con los índices del resto de países europeos, y así queda reflejado en la alta calificación que la Oficina Europea otorga al indicador español.

La fuente de información utilizada es el registro de notarios, dada su idoneidad al cumplir todas las exigencias de Eurostat en este ámbito: disponer de cobertura geográfica total, incluir tanto viviendas nuevas como de segunda mano y contener las transacciones efectivamente realizadas (aspecto de especial relevancia, ya que no se permite la utilización de precios de oferta ni valores de tasación).

Inicialmente, en el artículo, se describe de forma detallada el método de cálculo del índice, donde se explica el modelo de regresión utilizado para ajustar los cambios que se producen en la composición y calidad de las viviendas que forman parte del cálculo del índice de unos trimestres a otros. Esta técnica confiere a esta estadística un carácter diferenciador frente a las que se elaboran desde el sector público hasta ahora.

A continuación, se comentan los métodos utilizados por otros países de la UE, así como las ventajas e inconvenientes de los mismos.

Posteriormente, se muestra la importancia del ajuste por los cambios de calidad en la muestra de viviendas vendidas cada trimestre, contrastando los resultados publicados con los obtenidos a través de un método sin ajuste, basado en la media geométrica de los precios de las viviendas adquiridas en cada periodo.

Y finalmente, se analizan algunos resultados, en primer lugar, las variaciones trimestrales, tanto de los precios como del número de transacciones de viviendas, en segundo lugar, las bajadas de precios por comunidades autónomas desde los niveles más altos de las series y, por último, las variaciones anuales de precios de vivienda en España y en el resto de la UE, publicadas por Eurostat.

## 2. Ajuste de calidad en el IPV: estratificado con hedónica

El método hedónico consiste en utilizar un modelo de regresión con el objetivo de explicar el valor de un bien, en este caso el precio del metro cuadrado de vivienda, en función de sus características: superficie, localización, tipo, antigüedad, etc.

La principal ventaja de este método, frente a un estratificado tradicional, es que permite la estimación de precios de un gran número de estratos o tipologías. No es necesario disponer de un número mínimo de viviendas por estrato y trimestre como requiere el estratificado usual. El método empleado en el IPV es un método mixto que combina las técnicas de estratificado con hedónica. El modelo de regresión utilizado es semilogarítmico, de uso frecuente en este campo, donde la variable dependiente es el logaritmo neperiano del precio del metro cuadrado de la vivienda y las variables explicativas son todas categóricas. La tabla que se muestra a continuación resume las principales características del modelo.

### *Modelo Lineal General ( MLG )*

*Variables dependiente: logaritmo neperiano del precio del metro cuadrado*

	<i>Variable</i>	<i>valores</i>	<i>Categorías o valores</i>
<i>Efectos principales</i>	Nueva/2ª mano	2	Una vivienda se considera nueva cuando se trata de la primera transmisión.
	Tipo de vivienda	2	Piso o unifamiliar
	Garaje	2	Sí o no
	Trastero	2	Sí o no
	Cooperativa	2	Sí o no
	Superficie	10	<40 m <sup>2</sup> ; [40,60); [60,75); [75, 90); [90, 105); [105, 120); [120, 150); [150, 180); [180, 240); ≥240 m <sup>2</sup>
	Planta	6	Ático, sótano, bajo, primero, segundo y resto de plantas.
	Clasificación de provincias	6	Con información sobre el importe medio de la hipoteca por provincia se establecen 6 grupos de provincias.
	Grupo de población	4	Capitales, municipios no capitales con más de 50.000 hab., entre 10.000 y 50.000, y de menos de 10.000 hab.
	Turístico	4	Municipios turísticos se consideran aquellos que concentran un elevado número de pernoctaciones en alojamientos turísticos y/o un porcentaje alto de viviendas secundarias. Se clasifican en alguna de las tres primeras categorías: <ul style="list-style-type: none"> <li>• turismo de sol y playa</li> <li>• turismo rural, de naturaleza</li> <li>• turismo cultural, urbano o de negocios</li> <li>• resto (no turísticos)</li> </ul>
Tipo de entorno	14	Agrupación de los códigos postales en 14 tipos de entorno, a partir de información censal sobre la condición socioeconómica media, el nivel medio de problemas (comunicaciones, escasez de zonas verdes, delincuencia, etc.) y el precio medio del m <sup>2</sup> (notarios) en el año anterior.	

*Interacciones: el modelo incluye 9 interacciones dobles*

*Revisión del modelo: anual*

Por cada variable explicativa con  $k$  categorías diferentes, el modelo incluye  $k-1$  variables dicotómicas, para las cuales estima un parámetro al trimestre. Trimestralmente, los parámetros estimados son significativos y presentan valores coherentes. Por ejemplo, el precio del metro cuadrado disminuye al aumentar el tamaño de la vivienda y aumenta al mejorar el tipo de entorno. Estas son las dos variables más importantes del modelo, que más aportan a su poder explicativo; sólo con ellas se explica casi el 40% de la variabilidad de precios.

Para hacer más sencilla toda la explicación del modelo, consideramos el siguiente ejemplo. Partimos de un modelo simple donde la variable dependiente es el precio de la vivienda, con dos únicas variables explicativas: nueva/2ª mano y tamaño (con tres categorías: pequeño, mediano y grande); se consideran tres variables dicotómicas: nueva, mediana y grande (las categorías 2ª mano y pequeña se omiten). El precio de una vivienda  $i$  en el trimestre  $q$  se puede expresar como sigue:

$$p_i^q = \beta_0^q + nueva_i \times \beta_{nueva}^q + mediana_i \times \beta_{mediana}^q + grande_i \times \beta_{grande}^q + \varepsilon_i^q$$

donde el último término es la componente aleatoria del modelo.

En principio, los precios estimados para cada tipología de vivienda, seis en total, se obtienen como muestra la tabla siguiente:

	2ª mano	nueva
pequeña	$\hat{\beta}_0^q$	$\hat{\beta}_0^q + \hat{\beta}_{nueva}^q$
mediana	$\hat{\beta}_0^q + \hat{\beta}_{mediana}^q$	$\hat{\beta}_0^q + \hat{\beta}_{mediana}^q + \hat{\beta}_{nueva}^q$
grande	$\hat{\beta}_0^q + \hat{\beta}_{grande}^q$	$\hat{\beta}_0^q + \hat{\beta}_{grande}^q + \hat{\beta}_{nueva}^q$

Por tanto,  $\hat{\beta}_0^q$  representa el precio de las viviendas pequeñas de segunda mano;  $\hat{\beta}_{nueva}^q$  se puede interpretar como el incremento del precio, en euros, debido a que la vivienda sea nueva. En general, cualquier coeficiente  $\hat{\beta}_r^q$  representa la variación en euros del precio de la vivienda por el hecho de poseer la característica  $r$ , manteniendo fijos el resto de atributos. Por ello, se dice que los parámetros del modelo recogen los precios implícitos de las características.

En el modelo semilogarítmico del IPV, cambian tanto la interpretación de los coeficientes, como la expresión de los precios estimados, respecto al ejemplo expuesto. Los coeficientes se deben interpretar como la variación, en tanto por ciento, del precio del metro cuadrado de vivienda, debido a la posesión de la característica asociada al

parámetro. Asimismo, en las expresiones de los precios estimados es necesario tomar exponenciales,  $\exp(x_e \hat{\beta}^q)$  donde  $x_e$  es el vector de características (valores 0 ó 1) asociados al estrato  $e$ . Al tratarse de un estimador sesgado, se utiliza el estimador de El Shaarawi y Viveros (1997) para corregir el sesgo.

Además, el modelo incluye las interacciones más importantes. En el ejemplo, si la variación en el precio al aumentar el tamaño de la vivienda es distinta, si la vivienda es nueva, a si es de segunda mano; entonces, la interacción entre ambas variables sería significativa. Se incluirían dos nuevos parámetros al modelo, en general  $(r-1)(s-1)$  parámetros adicionales, si las variables de la interacción tienen  $r$  y  $s$ , respectivamente. Los nuevos coeficientes serían  $\hat{\beta}_{mediana,nueva}^q$  y  $\hat{\beta}_{grande,nueva}^q$ . Con ello, a los precios estimados para las celdas mediana-nueva y grande-nueva se le deberían sumar además estos coeficientes  $\hat{\beta}_{nueva,mediana}^q$  y  $\hat{\beta}_{nueva,grande}^q$ , respectivamente.

Por último, el modelo se complica introduciendo un peso distinto a cada observación para, por un lado, corregir la heterocedasticidad presente en una de las variables, y por otro, asignar un peso menor a aquellas observaciones donde ha sido necesario imputar algún valor, ya sea en la superficie o en el tipo de entorno, que son las únicas variables en las que se estiman valores (estas imputaciones suponen menos del 8% de los casos).

Para el cálculo del índice, tanto el conjunto de tipologías de vivienda como sus ponderaciones (importancia de cada una de ellas respecto al gasto total en compra de vivienda), se establecen una vez al año, teniendo en cuenta todas las combinaciones de valores de las once variables independientes del modelo, presente en alguna de las transmisiones efectuadas en los tres últimos años. En 2011, 2010 y 2009, más de 60.000 combinaciones de valores diferentes determinaron las tipologías de viviendas cuyos precios se siguen en 2012.

Con las transacciones de viviendas del trimestre, se estiman los parámetros del modelo o precios implícitos de las características; a partir de ellos, se calculan los precios de cada tipología. Los precios estimados son los que intervienen en el cálculo de índices que siguen la fórmula de Laspeyres con encadenado anual, donde el periodo de encadenamiento es el cuarto trimestre. Así, el índice en base 2007 (2007=100), en el trimestre  $q$  del año  $a$ , se expresa como sigue:

$${}_{07}I^{q,a} = {}_{07}I^{4,(a-1)} \times \left( \frac{{}_{4,(a-1)}I^{q,a}}{100} \right) \text{ con } {}_{4,(a-1)}I^{q,a} = \frac{\sum_e Q_e^{(a-1,a-2,a-3)} \times \hat{P}_e^{q,a}}{\sum_e Q_e^{(a-1,a-2,a-3)} \times \hat{P}_e^{4,a-1}} \times 100$$

siendo  $Q_e^{(a-1,a-2,a-3)}$  la cantidad anual media (en  $m^2$ ) de viviendas pertenecientes al estrato  $e$ , vendidas en los tres años naturales previos ( $a-1$ ,  $a-2$ ,  $a-3$ ), y  $\hat{P}_e^{q,a}$  el precio del  $m^2$  estimado por el modelo, para las viviendas del estrato  $e$ , en el trimestre  $q$  del año  $a$ .

En la metodología del IPV se detalla la especificación completa del modelo, la obtención de los pesos del modelo ponderado, así como el cálculo de índices, tasas y repercusiones.

### 3. Otros métodos de ajuste de calidad

Dentro del entorno de los modelos hedónicos, existen distintos métodos que permiten ajustar los cambios de calidad y composición que ocurren en la muestra de viviendas adquiridas cada trimestre. Además del método mixto de estratificado con hedónica, que emplea el IPV, otra aplicación de modelos de regresión es el método hedónico con variables de tiempo, utilizado en Francia. Otros métodos fuera de este ámbito son el método estratificado, el de ventas repetidas y el método SPAR. Todos ellos se desarrollan brevemente en este apartado.

#### Método hedónico con variables de tiempo

Se basa en un modelo de regresión en el que el precio o el logaritmo del precio de la vivienda viene determinado por las características de la misma y unas variables de tiempo que nos indican el periodo en el que se ha producido la venta de la vivienda. Se asume que los precios implícitos de las características de la vivienda se mantienen constantes a lo largo del periodo que engloba la muestra disponible. Así, los coeficientes de estas variables ficticias de tiempo recogen las variaciones puras de precios de cada periodo con respecto al periodo base.

Las ventajas de este método son la obtención de estimadores de los coeficientes más eficientes, al utilizar información conjunta de varios trimestres, en ocasiones hasta cinco años; y la sencillez de cálculo. Por ejemplo, en caso de utilizar un modelo logarítmico, la variación de precio del periodo base al trimestre  $q$  se obtendría como exponencial del coeficiente correspondiente al trimestre  $q$ :  $\exp(\hat{\beta}^q)$ .

Una desventaja, que cabe destacar, es la condición de asumir que se mantienen constantes los precios implícitos de las características durante todo el periodo de la muestra utilizada, que puede no ser razonable en periodos amplios.

Además, hay que añadir otros inconvenientes de cara a la publicación periódica del índice:

- Obliga a revisar las series, ya que al incluir un nuevo periodo se estima el coeficiente para el nuevo trimestre pero también los de los trimestres anteriores.
- Requiere modelos independientes para cada agregado de interés, así en España para continuar con la publicación de índices por comunidades autónomas y para vivienda nueva y de segunda mano, son necesarios al menos 34 modelos que, a partir de las correspondientes submuestras, estimen variaciones de precios independientes por región y tipo de vivienda.

### **Método estratificado**

Este método se basa en medir las evoluciones de precios de diferentes tipologías de vivienda o estratos, separando la muestra en subgrupos de acuerdo a ciertas características como el tamaño, tipo o ubicación de las viviendas. Los precios medios por estrato (media geométrica, aritmética, mediana, etc.) se combinan para obtener los índices de precios. De este modo se realiza un ajuste por cambio de calidad y composición de las viviendas, tanto mejor cuanto más detallados se definan los estratos, así las viviendas que pertenecen a un mismo estrato se pueden considerar de la misma calidad.

La gran ventaja de este método es la sencillez de cálculo, ya que no se requiere ningún modelo de regresión. Sin embargo, es necesario contar con estratos muy detallados, para realmente realizar un buen ajuste de calidad. A su vez requiere un número mínimo de viviendas de cada estrato por trimestre, para que el precio medio sea significativo, lo cual no siempre es posible, como puede suceder en países pequeños con poco volumen de compraventas en general, o en particular como sucede en España actualmente, donde las ventas han descendido vertiginosamente.

Este método es utilizado en Chipre, Grecia e Islandia.

### **Método de ventas repetidas**

Este método consiste en la construcción de un índice sobre los datos de las viviendas que han sido vendidas por lo menos dos veces. Se asume que la calidad de las viviendas se mantiene constante, al tratarse de las mismas unidades (viviendas) en dos periodos y que sus características no han variado. En la práctica, esta condición puede no cumplirse y existe un riesgo de sesgo puesto que este método no capta los cambios de calidad debidos a renovaciones o inversiones en las viviendas, así como tampoco tiene en cuenta el deterioro por el uso de las mismas.

Además, el número de compraventas que entran en el cálculo puede ser muy pequeño, sólo se incluyen aquellas viviendas que han sido objeto de compraventa en el periodo actual y en alguna ocasión anterior; por tanto, la muestra puede no ser representativa. De hecho, sólo sirve para viviendas de segunda mano.

La principal ventaja de este método radica en que sólo necesita información sobre el precio de las viviendas, no es necesaria información adicional sobre las características de las mismas como sucede con el método estratificado o los basados en modelos hedónicos.

### **Método SPAR (Sale Price Appraisal Ratio)**

Este método se basa en la comparación del precio de venta y el valor de tasación (oficial) de cada vivienda, mediante cociente. Sólo se puede llevar a cabo si el país dispone de un organismo que realice las tasaciones, con un método homogéneo, sobre los inmuebles de todo el territorio nacional.

En comparación con el método de ventas repetidas, todas las transacciones efectuadas en el trimestre intervienen en el cálculo, siempre que se disponga de su valor de

tasación. Otras ventajas de este método son la sencillez en el cálculo y que no se requieren revisiones una vez publicados los datos.

Un inconveniente es que no se controlan, como en el modelo hedónico, los cambios de calidad en las viviendas, asumiendo que ésta se mantiene constante, desde el momento en que se realiza la tasación hasta la fecha de compra. Otra limitación de este método es la incapacidad de incorporar las viviendas nuevas, cuando el periodo comprendido entre la venta y la tasación es muy amplio.

Este método se utiliza con éxito en Holanda, Dinamarca y Suecia.

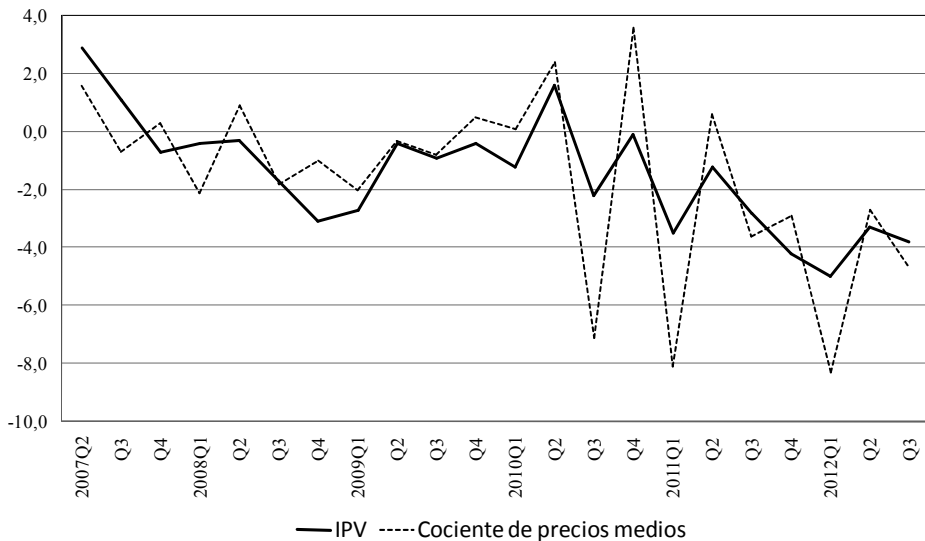
#### 4. Resultados

##### Resultados a nivel nacional. Variaciones trimestrales.

La evolución de los precios medios observados frente a la serie del IPV, revela la importancia de ajustar los cambios en la composición y calidad de las viviendas adquiridas de un trimestre a otro. Tanto el número de viviendas como la localización y características de las mismas varían de un periodo a otro; sin embargo, este hecho no es tenido en cuenta en los índices construidos como cocientes de precios medios (geométricos).

En el gráfico siguiente se observa como las variaciones trimestrales de los precios medios geométricos presentan más y mayores fluctuaciones que las de la serie IPV. En general, las tasas trimestrales varían del -5 al 3% en la serie IPV y del -9 al 4% en la serie sin ajuste de calidad.

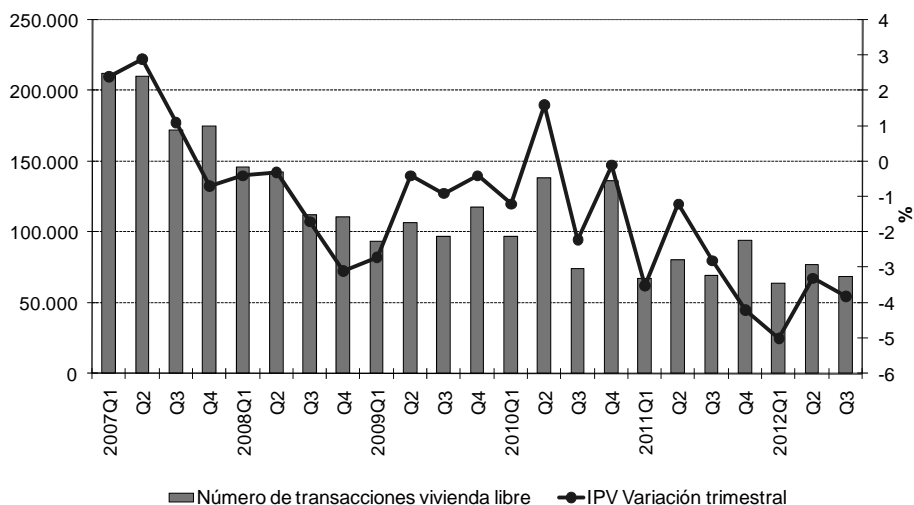
##### Tasas trimestrales con y sin ajuste de calidad





A continuación se muestra la evolución del número de compraventas de viviendas libres, publicado por el Ministerio de Fomento y basado también en datos notariales, en relación con las tasas de variación trimestral del IPV.

### Número de transacciones de vivienda e IPV trimestral



Se puede observar cómo, las más de 200.000 transacciones trimestrales a comienzos de 2007 se redujeron a la mitad en poco más de un año, y a escasas 60.000 compraventas en algunos trimestres de los últimos años. No obstante, se aprecian unos picos destacados en el 2º y 4º trimestre de 2010, motivado en el primer caso, por la subida del IVA del 7 al 8% en julio de 2010 que activó el mercado en el 2º trimestre del año. Así, tanto precios como cantidades aumentaron cuantiosamente, para caer aún más en el trimestre posterior. En el segundo caso, la finalización de la desgravación por compra de vivienda a partir de enero de 2011 causó un efecto similar.

Un último pico, solo presente en el gráfico de barras, se observa en el 4º trimestre de 2011. En general, el número de compraventas de vivienda suele aumentar en los cuartos trimestres, aunque también pudo contribuir a este aumento la bajada del IVA del 8 al 4% en agosto de 2011 (en principio aprobada hasta final de año, aunque posteriormente se prorrogó para todo 2012). En esta ocasión, sin embargo, los precios (que no incluyen impuestos) no subieron sino que continuaron bajando. De hecho, cabe resaltar, en lo que se refiere a los precios, como todas las tasas trimestrales del IPV desde finales de 2007 son negativas, con la excepción, ya comentada, del 2º trimestre de 2010.

### Resultados regionales. Bajadas de precios desde los niveles más altos.

Además de las tasas de variación y repercusiones publicadas en la página web del INE, a partir de las series de índices disponibles, es posible obtener otros resultados interesantes. Por ejemplo, se puede calcular la bajada de precios desde el nivel más alto

de cada serie hasta el mínimo, que en todas ellas corresponde al último dato disponible. Así, en el IPV general, el nivel más alto de la serie se alcanzó en el tercer trimestre de 2007, y en estos cinco años los precios han caído más de un 30%. Este mismo análisis por tipo de vivienda, nueva y de segunda mano, lleva a unos descensos del 25% y 38 %, respectivamente.

En el mapa siguiente se muestran las bajadas de precios por comunidades autónomas para viviendas de segunda mano, desde el nivel más alto de cada serie hasta el tercer trimestre de 2012. Se puede observar como los mayores descensos, inferiores al 40%, se producen en Madrid y el extremo noreste, Cataluña, Navarra y Aragón. Le siguen Baleares y otras comunidades del norte, Cantabria, País Vasco y La Rioja; mientras que en el extremo opuesto se encuentran Murcia y Extremadura donde las bajadas de precios no llegan al 30%.

### Vivienda de segunda mano. Bajada de precios desde el nivel más alto hasta el tercer trimestre de 2012



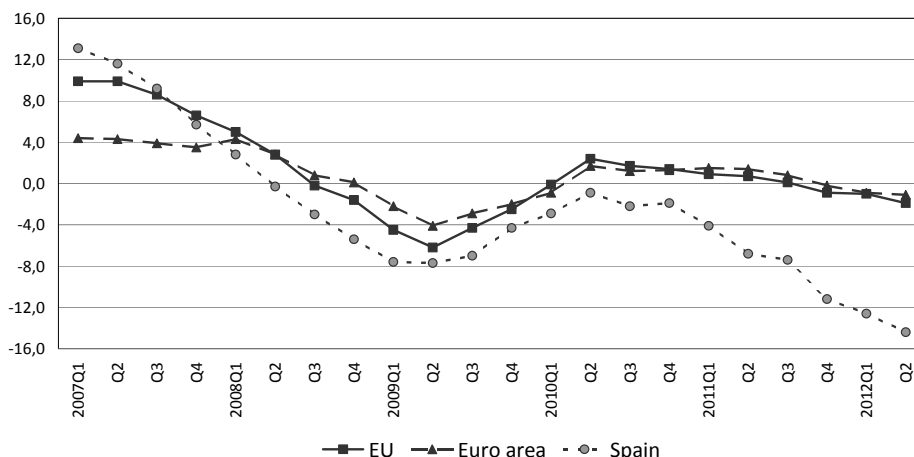
### Resultados europeos. Variaciones anuales.

En la actualidad, Eurostat publica, trimestralmente y de forma experimental, los índices de precios para el total de viviendas; para la UE, la Eurozona y por países (aquellos que permiten su publicación). De momento, la única diferencia entre las dos series

españolas, el IPV publicado en España y este índice experimental, es el periodo de referencia del índice, 2007 y 2010, respectivamente.

A continuación se muestran las tasas de variación anual de los índices experimentales de precios de vivienda, publicados por Eurostat, para España, la Eurozona y la UE:

### Experimental House Price Index. Annual changes



En el gráfico anterior, se puede observar como las series de precios de vivienda de la UE y de la zona Euro muestran unas tasas anuales muy similares, fluctuando ligeramente más la serie de la UE. Los datos de España, en la primera parte muestran una tendencia similar a las otras dos series europeas, aunque en general, las tasas anuales positivas son mayores, y las negativas menores, en España toman valores hasta de dos dígitos.

En la parte central del gráfico, que comprende los años 2009 y 2010, las tasas anuales de las tres series van casi paralelas, mostrando la misma evolución; sin embargo, a partir de 2011 las tasa anual en España comienza a decrecer de forma acusada y continua (hasta casi el  $-15\%$ ), mientras que a nivel europeo, estas tasas decrecen suavemente, con valores próximos a cero.

Analizando en detalle las tasas anuales de los países uno a uno, se pueden establecer tres grupos:

- Grupo 1: Formado por aquellos países cuyas tasas anuales comenzaron a ser negativas en el año 2008 o 2009 y continuaron siéndolo durante un periodo corto, no superando el año 2010. Se trata de Francia, Dinamarca, Eslovenia, Suecia, Bélgica, Finlandia, Luxemburgo, Malta, Noruega y Reino Unido. De ellos, los cuatro primeros han vuelto a tener variaciones anuales negativas recientemente.

- Grupo 2: Este grupo engloba los países cuyas tasas también comenzaron a ser negativas en 2008, pero continuaron así hasta 2010, es decir, un periodo más amplio que el grupo anterior. Se incluyen, por lo tanto, Estonia, Islandia y Letonia.
- Grupo 3: Se trata de países cuyas tasas son negativas desde el año 2008 (o comienzos de 2009) y así se han mantenido hasta la actualidad. Junto a España en este grupo se encuentran Irlanda, Grecia, Chipre, Holanda y Eslovaquia.

### Referencias

---

- BAILEY, M.J., R.F. MUTH AND H.O. NOURSE (1963), «A Regression Method for Real Estate Price Construction», *Journal of the American Statistical Association* 58, 933-942.
- DRAPER N.R. (1998). «Applied regression análisis». *John Wiley & Sons*.
- EL-SHAARAWI A.H. Y VIVEROS R. (1997). «Inference about the mean in log-regression with environmental applications». *Environmetrics* 8, 569-582.
- EUROSTAT (2011). «Handbook on Residential Property Prices Indices»
- EUROSTAT (2012). «Draft Technical Manual on Owner-Occupied Housing»
- INE (2008). «Housing Price Index (HPI), base 2007. Main characteristics».
- INE (2009). «Índice de Precios de Vivienda. Metodología».
- MINISTERIO DE FOMENTO (2004). «Transacciones inmobiliarias (compraventas)».
- MONTGOMERY D. C. (2001). «Introduction to linear regression análisis». *John Wiley & Sons*.
- PEÑA D. (1993). «Estadística, modelos y métodos. 2 Modelos lineales y series temporales». *Alianza Universidad Textos*.
- PEÑA D. (2002). «Regresión y diseño de experimentos». *Alianza Universidad Textos*.